

# POLITECNICO DI TORINO

Corso di Laurea Magistrale  
in Ingegneria Gestionale

Tesi di Laurea Magistrale

**I benefici dell'integrazione delle reti in fibra  
ottica nel 5G: un'analisi empirica delle  
strategie di dichiarazione dei brevetti  
essenziali per lo standard**



Relatori:

Prof. Carlo Cambini

Prof. Antonio De Marco

Candidato:

Pietro Vinti

Anno Accademico 2019/2020



# Indice

Indice delle figure .....	4
Indice delle tabelle .....	5
<b>1. Premessa e scopo dell'elaborato.....</b>	<b>6</b>
<b>2. Il contesto digitale internazionale.....</b>	<b>8</b>
2.1 5G: il nuovo standard tecnologico .....	8
2.1.1 L'evoluzione delle reti mobili: dall'analogico al digitale .....	8
2.1.2 La rivoluzione portata dal 5G .....	11
2.1.3 Caratteristiche del 5G.....	12
2.2 Reti fisse di nuova generazione: la banda ultralarga .....	15
2.2.1 Il passaggio dall'ADSL alla fibra ottica.....	15
2.2.2 Modelli di architettura di rete: le principali soluzioni per le reti in fibra ottica .....	17
2.3 Integrazione e concetto di 'Fibre to 5G' .....	20
2.4 Benefici economici dell'integrazione con le infrastrutture esistenti.....	23
2.5 Vincoli che impediscono la convergenza di fibra e rete 5G.....	25
<b>3. Proprietà intellettuale e standard tecnologici.....</b>	<b>27</b>
3.1 Protezione dell'innovazione e brevetti .....	27
3.1.1 <i>Intellectual Property Rights</i> e il ruolo nell'innovazione .....	27
3.1.2 La protezione dell'innovazione tramite brevettazione .....	29
3.2 Standard tecnologici .....	33
3.2.1 Proprietà e caratteristiche di uno standard.....	33
3.2.2 Gli standard nell'ICT e nelle telecomunicazioni: esempio di standardizzazione presso l' <i>European Telecommunications Standards Institute</i> .....	34
3.3 Consorzi telco esistenti con focus sul 3GPP .....	37
3.3.1 Il ruolo dei consorzi nel settore delle telecomunicazioni .....	37
3.3.2 Il 3rd Generation Partnership Project .....	38
<b>4. Rassegna della letteratura .....</b>	<b>40</b>
<b>5 Dati e metodologia.....</b>	<b>45</b>
5.1 Fonti e metodologia di raccolta e pulizia dei dati.....	45
5.2 Metodologia per la costruzione del campione principale.....	48
5.3 Statistiche descrittive sul campione individuato.....	49
5.3.1 Numero di brevetti essenziali posseduti da ciascuna impresa.....	50

5.3.2	Distribuzione temporale delle <i>declarations</i> e suddivisione per imprese .....	53
5.3.3	Distribuzione delle <i>applications</i> per <i>patent office</i> .....	55
5.3.4	Distribuzione delle <i>technical specifications</i> .....	56
5.3.5	Relazione tra imprese e <i>patent offices</i> .....	60
5.4	Integrazione dei dati bibliometrici e raffinamento del campione finale.....	61
5.4.1	Criteri utilizzati per la costruzione del campione finale .....	61
5.4.2	Analisi descrittive sul campione finale .....	66
<b>6.</b>	<b>Analisi econometrica .....</b>	<b>82</b>
6.1	Descrizione delle variabili utilizzate.....	82
6.2	Forma funzionale del modello .....	85
6.3	Il metodo dei minimi quadrati ordinari (OLS) .....	85
6.4	Il metodo Tobit .....	86
6.5	Assunzioni relative ai minimi quadrati .....	86
6.6	Impatto dei regressori sul modello e relazione con errori residui .....	88
6.7	Risultati del modello econometrico .....	89
6.8	Effetto dell'interazione tra 2 regressori.....	93
<b>7.</b>	<b>Conclusioni.....</b>	<b>94</b>
7.1	Overview dei risultati ottenuti .....	94
7.2	Limiti riscontrati nell'analisi e possibili sviluppi futuri .....	97
	<b>Bibliografia e sitografia .....</b>	<b>99</b>
	<b>Ringraziamenti.....</b>	<b>103</b>

## Indice delle figure

Figura 1 - Differenze tra FDMA, TDMA e CDMA .....	9
Figura 2 - Evoluzione delle velocità di trasmissione delle tecnologie di accesso radio....	10
Figura 3 - Schema del Network Slicing nel 5G. ....	13
Figura 4: Schema del collegamento ADSL, FTTC e FTTH; ciascuna tipologia di connessione è contrassegnata da un bollino colorato contenente una o più lettere, secondo le direttive AGCOM.....	16
Figura 5: Principali parametri di cui si è tenuto conto nel White Paper .....	21
Figura 6: Architettura di rete convergente FTTH-5G .....	22
Figura 7 - Schema temporale della procedura di brevettazione. ....	30
Figura 8 - Frontespizio di un brevetto rilasciato dall'EPO.....	32
Figura 9 - Processo di pubblicazione di uno standard europeo ETSI.....	35
Figura 10 - Schermata di selezione 'Dynamic Reporting' dal portale ETSI.....	45
Figura 11 - Fase di costruzione della query con selezione dei filtri .....	46
Figura 12 - Selezione delle opzioni di esportazione del file dal portale ETSI.....	47
Figura 13 - Istogramma della distribuzione dei SEP (Standard Essential Patents) suddivisi per impresa dichiarante. In tabella sono indicati i valori percentuali della distribuzione.....	50
Figura 14 - Grafico a torta delle applications suddivise per patent office e relativi valori.....	55
Figura 15 - Mappa dei Patent Offices dei SEP individuati.....	56
Figura 16 - Rappresentazione grafica della clusterizzazione effettuata .....	59
Figura 17 - Query in SQL relative all'estrazione effettuata .....	62
Figura 18 - Tabella TLS2O1_APPLN, la cui chiave primaria APPLN_ID ha permesso l'incrocio con il database ETSI .....	63
Figura 19 - Logical Model Diagram di PATSTAT .....	65
Figura 20 - Grafico della distribuzione delle applications suddivise per impresa dichiarante .....	66
Figura 21 - Clusterizzazione numero di applicants .....	69
Figura 22 - Clusterizzazione dei brevetti sulla base del numero di inventori.....	71
Figura 23 - Grafico della distribuzione delle citazioni per ciascuna impresa.....	73
Figura 24 - Grafico relativo alle distribuzioni temporali cumulate dei principali 10 IPC .....	76
Figura 25 - Composizione delle principali 5 classi IPC, a livello di imprese dichiaranti	77
Figura 26 - Distribuzione delle principali 5 classi IPC all'interno dei brevetti di ciascuna impresa.....	78
Figura 27 - Clusterizzazione delle rivendicazioni brevettuali .....	79
Figura 28 - Funzione di densità di Kernel relativa ai residui.....	87
Figura 29 - Grafico relativo alla dispersione dei residui.....	88

## Indice delle tabelle

Tabella 1 - Caratteristiche delle connessioni 5G per ciascun range di frequenze utilizzate. ....	14
Tabella 2: Percentuali di savings nell'investimento FTT5G e di extra-investimenti per renderlo fruibile divise per area geografica a diversa densità di popolazione e di celle. .21	
Tabella 3: Standard tecnologici nelle telecomunicazioni mobili precedenti al 5G sviluppati nel 3GPP.....	36
Tabella 4: Elenco delle imprese presenti nel campione selezionato .....	49
Tabella 5 - HHI e C <sub>4</sub> relativi agli standard tecnologici precedenti al 5G.....	51
Tabella 6 - Numero di disclosures per ciascuna azienda rilevata e numero medio dei brevetti per disclosure.....	52
Tabella 7 - Valore assoluto dei brevetti dichiarati essenziali di ciascuna impresa divisi per trimestri.....	53
Tabella 8 - Valori percentuali trimestrali dei brevetti di ciascuna impresa .....	54
Tabella 9 - Elenco degli standard secondo la classificazione 3GPP .....	57
Tabella 10 - Distribuzione temporale degli standard per declaration date.....	58
Tabella 11 - Distribuzione percentuale dei top 5 standards per ciascuna impresa .....	58
Tabella 12 - Clusterizzazione delle Technical Specifications .....	59
Tabella 13 - Media delle Technical Specifications per i brevetti di ciascuna impresa ....	60
Tabella 14 - Brevetti di ciascuna impresa suddivisi per Patent Office.....	60
Tabella 15 - Valori percentuali della distribuzione delle applications suddivise per impresa dichiarante.....	67
Tabella 16 - Percentuale dei brevetti granted suddivisi per impresa .....	68
Tabella 17 - Media degli applicants per ciascuna impresa individuata e percentuale dei brevetti mono-assegnatari e co-assegnatari .....	70
Tabella 18 - Media degli inventori per ciascuna impresa individuata .....	71
Tabella 19 - Media delle citazioni per ciascuna impresa individuata .....	72
Tabella 20 - Principali 10 classi IPC individuate con etichette, numero di brevetti e percentuale sul totale .....	74
Tabella 21 - Valori percentuali di ciascun trimestre sul totale degli IPC .....	75
Tabella 22 - Composizioni percentuali degli IPC di ciascun trimestre.....	75
Tabella 23 - Composizione percentuale dei brevetti riferita a ogni codice IPC.....	77
Tabella 24 - Media dei claims per ciascuna impresa individuata .....	80
Tabella 25 - Differenza media di declaration e filing date, in mesi, per ciascuna azienda .....	81
Tabella 26 - Elenco delle variabili utilizzate nel modello .....	83
Tabella 27 - Principali statistiche delle variabili studiate .....	84
Tabella 28 - Modelli di regressione impostati (valori espressi in giorni) .....	90
Tabella 29 - Effetti dell'interazione di "Incumbent" e "Assignee country is an EU member" .....	93
Tabella 30 - Percentuali dei brevetti EP e US presenti nel campione finale, suddivisi per impresa .....	95

# 1. Premessa e scopo dell'elaborato

Le telecomunicazioni rappresentano una componente sempre più rilevante dell'infrastruttura della nostra società e, in questo periodo, sono oggetto di una rivoluzione radicale. L'avvento di un nuovo standard tecnologico infatti, è spesso stato causa di rilevanti cambiamenti sul mercato ed in particolare sui rapporti di competitività tra le imprese. Il cambiamento portato dal 5G però, al contrario di quanto avvenuto per gli standard precedenti, non solo stravolgerà l'infrastruttura di rete esistente e l'ecosistema del ramo delle telecomunicazioni, bensì impatterà in modo ancor più considerevole in settori come quello logistico, automobilistico, turistico e medico (solo per citarne alcuni). Non meno rilevante sarà l'impatto che l'avvento del 5G avrà nella vita quotidiana del consumatore, il quale potrà godere di nuove esperienze totalmente digitalizzate ed interconnesse. La rivoluzione del 5G è di fatto una rivoluzione sistemica, espressione di una convergenza di trend tecnico-economici e di *requirements* del cliente della cosiddetta 'Società Digitale'. La quinta generazione infatti garantirà una considerevole crescita della connettività, del volume di traffico e dell'affidabilità della rete, in termini di latenza e densità.

Il presente elaborato ha quindi l'intento di analizzare a fondo le potenzialità del 5G e di studiare le reazioni delle imprese allo stravolgimento che può portare nel mercato. In particolare, nel secondo capitolo della tesi si descriveranno in modo analitico i cambiamenti portati dalla quinta generazione nell'architettura di rete, offrendo anche dati e informazioni sullo stato attuale di diffusione della tecnologia.

Nel terzo capitolo si tratterà il tema degli IPR e la loro importanza strategica nel panorama attuale; nello specifico ci si concentrerà sui brevetti, elementi cardine per le analisi effettuate nei capitoli successivi. Inoltre, si descriverà il consorzio preso in considerazione per l'elaborato, ovvero il 3GPP (*Third Generation Partnership Project*).

Nel capitolo successivo si darà evidenza della letteratura preesistente attinente al settore delle telecomunicazioni, l'importanza dell'innovazione nei modelli di business moderni e l'utilizzo del dato brevettuale come chiave per analizzare le strategie delle imprese.

Entrando nella sezione chiave dell'elaborato, si descriverà minuziosamente la metodologia di raccolta dati e i risultati delle *query* effettuate sull'*European Standard Organization* di riferimento (ETSI); seguiranno quindi le relative analisi descrittive riguardanti i dati ottenuti, con particolare interesse verso variabili come *Patent Offices* (PO), *Technical Specifications* (TS) e *Declaration Dates*. Nella seconda parte del Capitolo 5 si tratterà l'integrazione dei dati ottenuti con uno dei principali database statistici mondiali (PATSTAT), che ha concesso di trattare ulteriori informazioni relativi ai brevetti selezionati come il numero di inventori, di *claims* e di citazioni, solo per citarne alcuni. Quest'ultimo affinamento del campione è stato effettuato solamente per i brevetti aventi EP ed US come *Patent Offices*, scelta dettata dalla rilevante diffusione dei due PO

selezionati e dal fatto che il consorzio di standardizzazione selezionato per l'elaborato, come detto in precedenza, è europeo.

La mole di informazioni ottenuta nella fase precedente ha così consentito la costruzione di un modello econometrico, descritto accuratamente nel Capitolo 6, che ha come fine ultimo l'analisi del *lag* temporale presente tra le date di *application* e *disclosure* del brevetto, al variare di molteplici variabili indipendenti, quali, ad esempio, il numero di citazioni *forward*, il *Patent Office* di riferimento o il numero di *claims*.

L'elaborato di tesi si conclude con il Capitolo 7, nel quale si dà evidenza dei risultati ottenuti nelle analisi effettuate, esponendo anche i limiti incontrati e le prospettive future previste.

L'auspicio è che si tratti solo di un inizio, per estendere successivamente l'analisi ai consorzi extra-europei, trattando così dati brevettuali estesi e completi, al fine di delineare in modo ancor più accurato le strategie dei *player* mondiali del settore delle telecomunicazioni.

## 2. Il contesto digitale internazionale

### 2.1 5G: il nuovo standard tecnologico

#### 2.1.1 L'evoluzione delle reti mobili: dall'analogico al digitale

Il 5G (*Fifth Generation*) è un nuovo standard tecnologico della telefonia mobile che segue i precedenti, dopo un'evoluzione durata decenni. Si è partiti ormai 40 anni fa quando l'1G permetteva le prime connessioni telefoniche tramite la trasmissione analogica di dati, per poi passare nei primi anni '90 a reti completamente digitali (2G). L'avvento del 3G ha permesso per la prima volta il trasferimento di dati "non-voce" consentendo quindi il download da Internet, l'invio-ricezione di mail e l'*instant messaging*. La quarta generazione ha infine sancito il passaggio per l'utilizzo di applicazioni multimediali sfruttando collegamenti a banda larga.

##### 2.1.1.1 Prima e seconda generazione di reti mobili

Il 1G (*First Generation*) è il primo standard di trasmissione dati attraverso reti mobili, che prevede la propagazione del segnale vocale attraverso un segnale analogico: l'1G non supporta pertanto lo scambio di dati e l'utilizzo di servizi Internet. Tale standard prevede una comunicazione di circuito, con una condivisione del canale di tipo *Frequency Division Multiple Access* (FDMA), ovvero l'utilizzo di frequenze diverse per ciascun utente.

L'introduzione del 2G (*Second Generation*) ha segnato il passaggio dalla trasmissione analogica a quella digitale; il segnale vocale viene completamente digitalizzato, con la possibilità inoltre di inviare e ricevere dati, come ad esempio SMS, e di usufruire della rete Internet. Il 2G utilizza una comunicazione di pacchetto, che permette a un numero maggiore di utenti di accedere alla rete, sfruttando una maggiore efficienza spettrale.

I canali seguono non più una suddivisione di tipo FDMA, ma una di tipologia *Time Division Multiple Access* (TDMA, dove la suddivisione per ciascun utente viene effettuata garantendo tutta la frequenza per determinati intervalli temporali) oppure *Code Division Multiple Access* (CDMA, nel quale vi sono diversi trasmettitori che, in contemporanea, possono inviare dati su un singolo canale di comunicazione), rappresentati graficamente in figura 1.

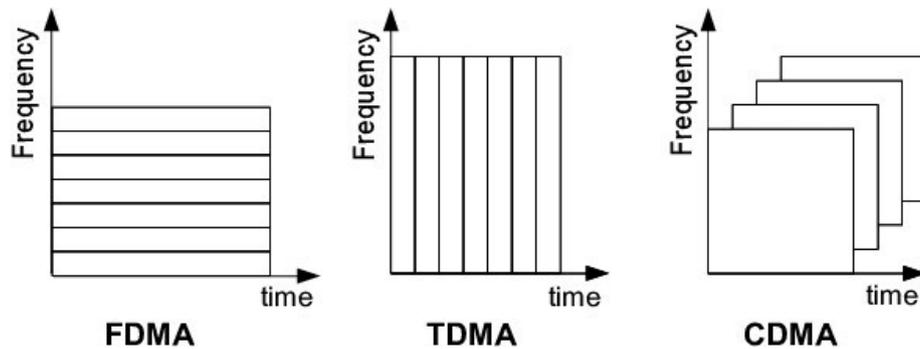


Figura 1 - Differenze tra FDMA, TDMA e CDMA

Fonte M. Belleschi

Lo standard 2G si è poi ulteriormente evoluto nel *General Packet Radio Service* (GPRS), definita anche generazione 2.5, il quale introduce nuove funzionalità, tra cui le chiamate di gruppo e messaggi MMS, e migliorie nell'interconnessione con le reti Internet. Dal GPRS si è poi giunti all'*Enhanced Data rates for GSM Evolution* (EDGE), un'ulteriore evoluzione dalle prestazioni superiori dovute a una qualità del segnale migliore (sfruttamento di antenne dual) che aumentano il bit rate, dimezzando la latenza rispetto al GPRS.

#### 2.1.1.2 I nuovi standard: terza e quarta generazione

Il 3G (*Third Generation*) è la generazione di telecomunicazione mobile che segue l'EDGE; così come nella precedente, la trasmissione dei dati è completamente digitale (sia per le chiamate vocali che per gli altri servizi), ottimizzando ulteriormente le performance del trasferimento dati nei servizi Internet. Lo standard 3G di maggior successo è l'*Universal Mobile Telecommunications System* (UMTS), sviluppato dal *3rd Generation Partnership Project* (3GPP). Tale standard ha consentito non solo di abbassare i costi per chiamata rispetto alla precedente generazione, ma anche di supportare i servizi *web-based* e i contenuti multimediali degli smartphone. Poiché questi servizi audio e video richiedono prestazioni superiori, sia in termini di velocità di trasmissione, con bit-rate superiori e latenza inferiore, sia in termini di maggiore flessibilità e affidabilità richieste a causa dei diversi utilizzi di ciascun utente, è stato fondamentale lo sviluppo di nuove tecnologie radio. Come si può evincere dalla figura 2, dove sono sintetizzate graficamente le velocità di trasmissione dei dati nei vari standard, le prestazioni offerte dalle nuove tecnologie sono nettamente superiori rispetto alla trasmissione a 64 Kbps del 2G, portando un contributo non indifferente allo sviluppo dell'accesso Internet mobile e wireless fisso.

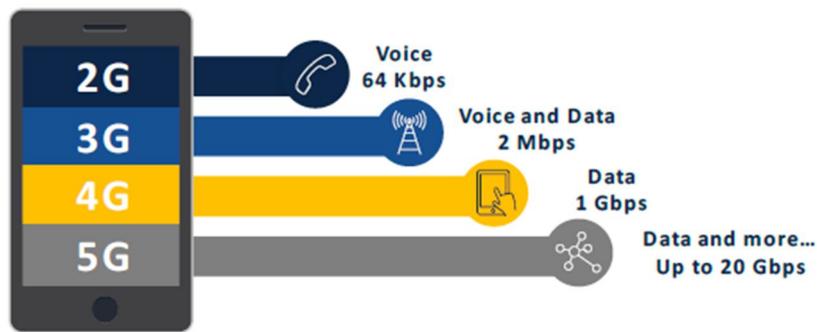


Figura 2 - Evoluzione delle velocità di trasmissione delle tecnologie di accesso radio.

Fonte: DotEcon e Axon

Con l'avvento del 3G si sono quindi sviluppati nuovi mercati, sia in termini di prodotti (si pensi a dispositivi quali smartphone e tablet), sia in termini di servizi (servizi digitali e contenuti multimediali online). Lo sviluppo dello standard 4G (*Fourth Generation*) è stato di fondamentale importanza per sostenere l'ingente aumento di traffico dati mobile venutosi a creare con la diffusione dei dispositivi mobili. I 2 principali standard 4G sono WiMAX e *Long Term Evolution* (LTE), quest'ultimo sviluppato dal 3GPP e diffuso a livello globale.

L'utilizzo di antenne *Multiple-Input Multiple-Output* (MIMO), con l'aumento della trasmissione dei dati e della portata dei collegamenti, comporta una maggiore affidabilità e un miglioramento generale delle prestazioni e della copertura. In aggiunta, sono utilizzati dei codici di correzione degli errori che provvedono a risolvere molti bug che limitavano le performance dello standard precedente; la differenza sostanziale rispetto al 3G emerge infatti non tanto nell'uso di applicazioni o nella navigazione su Internet, quanto nella gestione di funzioni più complesse.

Ulteriori miglioramenti sono ottenuti con la tecnologia *LTE Advanced*, le cui velocità massime teoriche raggiungono 1 Gbps sfruttando la *carrier aggregation*, che incrementa le prestazioni di picco attraverso bande di frequenza concatenate. L'ultimo aggiornamento in termini di standard è l'*LTE Advanced Pro* che, sfruttando sempre la *carrier aggregation* e alcune altre tecnologie usate poi anche nel 5G, raggiunge trasferimenti di picco di 3 Gbps.

### 2.1.2 La rivoluzione portata dal 5G

Oggi si è di fronte ad una nuova rivoluzione, quella del 5G, che, oltre a differenziarsi dagli standard precedenti per prestazioni notevolmente superiori, porta ad un'innovazione dell'intero ecosistema che la circonda. La quinta generazione è di fatto una rivoluzione sistemica, espressione di una convergenza di trend tecnico-economici e di *requirements* del cliente della cosiddetta 'Società Digitale'. L'utente moderno, infatti, è abituato a vivere una vita perennemente connessa tramite l'utilizzo di diversi dispositivi, a partire dall'oramai comune smartphone fino ad arrivare a sensori *Internet of Things* (IoT) per la *Smart Home*. Pertanto, la sfida che deve affrontare il 5G è quella di sviluppare e far comunicare oggetti connessi sempre più prestanti in termini di storage ed elaborazione, favorendo una società pienamente mobile e connessa, che dia potere alle trasformazioni socioeconomiche in innumerevoli modi, molti dei quali oggi non sono stati immaginati, compresi quelli per produttività, sostenibilità e benessere. La richiesta di una società completamente mobile è caratterizzata dall'enorme crescita della connettività e, di riflesso, della densità e volume del traffico, e dall'ampia gamma di casi d'uso e modelli di business previsti. Pertanto, alla luce di ciò, è necessario avere una rete flessibile, che preveda la possibilità di ottenere prestazioni per fornire, a seconda dei casi, un livello elevato di *throughput* o di affidabilità, una latenza molto bassa oppure una densità di connettività e un intervallo di mobilità superiori.

Nella fattispecie, il 5G fornirà significativi miglioramenti della velocità rispetto agli standard precedenti, almeno 20 volte più veloce del 4G, con massimi fino a 20 Gbps; la latenza sarà di circa 10 volte inferiore al 4G, fino a 1 ms e la densità di connettività superiore, arrivando a supportare 1 milione di dispositivi IoT per chilometro quadrato e consentendo così molteplici applicazioni innovative. Le reti 5G giocheranno quindi il ruolo di tecnologia abilitante per molteplici mercati verticalizzati con particolari bisogni di qualità del servizio e sicurezza.

L'obiettivo cardine è la connessione di qualsiasi tipo di *device*, dal più semplice sensore IoT al più complesso robot, puntando allo stesso tempo ad un consistente miglioramento ed estensione della banda larga mobile. Secondo un recente studio (Statista Research Department, 2019)<sup>1</sup>, infatti, il numero di dispositivi connessi è destinato a crescere a dismisura nei prossimi anni; dai 23 miliardi di dispositivi collegati presenti nel 2018, si stima che il numero toccherà quota 80 miliardi entro il 2025.

---

<sup>1</sup> Statista Research Department. (2019, 14 Novembre). Internet of Things (IoT) connected devices installed base worldwide from 2015 to 2025. Disponibile da <https://www.statista.com/statistics/471264/iot-number-of-connected-devices-worldwide/>

### 2.1.3 Caratteristiche del 5G

Una delle peculiarità del 5G è la possibilità di gestire in modo flessibile le connessioni parallele, dimensionate sull'esigenza dell'utente, adattandole in modo tale da offrire il livello di servizio richiesto al miglior *trade-off* costi/prestazioni. Come riportato da Texas Instruments<sup>2</sup>, riprendendo le definizioni dell'*International Telecommunication Union* (ITU), vi sono, a tal proposito, 3 trend principali:

- *enhanced mobile broadband* (emBB), che mira a potenziare le aree di innovazione quali realtà aumentata e realtà virtuale;
- *massive machine-type communication* (mMTC), mirata alla connettività di sensori IoT;
- comunicazione ultra-affidabile a bassa latenza, utilizzata in applicazioni comprendenti la guida autonoma o la telechirurgia.

La virtualizzazione di molte funzioni di rete, già iniziata con il 4G, ha di recente ottenuto importanti progressi, i quali hanno consentito all'utente di accedere al cloud dell'infrastruttura; pertanto, il numero sempre più crescente di connessioni con i *Communication Service Providers* (CSPs) ha fatto sì che venissero introdotte, all'interno del 5G, due nuove tecnologie fondamentali: il *Network Slicing* e l'*Edge Computing*.

Il *Network Slicing* rappresenta il concetto di suddivisione di rete, che eleva lo standard 4G ad un altro livello. Come illustrato nella figura 3, il *Network Slicing* separa il livello di traffico degli operatori in più pacchetti che supportano un maggior numero di applicazioni e servizi in esecuzione in parallelo, offrendo al contempo diversi livelli di qualità, latenza e larghezza di banda a seconda delle richieste dell'utente.

Ciò significa che i sistemi 5G sono muniti di molte sezioni di rete logiche o "corsie preferenziali", per supportare applicazioni e clienti specifici. Ad esempio, un operatore potrà avere clienti che richiedono a emBB di utilizzare strumenti di realtà aumentata, ma quello stesso operatore può anche simultaneamente fornire il servizio ai clienti che necessitano della rete per mMTC, guida autonoma o chirurgia a distanza, con attributi di rete molto diversi. Ogni applicazione ha i suoi requisiti specifici e tagliando la rete in diversi *layer* dedicati è possibile ottimizzare le varie sezioni di conseguenza.

In questo modo si consente agli operatori di vendere reti a clienti su base *as-a-service*, permettendo a tutti i clienti di usufruire della loro 'fetta di rete' come se fosse completamente separata dal resto; in sostanza, il *Network Slicing* consente una maggiore efficienza operativa e un minor *time to market* per implementare nuovi servizi

---

<sup>2</sup> Texas Instruments. (2019). *Preparing for a 5G world: An overview of the enabling technologies and hardware requirements*. Disponibile da <http://www.ti.com/lit/wp/slwy003/slwy003.pdf>

classificandosi così come uno dei più grandi fattori abilitanti tra i servizi 5G ai clienti business.

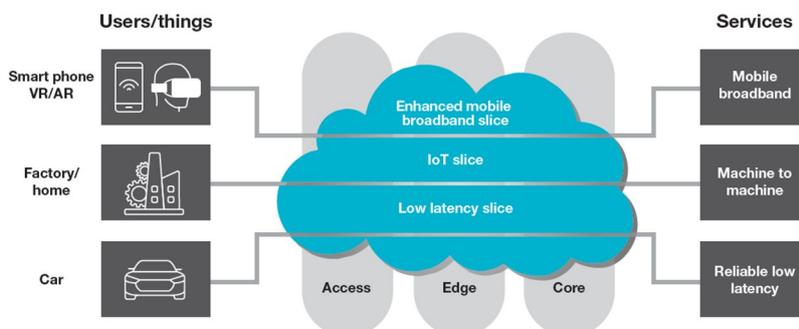


Figura 3 - Schema del Network Slicing nel 5G.

Fonte: Texas Instruments

L'*Edge Computing*, invece, significa prendere decisioni *real time* vicine alla fonte dei dati. Individuando intelligenza computazionale vicina all'individuo e diverse fonti di dati, l'*Edge Computing* riduce la latenza nell'implementazione del servizio richiesto: invece di inviare dati tramite la rete principale verso il cloud per l'elaborazione, si fa uso di un'architettura di rete distribuita per garantire un'elaborazione della richiesta con tempi di attesa ridotti ai minimi. Infatti, con la proliferazione di applicazioni che richiedono risorse di elaborazione istantanea, insieme a *smart functions* assistite dall'Intelligenza Artificiale (si pensi a guida autonoma, telemedicina e *Augmented/Virtual Reality*), è fondamentale che il *computing* si avvicini all'utente finale e quindi al confine tra i due mondi (*edge*). Facendo riferimento all'esempio della guida autonoma, un'auto, utilizzando le prestazioni offerte dal 4G, continua a percorrere metri anche dopo aver ricevuto il comando di frenare, a causa di diverse decine di millisecondi persi per attraversare l'intera rete due volte (andata e ritorno). L'introduzione dell'*Edge Computing* consente invece di ridurre quella latenza di un fattore 10, riducendo di conseguenza in modo significativo il tempo che intercorre tra comando e frenata.

Bisogna infine sottolineare come questo ambiente altamente eterogeneo, caratterizzato dall'esistenza di più tipologie di tecnologie di accesso, di reti multistrato, di dispositivi e di interazioni dell'utente, sia reso possibile dal punto di vista tecnico dall'implementazione di reti ultra-dense con tante celle (*cells*). L'infrastruttura 5G può essere vista infatti come una piattaforma unificata di spettri e bande con un design dell'interfaccia scalabile per tutte le tipologie di servizi. Come è possibile vedere in tabella 1, a seconda del range di frequenze utilizzate si impiegano celle di dimensioni differenti, caratterizzate da distanze di copertura e prestazioni diverse; è pertanto possibile utilizzare celle differenti a seconda dell'applicazione in esame, ovvero sulla base delle prestazioni richieste.

	< 1 GHz	1 GHz - 6 GHz	> 6 GHz
Dimensione delle Celle	 <b>Macro</b>	 <b>Small</b>	 <b>Ultra small</b>
Distanza di Copertura	25 - 40 Km	100 m	50 m
Frequenze Utilizzate	<u>Basse Frequenze</u> 700 MHz	<u>Medie Frequenze</u> 3.4 - 3.8 GHz	<u>Alte Frequenze</u> 24 GHz, 28 GHz, 31 GHz, 39GHz
Casi d'Uso	Voice Services Instant Messaging Smart Home & Smart City	Connected Automotive e-Health Smart City	Industry 4.0 VR & AR 8K Entertainment

Tabella 1 - Caratteristiche delle connessioni 5G per ciascun range di frequenze utilizzate.

## 2.2 Reti fisse di nuova generazione: la banda ultralarga

### 2.2.1 Il passaggio dall'ADSL alla fibra ottica

Da tempo è ormai in atto il rinnovamento dell'infrastruttura di rete presente. Il passaggio dall'ADSL alla fibra ha comportato la sostituzione dei canali di trasmissione utilizzati, rimpiazzando i vecchi cavi in rame con nuovi cavi in fibra ottica. Con la totalità della rete in rame, le prestazioni variavano a seconda delle distanze, delle condizioni meteorologiche e della temperatura; pertanto, un'abitazione lontana dalla centrale o dalla cabina era soggetta a un'elevata dispersione di potenza. Questo non accade invece con la fibra ottica, ottenendo prestazioni decisamente superiori: le connessioni sono più stabili, dal momento che le reti sono meno soggette a interruzioni e guasti (con conseguenti risparmi su costi di manutenzione) e quindi maggiormente affidabili. Inoltre, questa efficienza porta ad un risparmio energetico non indifferente rispetto alla rete in rame, riducendo sensibilmente il tempo di recupero dell'investimento effettuato. Collegare ciascuna zona del territorio con la fibra ottica è però economicamente molto dispendioso, a causa dei lavori civili necessari per la sostituzione della rete; perciò in alcune aree, caratterizzate da una densità di popolazione molto elevata, l'intero collegamento dalla centrale all'abitazione viaggia su fibra ottica, mentre in altre la fibra è limitata al collegamento dalla centrale alla cabina. A seconda dell'estensione del collegamento in fibra ottica (schematizzato in figura 4), vengono utilizzati diversi acronimi:

- FTTH, *Fiber To The Home*: l'intera tratta dalla centrale all'abitazione dell'utente è in fibra ottica; ciò permette di raggiungere l'apice delle prestazioni, con velocità fino a 1 Gigabit al secondo in download e in upload.
- FTTC, *Fiber To The Cabinet*: il cavo che collega la centrale all'armadio stradale è in fibra ottica, mentre il tratto che parte da quest'ultimo fino all'utenza finale è in rame. Essendo questa soluzione soggetta ai problemi accennati in precedenza, è necessario che l'utenza si trovi in prossimità della cabina al fine di ridurre al minimo le dispersioni; ciò nonostante l'FTTC è molto diffusa in quanto consente di avere ottime prestazioni rispetto all'ADSL (fino a 200 Mbps in download) a costi decisamente inferiori rispetto all'FTTH;
- FTTB, *Fiber To The Building*: il collegamento è molto simile al FTTH, con la differenza che la fibra ottica arriva fino alla cabina presente all'interno dell'edificio, mentre il collegamento finale verso ciascuna abitazione è in rame.

La strategia europea prevede, entro la fine del 2020, una connessione di almeno 30 Mbps per tutta la popolazione e una velocità minima di 100 Mbps per almeno il 50% di essa. In Italia invece, in linea con le direttive fissate dall'Agenda Digitale Europea, si punta, in modo ambizioso, ad una copertura della banda ultra-larga di almeno 30 Mbps per tutti i cittadini italiani, di cui l'85% in grado di usufruire dei servizi a una velocità superiore

ai 100 Mbps<sup>3</sup>. In tale direzione inizia a delinearsi il concetto di “Gigabit Society”, con nuovi obiettivi per il 2025 fissati dalla Commissione Europea:

- 1 Gbps per il 100% delle aziende, stazioni ferroviarie, aeroporti e le principali pubbliche amministrazioni;
- almeno 100 Mbps per il 100% delle abitazioni europee, incluse quelle nelle aree rurali, fino ad un massimo di 1 Gbps.

## Banda larga



## Banda ultralarga

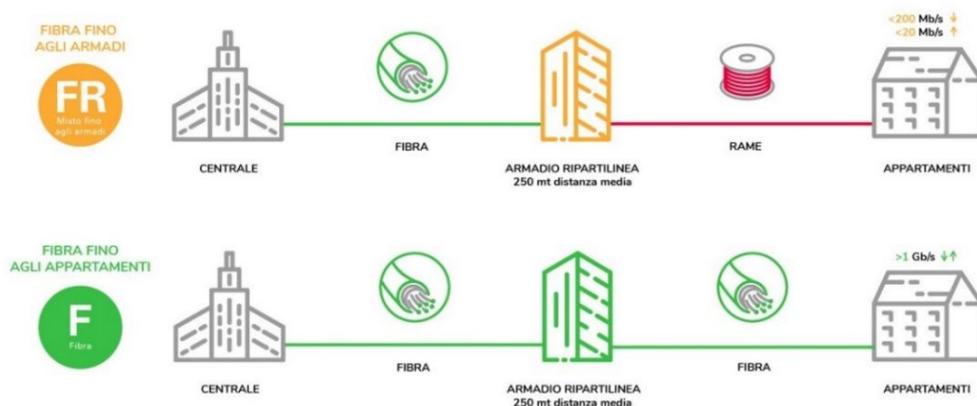


Figura 4: Schema del collegamento ADSL, FTTC e FTTH; ciascuna tipologia di connessione è contrassegnata da un bollino colorato contenente una o più lettere, secondo le direttive AGCOM.

Fonte: [www.openfiber.it](http://www.openfiber.it)

<sup>3</sup> Commissione Europea. (2019, 4 Aprile). L'UE investe nella banda larga veloce per tutti in Italia. Disponibile da [https://ec.europa.eu/regional\\_policy/it/newsroom/news/2019/04/04-04-2019-the-eu-invests-in-fast-broadband-for-all-in-italy](https://ec.europa.eu/regional_policy/it/newsroom/news/2019/04/04-04-2019-the-eu-invests-in-fast-broadband-for-all-in-italy)

## 2.2.2 Modelli di architettura di rete: le principali soluzioni per le reti in fibra ottica

Esistono fondamentalmente 3 tipologie di connessioni in fibra ottica in modalità FTTH: *Point To Point* (P2P), *Active Optical Network* (AON) e *Passive Optical Network* (PON):

- La soluzione P2P prevede un collegamento dedicato punto a punto tra un ufficio centrale e ciascun utente; perciò sono necessari un cavo in fibra in *upstream* e uno in *downstream* per ogni edificio. Chiaramente questa è l'opzione che consente prestazioni migliori, con maggiore stabilità, a causa dell'assenza di dispositivi intermediari. I Capex di una rete del genere sono però elevati, dovuti ad alti investimenti in fibra ottica e all'elevato numero di uffici centrali necessari; inoltre, il maggiore consumo di energia fa lievitare sensibilmente anche gli Opex. Al giorno d'oggi il P2P è molto utilizzato nel FTTC, con cavi dedicati che partono dall'ufficio centrale in direzione di ciascuna cabina;
- Nell'AON il collegamento è inizialmente condiviso dagli utilizzatori fino ad arrivare al nodo attivo, uno *splitter* che riesce a smistare e indirizzare il flusso di dati in modo selettivo verso ciascun utente. Grazie anche alla possibilità di amplificare il segnale, si ottengono prestazioni e stabilità di livello. Il rovescio della medaglia è rappresentato dall'ammontare dei costi operativi (pur essendo notevolmente inferiori al P2P): oltre ai costi operativi della rete, vanno a sommarsi i costi di manutenzione dei nodi che, essendo attivi, necessitano di energia elettrica e di isolamento;
- Nell'opzione PON, infine, una singola fibra si dirama, collegando l'ufficio centrale all'utente finale; a differenza dell'AON è presente uno *splitter* passivo, ovvero uno *splitter* che non necessita di alimentazione, il quale provvede a propagare i segnali verso tutti gli utilizzatori connessi, senza però indirizzarli. Sarà compito quindi dei terminali finali, gli *Optical Network Terminals* (ONT), selezionare e filtrare solamente quelli di interesse. Spesso possono verificarsi 2 livelli di *splitting*, il primo a livello della cabina stradale e il secondo all'interno dell'edificio per il collegamento verso ciascuna utenza. Il pregio è indubbiamente il costo ridotto, con minori Capex (risparmio su investimenti in condutture derivanti dal tratto comune in fibra ottica) e Opex (l'equipaggiamento nelle cabine non è attivo e quindi vi è un ridotto consumo energetico e, complessivamente, minori costi di gestione), a scapito però delle performance. Pertanto, tale soluzione è molto utilizzata dagli operatori incumbenti: per fare un esempio, attualmente in Italia Open Fiber sta sviluppando la rete in fibra ottica in modalità *Gigabit Passive Optical Network* (GPON), caratterizzata da una velocità massima in download di 2.5 Gbps<sup>4</sup>.

---

<sup>4</sup> Open Fiber. (2019). Architettura di rete. Disponibile da <https://openfiber.it/tecnologie/tecnologia-gpon/>

### 2.2.2.1 Fixed Wireless Access

Sempre nell'ambito della banda ultralarga è doveroso menzionare il *Fixed Wireless Access* (FWA), una tecnologia che si avvale di un sistema ibrido di reti cablate e wireless per fornire servizi di connessione agli utenti. Per tale tecnologia è inoltre adottato l'acronimo FTTH, *Fiber To The Tower*, in quanto il mezzo fisico, che sia in fibra ottica oppure ancora in rame, giunge fino alla Stazione Radio Base. Da qui il segnale wireless viene trasmesso ad un terminale ricevente per poter essere in seguito distribuito alle singole utenze; pertanto, a differenza delle tradizionali connessioni senza fili, le onde radio servono unicamente a realizzare un ponte tra due infrastrutture fisse. Questo meccanismo è quindi una valida soluzione, conveniente e flessibile per le zone a bassa densità di popolazione, quali aree montane o rurali, dove non risulterebbe conveniente dal punto di vista economico creare le tradizionali infrastrutture di rete (cosiddette aree bianche).

Come accennato, il *Fixed Wireless Access* rientra nel ramo della banda ultralarga, essendo la connessione superiore a 30 Mbps<sup>5</sup>. In Italia i 3 bandi BUL pubblicati da Infratel sono stati aggiudicati da Open Fiber, con una previsione di 1.5 milioni di unità immobiliari coperte da FWA sul totale di 9.5 milioni unità stimate da AGCOM nel dettaglio, a fine 2018 gli utenti attivi sul territorio nazionale erano 1.2 milioni, con una crescita annua del 17%, come riportato da Principali<sup>6</sup>. Analizzando invece la distribuzione del mercato, è evidente il ruolo predominante di Linkem ed Eolo, con quote di mercato rispettivamente del 40% e 37,1%; a seguire Tiscali con il 5% e altri operatori minori.

L'interdipendenza con le tecnologie mobili ha comportato nel tempo un'evoluzione dell'FWA; gli operatori, agendo su diverse bande di frequenza licenziate, hanno potuto realizzare notevoli miglioramenti nella trasmissione dei dati, utilizzando dapprima l'LTE e successivamente l'LTE Advanced. Come evidenziato da Abrardo<sup>7</sup>, l'introduzione del 5G permetterà lo sviluppo su vasta scala dell'FWA, con prestazioni paragonabili al FTTH e la flessibilità di poter raggiungere anche le zone bianche, dato l'uso pressoché limitato di infrastrutture fisse di rete; in aggiunta, il processo di manutenzione e aggiornamento dell'infrastruttura risulta più snello e conveniente.

---

<sup>5</sup> In Italia, a livello normativo, il FWA con rete cablata in fibra è equiparata al FTTC, secondo la Delibera 292/18 dell'AGCOM.

<sup>6</sup> Principali, L. (2019, 15 Maggio). Il Fixed Wireless Access: cos'è, a cosa serve in Italia e prospettive di mercato. Disponibile da <https://www.agendadigitale.eu/infrastrutture/il-fixed-wireless-access-cose-a-cosa-serve-in-italia-e-prospettive-di-mercato/>

<sup>7</sup> Abrardo, A. (2019, 1 Aprile). Fixed Wireless Access su 5G, ecco il futuro della banda ultralarga fissa. Disponibile da <https://www.agendadigitale.eu/infrastrutture/fixed-wireless-access-su-5g/>

### 2.2.2.2 Driver di adozione FTTH

Una ricerca dell'*FTTH Council* presentata al *Fibre To The Home Council Europe*<sup>8</sup> ha evidenziato i principali driver per l'adozione FTTH. Il primo fra questi risulta sicuramente il quadro normativo e gli incentivi pubblici per la promozione di implementazioni FTTH dettati dall'Europa, i cui dettagli saranno sviluppati nei prossimi paragrafi. Inoltre, i governi dei Paesi Europei hanno rivisto la propria strategia di infrastruttura digitale per concentrarsi su Fibra e 5G, dedicando più fondi pubblici al potenziamento delle reti basate su fibra. L'obiettivo è infatti quello di spegnere progressivamente le infrastrutture basate su rame migrandole interamente verso le reti FTTH. Per di più i comuni stanno puntando sull'espansione della fibra anche su zone più remote e meno abitate per cercare di arrivare ad una densificazione della rete guidata dalla distribuzione e dalla convergenza con il 5G, che consente, come vedremo, ingenti risparmi sui costi.

Questi obiettivi che il consiglio europeo si è prefissato di raggiungere entro il 2025 vanno di pari passo con la crescente richiesta di dati e contenuti multimediali dei consumatori che si aspettano di avere accesso ad una maggiore larghezza di banda e a minori esigenze di latenza. Di conseguenza i provider (sia incumbenti che nuovi entranti), cercando di soddisfare il trend della domanda, stanno spostando il loro core business concentrandosi verso l'FTTH.

---

<sup>8</sup> Fibre to the Home Council Europe. (2019). *Fixed-Mobile Network Convergence - The Key Role of Fibre*. Disponibile da [https://www.ftthcouncil.eu/documents/Reports/Technical%20Convergence\\_V17\\_FINAL\\_7march2019\\_Bis.pdf](https://www.ftthcouncil.eu/documents/Reports/Technical%20Convergence_V17_FINAL_7march2019_Bis.pdf)

## 2.3 Integrazione e concetto di ‘Fibre to 5G’

Negli ultimi anni, come evidenziato nello studio Luiss<sup>9</sup> riguardante la ‘*Gigabit Society*’, l’avvento di una fibra ottica sempre più prestante ha incrementato ulteriormente le esigenze, già presenti nel consumatore, di:

- una crescente intensità di utilizzo;
- una velocità di trasferimento dati sempre più elevata;
- una drastica riduzione dei tempi di latenza.

Questo cambiamento nella domanda sta operando da catalizzatore nella rivoluzione delle architetture e delle logiche di gestione della rete. Il 5G, come già detto nei paragrafi precedenti, è caratterizzato da ottime performance di latenza e capacità; pertanto, per essere sfruttato al massimo delle sue potenzialità e per evitare la presenza di eventuali colli di bottiglia nei flussi, richiede reti in fibra ottica capillari per il rilegamento dei siti mobili. L’integrazione di Fibra FTTH e 5G sta diventando quindi un punto cruciale ed imprescindibile per risultare competitivi nel mercato. L’Unione Europea dunque, per essere protagonista e non subire passivamente questa rivoluzione, necessita di investire in modo massiccio e su larga scala per realizzare la nuova infrastruttura digitale recentemente denominata ‘*Gigabit Society*’; dovrà quindi porsi degli obiettivi di connettività entro il 2025 al fine di abilitare il consumatore ad essere protagonista per la piena realizzazione della *Digital Economy*.

Riprendendo il *White Paper del Fibre to the Home Council Europe* sopra citato, i risultati dettati dallo studio risultano cruciali al fine di comprendere la giusta via per sfruttare al meglio la convergenza; sono emerse infatti delle evidenti convenienze economiche nell’integrazione FTTH e 5G; lo studio è partito da una divisione delle aree da analizzare come si può vedere nella figura 5 sottostante. Si è quindi tenuto conto di:

- aree popolate con diverse densità
- celle della rete con diverse densità
- alto numero di fibre
- distribuzione dei cavi sotterranea

Si sono infine considerate due configurazioni di rete: una con FTTH e FTT5G separate e una con le medesime tecnologie ma integrate.

---

<sup>9</sup> Luiss DREAM, & Itmedia Consulting. (2018). *La migliore regolazione per lo sviluppo della Gigabit Society. Tecnologie abilitanti, evoluzione dei servizi e best option infrastrutturali*. Disponibile da <https://d110erj175o600.cloudfront.net/wp-content/uploads/2018/04/Migliore-regolazione-per-la-Gigabit-Society.-Tecnologie-abilitanti-evoluzione-dei-servizi-e-best-option-infrastrutturali.pdf>

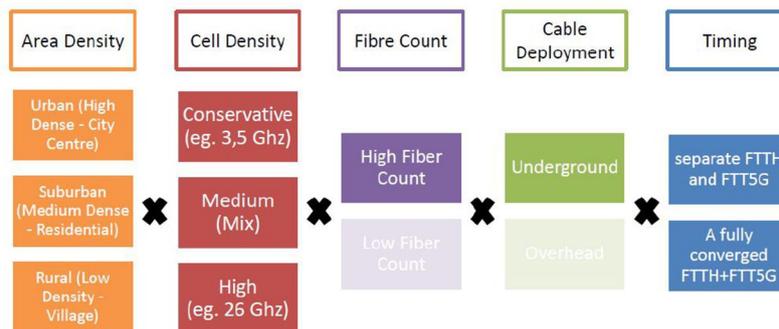


Figura 5: Principali parametri di cui si è tenuto conto nel White Paper

Fonte: *Fibre to the Home Council Europe*

I risultati hanno evidenziato come si raggiunga un massimo del risparmio (96% dell'investimento FTT5G dato dalla convergenza) in corrispondenza nelle zone altamente popolate con bassa densità di celle; al contempo la percentuale di extra-investimenti a parità di condizioni risulta minimo (0,4% dell'investimento per rendere l'FTT5G utilizzabile). Analizzando i risultati medi (vedi Tabella 2), comprendendo quindi tutte le zone delle città e includendo le diverse celle della rete, si nota come attraverso la convergenza si ottenga una media del 74% di *saving* di costo dell'investimento e una media del 5,6% di extra-investimenti *on top*.

	High Cell Density	Medium Cell Density	Low Cell Density
High Dense Area	74% -- 5,6%	75% -- 3,8%	96% -- 0,4%
Medium Dense Area	75% -- 7,2%	83% -- 3,2%	93% -- 0,8%
Low Dense Area	65% -- 6,6%	81% -- 2,7%	85% -- 1,9%

% of FTT5G saved by convergence -- % of extra investment to make FTTH-5G Ready

Tabella 2: Percentuali di savings nell'investimento FTT5G e di extra-investimenti per renderlo fruibile divise per area geografica a diversa densità di popolazione e di celle.

Fonte: *Fibre to the Home Council Europe*

Il *White Paper* di fatto conferma come, in tutte le rivoluzioni tecnologiche, le infrastrutture siano alla base dello sviluppo economico. Le *enabling technologies* sopra citate (e.g. *Internet of Things*, *Artificial Intelligence* etc.) non riuscirebbero ad emergere senza adeguate infrastrutture sottostanti, perdendo il loro potere innovativo. In particolare, la disponibilità di un'infrastruttura telco a banda ultralarga con una copertura totale risulta un presupposto essenziale nella *digital economy* per una nuova fase di crescita dello sviluppo. Come si può notare, sempre dallo studio '*Fibre For 5G*', un'infrastruttura FTTH, affidabile e diffusa in modo capillare, può sostenere adeguatamente e con successo tali sfide e sarà l'unica in grado di fornire tutta la banda necessaria anche in un futuro non immediato. Si tratta, in un certo senso, di

un'infrastruttura definitiva: una volta posata, per aumentarne le prestazioni basterà soltanto cambiare gli apparati agli estremi (rete *'future proof'*). La figura 6 mostra l'architettura di una rete convergente FTTH-5G, nella quale è ben visibile il *network slicing* che permette lo spaccettamento della rete in più canali dedicati.

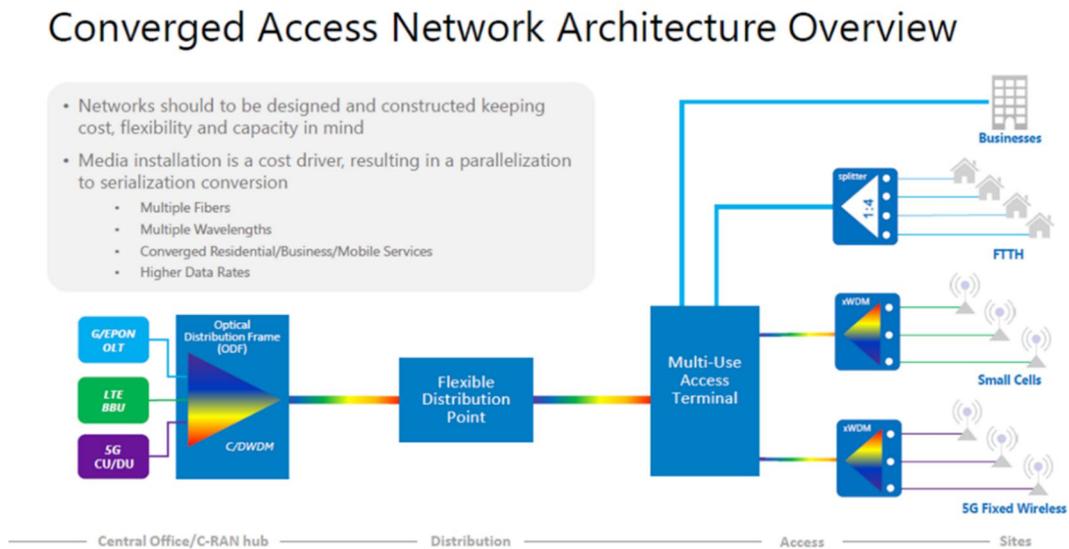


Figura 6: Architettura di rete convergente FTTH-5G

Fonte: *Fibre to the Home Council Europe*

## 2.4 Benefici economici dell'integrazione con le infrastrutture esistenti

L'integrazione tra le due tecnologie nella stessa architettura di rete, come ha evidenziato la survey effettuata dalla *Telecommunications Industry Association* (TIA)<sup>10</sup>, ha 3 principali vantaggi dal punto di vista tecnologico:

### 1) *Creazione e trasferimento di dati in tempo reale*

5G supporta *IoT* e *Big Data*, che fanno molto affidamento sulla raccolta e il trasferimento di dati in tempo reale. Affinché le decisioni vengano prese istantaneamente (e automaticamente, in molti casi) sulla base di questi dati, sono necessari una latenza minima e livelli di larghezza di banda elevati per garantire che i dati arrivino celermente dove richiesto.

### 2) *Aumento delle richieste di rete*

A causa di questa raccolta e trasferimento di dati 24 ore su 24, 7 giorni su 7, ci sono molte più richieste sulle reti: livelli di disponibilità della rete più elevati, copertura completa della rete wireless (senza punti morti), latenza inferiore e maggiori capacità di larghezza di banda (come menzionato in precedenza), tutte causate da un afflusso di dispositivi collegati. In parte, ciò è dovuto al numero crescente di utilizzatori e ai dispositivi che trasportano, collegando il consumatore finale a dati illimitati. Inoltre, oggi è presente un altro livello di connettività, con dispositivi non controllati o gestiti da persone, ma capaci di collegarsi direttamente alla rete e funzionare in modo indipendente (si pensi agli apparecchi di illuminazione a LED PoE, alle telecamere di sorveglianza e ai display digitali).

### 3) *Frequenze radio più elevate e celle piccole*

Per raggiungere i livelli prestazionali previsti per le reti 5G, più *small cells* (o nodi) e il mobile *edge computing* saranno necessari per eliminare i colli di bottiglia della rete. Queste distribuzioni di *small cells* spesso utilizzano lo spettro delle onde millimetriche, facendo molto affidamento su connessioni cablate in fibra per la porzione di *backhaul* della rete. Per gestire grandi quantità di dati, il 5G utilizza frequenze radio molto più elevate rispetto alle reti mobili esistenti; queste alte frequenze, tuttavia, hanno intervalli molto brevi. Per fare in modo che il 5G funzioni come previsto fornendo un servizio multi-gigabit a utenti e dispositivi, devono essere installate molte "celle" aggiuntive che coprono piccole aree. Per fornire un servizio multi-gigabit agli utenti e alle applicazioni che desiderano accedere alle reti 5G, le celle ridistribuiscono i segnali dai vettori cellulari attraverso l'aria o attraverso la linea diretta, portandoli all'interno e/o

---

<sup>10</sup> TIA, & Tolaga Research. (2017). *5G Operator Survey*. Disponibile da [https://www.tiaonline.org/wp-content/uploads/2018/05/5G\\_Operator\\_Survey.pdf](https://www.tiaonline.org/wp-content/uploads/2018/05/5G_Operator_Survey.pdf)

disperdendoli in una vasta area. In base alle dimensioni richieste dal tipo di applicazione, esse possono assumere la forma di femtocelle, piccole celle, impresa reti di accesso radio (RAN), sistemi di antenne distribuite (DAS) o Cloud RAN (CRAN).

La fibra risulta quindi l'opzione preferita per il 5G a causa della sua scalabilità, sicurezza e capacità di gestire l'enorme quantità di traffico di *backhaul* generato. Oltre ad essere l'opzione da prediligere per i *backhaul* di rete, la fibra è anche ottimale per lo spicchio *fronthaul* della rete (la parte che collega le *small cells*). Inoltre, la fibra può gestire le maggiori velocità del 5G con attenuazione più bassa, è immune alle interferenze elettromagnetiche ed offre un potenziale di larghezza di banda praticamente illimitato.

## 2.5 Vincoli che impediscono la convergenza di fibra e rete 5G

Come per ogni rivoluzione radicale, emergono numerose le complicazioni nella messa in atto della nuova architettura di rete; sono presenti infatti alcuni comuni italiani che stanno ritardando l'implementazione del 5G richiedendo ulteriori prove che testino la sicurezza per i cittadini.

Secondo quanto riportato dall'articolo del portale Key4Biz *“sono una ventina al momento i comuni italiani (per lo più di piccole dimensioni) dove i sindaci hanno deciso di dire no al 5G, sospendendo o bloccando del tutto l'installazione delle nuove antenne. Per ora si tratta di piccoli comuni, il più grande dei quali ad oggi è San Lazzaro in provincia di Bologna, dove il primo cittadino ha deciso la sospensiva dell'esercizio delle nuove reti in attesa di nuove prove scientifiche che garantiscano la sicurezza degli impianti per la salute dei cittadini”*<sup>11</sup>.

Questo aspetto, come già descritto nel paragrafo relativo ai benefici dell'integrazione Fibra e 5G, risulta problematico. Si potrebbe di fatto presentare una 'rivoluzione a macchia di leopardo' o meglio detto un '*digital divide* tecnologico' per il quale il 5G sarà diffuso nella maggior parte dei comuni italiani ma con dei veri e propri buchi in corrispondenza dei comuni bloccati dai sindaci. Questo veto avrebbe gravi ripercussioni sui benefici che si avrebbero solamente con una copertura di rete del 100%. In particolare, i seguenti servizi di *smart city* potrebbero avere considerevoli ridimensionamenti:

- 1) interventi di salvataggio e messa in sicurezza: il servizio di sicurezza e pronto intervento della Protezione Civile, rivoluzionato dall'uso dei droni ad esempio, in caso di gravi calamità naturali/operazioni di recupero in aree difficilmente raggiungibili;
- 2) *smart mobility*: non potranno essere installati i sensori nei semafori che consentono di regolare i flussi in base al traffico, in modo da gestire il deflusso di auto e mezzi. L'auto senza conducente rimarrà una mera illusione, poiché senza le connessioni 5G a bassissima latenza non sarà immaginabile avere mezzi senza pilota a causa di una mancata connessione tra veicoli, lampioni, pedoni e la sensoristica IoT posizionata sulla sede stradale e sui marciapiedi;
- 3) sanità digitale: verrebbe meno in questo caso una delle rivoluzioni più attese relative a 5G, ovvero la telemedicina. Di conseguenza non potranno essere effettuati interventi chirurgici a distanza e questo potrebbe avere come diretta conseguenza economica uno spostamento dei pazienti, desiderosi di farsi ricoverare in ospedali coperti dal suddetto servizio;

---

<sup>11</sup> Anastasio, P. (2019, 20 Novembre). 5G, che cosa non si potrà fare nei comuni che bloccano le antenne. Disponibile da <https://www.key4biz.it/5g-che-cosa-non-si-potra-fare-nei-comuni-che-bloccano-le-antenne/279783/>

- 4) turismo: le visite immersive a musei e siti archeologici (già sperimentate ad esempio a Palazzo Madama a Torino<sup>12</sup>) saranno impossibili. Uno dei principali servizi sperimentati in campo turistico è appunto la creazione di esperienze sempre più totalizzanti, basate su realtà virtuale e aumentata;
- 5) rifiuti: a causa del mancato collegamento con la sensoristica IoT non potranno essere monitorati la raccolta dei rifiuti, l'illuminazione pubblica (*smart lighting*), lo *smart metering* delle reti idriche, elettriche e dei consumi.

Si è parlato in questo caso di limiti che riguarderebbero la vita quotidiana del cittadino del futuro; è da sottolineare, infine, come le conseguenze più gravi di una mancata convergenza riguarderebbero le aziende, che si troverebbero isolate e perderebbero competitività nel mercato.

---

<sup>12</sup> Il 22 e 23 maggio 2019 a Torino sono stati resi noti al pubblico i risultati del progetto europeo 5G MoNArch attraverso un'esperienza di realtà virtuale a Palazzo Madama, ulteriori informazioni sul sito <https://www.torinocitylab.it/it/news/223-touristic-city-testbed>

## 3. Proprietà intellettuale e standard tecnologici

### 3.1 Protezione dell'innovazione e brevetti

#### 3.1.1 *Intellectual Property Rights* e il ruolo nell'innovazione

In un contesto altamente competitivo come quello odierno, le dinamiche in continua evoluzione dei mercati costringono le imprese ad adattarsi, variando l'offerta di prodotti e servizi e delineando nuove strategie. L'innovazione diviene pertanto un elemento indispensabile per poter ottenere dei vantaggi competitivi nei confronti dei *competitors*, in particolar modo nei mercati caratterizzati da un'elevata specializzazione tecnologica. Perciò, all'interno di sistemi economici complessi, la componente intangibile ricopre un ruolo strategico non trascurabile; ne consegue che lo sfruttamento dei beni intangibili riveste un aspetto fondamentale per la creazione del valore.

L'innovazione necessita però di un'adeguata strategia di protezione al fine di poter poi appropriarsi del valore creato. A tal proposito, molte variabili di contesto possono influire nella gestione dell'innovazione; ad esempio, la natura dell'investimento, la presenza di asset complementari e i regimi di appropriabilità sono elementi che possono influenzarne di molto l'esito economico (M. A. Schilling)<sup>13</sup>. Così, a seconda della tecnologia e delle strategie di marketing adottate, possono essere impiegati metodi di protezione del valore dell'innovazione differenti:

- Segreto industriale;
- Diritti di proprietà intellettuale, ovvero brevetti, marchi, diritti d'autore e disegni industriali;
- Presenza di curve di apprendimento, le quali consentono di mantenere un vantaggio rispetto alla concorrenza tramite un'innovazione continua;
- Sfruttamento di asset complementari, come la capacità produttiva su larga scala, i canali di distribuzione e l'accesso alle risorse chiave;
- Sfruttamento dell'effetto *lock-in*, dovuto a esternalità di rete oppure semplicemente a costi di *switch* per il consumatore.

Al fine di comprendere l'andamento dello sviluppo della tecnologia in esame è necessario focalizzarsi sui Diritti di Proprietà Intellettuale e, nella fattispecie, sui brevetti.

La Proprietà Intellettuale si riferisce a creazioni della mente: invenzioni, opere letterarie e artistiche, simboli, nomi e immagini utilizzati in commercio. È divisa in due categorie:

- Il Diritto d'Autore o *Copyright*, che copre forme artistiche e creative, ovvero opere letterarie, film, musica, opere d'arte (quali disegni, dipinti, fotografie e sculture)

---

<sup>13</sup> Schilling, M. A. (2013). *Strategic Management of Technological Innovation* (4<sup>a</sup> ed.). New York, USA: McGraw-Hill.

e progettazioni architettoniche; sono inoltre inclusi i diritti relativi alle esibizioni dal vivo degli artisti, le registrazioni dei produttori di musica e i programmi di emittenti radio o televisive. Tale diritto viene quindi applicato automaticamente a tutte le opere inedite nel momento della loro creazione.

- La Proprietà Industriale, che include i brevetti per invenzioni, i marchi, i disegni industriali e le indicazioni geografiche; a differenza del *Copyright*, tale diritto non nasce automaticamente ma vi è un processo di applicazione e successiva pubblicazione per quanto riguarda i brevetti e un processo di registrazione per i marchi e i disegni industriali<sup>14</sup>.

I Diritti di Proprietà Intellettuale, analogamente a qualsiasi altro diritto di proprietà, permettono ai creatori o ai proprietari di brevetti, marchi o opere brevettate di trarre beneficio dall'investimento eseguito o dal lavoro profuso per la creazione. In particolare, l'autore ha il diritto di beneficiare della protezione dei propri interessi, sia morali che materiali, derivanti da ogni sua produzione<sup>15</sup>. L'importanza della proprietà intellettuale è stata riconosciuta per la prima volta nella Convenzione di Parigi per la Protezione della Proprietà Industriale (1883) e nella Convenzione di Berna per la Protezione della Letteratura e delle Opere Artistiche (1886). Entrambi i trattati sono amministrati dal *World Intellectual Property Organization* (WIPO).

Sono molteplici i motivi per cui promuovere e proteggere l'*Intellectual Property Rights* (IPR). Innanzitutto, i progressi e il benessere dell'umanità dipendono dalla sua abilità di creare e innovare nei settori della tecnologia e della cultura. In secondo luogo, proteggere le nuove creazioni incoraggia l'impegno di ulteriori risorse aggiuntive per innovazioni successive. Terzo, la promozione e la protezione degli IPR stimola la crescita economica, crea nuovi posti di lavoro e industrie e migliora la qualità e il godimento della vita. Un efficiente ed equo sistema di protezione dell'innovazione può aiutare tutti i paesi agendo da catalizzatore per lo sviluppo economico e per il benessere sociale e culturale. Il sistema di proprietà intellettuale, infatti, aiuta a trovare un equilibrio tra gli interessi degli innovatori e l'interesse pubblico, fornendo un ambiente protetto in cui la creatività e l'invenzione possono prosperare per il beneficio di tutti.

---

<sup>14</sup> In Italia, a livello normativo, i diritti di Proprietà Industriale sono regolati dal Codice della Proprietà Industriale (D. Lgs. 30/2005).

<sup>15</sup> Art. 27 Dichiarazione Universale dei Diritti Umani.

## 3.1.2 La protezione dell'innovazione tramite brevettazione

### 3.1.2.1 Caratteristiche di un brevetto

Un brevetto è un contratto tra un inventore e uno stato; esso garantisce un diritto esclusivo, concesso per un'invenzione, un prodotto o un processo che rende accessibile un nuovo modo di fare qualcosa, offrendo una nuova soluzione tecnica ad un problema. Si tratta di un documento tecnico-legale nel quale è presente una descrizione tecnica dettagliata dell'oggetto del brevetto e le relative pretese di tutela. Nella fattispecie, deve contenere una sintesi dello stato dell'arte precedente, ovvero la tecnologia nota al momento del deposito, il problema che l'invenzione si pone di risolvere e una spiegazione di come realizzarla. L'invenzione, per poter essere brevettata, deve quindi essere:

- Una novità, ovvero non è parte dello stato dell'arte e pertanto non è ancora disponibile al pubblico oppure brevettata;
- Utile, deve quindi produrre un risultato che risolva un problema tecnico e che abbia un'applicazione industriale;
- Non ovvia.

Il titolare di un brevetto può decidere a chi concedere il diritto di usufruirne, cedendolo in licenza sulla base di accordi stabiliti tra le parti; ha inoltre la possibilità di cedere i propri diritti brevettuali a terzi. Un brevetto fornisce ai proprietari una protezione per le loro invenzioni garantita per un periodo limitato di tempo, generalmente 20 anni, al fine di permettere il recupero degli investimenti sostenuti in ricerca e sviluppo e di consolidare la posizione di mercato e la competitività. Decorso tale termine, l'invenzione diventa di pubblico dominio. Pertanto, l'utilizzo di un prodotto o processo brevettato senza l'autorizzazione del proprietario causa una violazione di brevetto; ciò include la produzione, la messa in vendita o l'importazione di beni che violino il brevetto o che siano stati direttamente ottenuti da un utilizzo improprio di un processo brevettato. Essendo questi confini molto sottili, data l'enorme complessità dei prodotti e servizi, raramente si effettua un unico brevetto per un prodotto o processo; ciò può portare a vere e proprie strategie, chiamate di *patent fencing*, volte ad ottenere brevetti specifici per ogni singola variante dell'invenzione, in modo tale da bloccare ogni possibile tentativo di imitazione e trarre il massimo beneficio economico da essi (ad esempio tramite concessione della licenza di alcuni di questi).

### 3.1.2.2 La brevettazione: estensioni geografiche e tempistiche del processo

Come accennato precedentemente, si tratta di un contratto tra un inventore e uno stato. In ogni paese vi è quindi un ufficio nazionale al quale è possibile fare richiesta di brevettazione; a titolo di esempio, in Italia è presente l'Ufficio Italiano Brevetti e Marchi (UIBM), con sede a Roma e facente parte del Ministero dello Sviluppo Economico. Al giorno d'oggi, però, le imprese operano in un contesto internazionale ed è necessario avere una protezione del valore dell'innovazione non solo a livello locale; è riconosciuta quindi la possibilità di estendere il proprio diritto in altri paesi oppure direttamente a livello continentale e oltre, inoltrando la richiesta a diversi organi, tra cui l'*European Patent Office* (EPO) oppure il WIPO.

Il giorno in cui viene effettuata la richiesta presso l'ufficio di competenza prende il nome di Data di Applicazione e sancisce l'inizio del processo di brevettazione, sintetizzato in figura 7. Decorsa tale data, l'applicante ha 12 mesi di tempo per estendere territorialmente il proprio diritto (decisione tendenzialmente posticipata al termine del periodo in quanto economicamente dispendiosa). Prima che il brevetto venga pubblicato trascorrono 18 mesi, nei quali vengono effettuate le opportune ricerche; in tale lasso di tempo il brevetto rimane segreto e perciò non è visibile al resto del mondo. Dopo la pubblicazione il brevetto ha una presunzione di validità e può essere soggetto a contestazione da parte di terzi; in totale possono decorrere circa 4-5 anni prima dell'effettiva registrazione del brevetto. Successivamente, vi sono ancora 9 mesi di tempo dopo il rilascio per contendere la decisione presso l'organo, dopodiché è possibile opporsi esclusivamente tramite causa civile. Ciò non vuol dire che un brevetto non possa riferirsi ad altri: in ciascuno di essi è presente una sezione all'interno della quale sono citati tutti i documenti considerati rilevanti; ogni brevetto considerato rilevante è contrassegnato con una lettera che ne indica la gravità e, di conseguenza, se vi è una violazione.

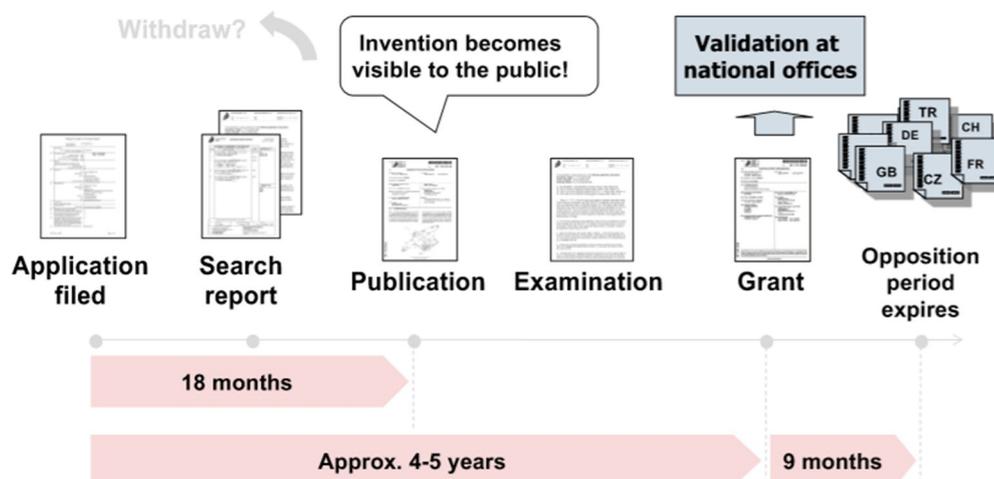


Figura 7 - Schema temporale della procedura di brevettazione.

Fonte: materiale didattico

### 3.1.2.3 Classificazioni tecnologiche e Innovation Patent Index

Al fine di poter facilitare le ricerche e raggruppare i brevetti secondo dei criteri universali, sono state introdotte delle classificazioni tecnologiche, la più rilevante delle quali è l'*International Patent Classification* (IPC), stabilita nell'Accordo di Strasburgo nel 1971. Il codice IPC è presente sul frontespizio del documento (in figura 8 è presente il frontespizio di uno dei brevetti analizzati nel presente lavoro di tesi<sup>16</sup>) e distribuisce le tecnologie brevettabili sulla base delle proprietà funzionali in otto sezioni, indicate da lettere dalla A alla H, fino a scendere in livelli di dettaglio sempre maggiori; ciascun brevetto è quindi contrassegnato da almeno un codice indicante la classe principale di appartenenza, seguito eventualmente da ulteriori codici nel caso in cui l'invenzione appartenesse a più classi. L'IPC è universalmente riconosciuto in tutto il mondo; in aggiunta, a seconda del paese di deposito, trovano luogo ulteriori classificazioni, come l'*European Classification* (ECLA) in Europa oppure la *United States Patent Classification* (USPC) negli Stati Uniti.

I brevetti possono essere inoltre utilizzati per fare inferenza sull'andamento dell'innovazione nell'ambito di una determinata tecnologia. A tal proposito è stato introdotto recentemente un nuovo indicatore, l'*Innovation Patent Index* (IPI)<sup>17</sup>, con l'intento di valutare la capacità innovativa di imprese, filiere settoriali e intere aree geografiche. L'IPI, utilizzando i dati brevettuali, imposta l'analisi su 5 dimensioni:

- Diversificazione, sulla base del numero di classi tecnologiche;
- Efficienza, osservando il numero di brevetti, filtrando il fattore dimensionale;
- Internazionalizzazione, ovvero il conteggio delle estensioni geografiche;
- Qualità, basata sul numero di citazioni *backward*;
- Tempo dedicato alla progettazione.

---

<sup>16</sup> Scaricato dal sito

<https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/058671470/publication/EP3399810A1?q=EP20170169554>

<sup>17</sup> Elaborato dal Centro sull'Innovazione Tecnologica e Digitale, LIUC Business School.

Liuc Business School. (2019). Innovation Patent Index, il nuovo indicatore della capacità innovativa di imprese e territori. Disponibile da <http://www.liucbs.it/notizie-ed-eventi/innovation-patent-index-il-nuovo-indicatore-della-capacita-innovativa-di-imprese-e-territori/>



(11) **EP 3 399 810 A1**

(12) **EUROPEAN PATENT APPLICATION**

(43) Date of publication:  
07.11.2018 Bulletin 2018/45

(51) Int Cl:  
H04W 56/00 (2009.01) H04W 36/00 (2009.01)

(21) Application number: 17169554.7

(22) Date of filing: 04.05.2017

(84) Designated Contracting States:  
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR**  
Designated Extension States:  
**BA ME**  
Designated Validation States:  
**MA MD**

(72) Inventors:  
• Lindoff, Bengt  
SE-237 35 Bjärred (SE)  
• Alriksson, Peter  
SE-242 31 Hörby (SE)  
• Åström, Magnus  
SE-224 80 Lund (SE)

(71) Applicant: Telefonaktiebolaget LM Ericsson (publ)  
164 83 Stockholm (SE)

(74) Representative: Ericsson  
Patent Development  
Torshamnsgatan 21-23  
164 80 Stockholm (SE)

(54) **WIRELESS COMMUNICATION DEVICE, NETWORK NODE, METHODS AND COMPUTER PROGRAMS FOR AIDING FINDING OF SYNCHRONISATION SIGNALS**

(57) A method of a network node of a cellular communication system for mobility from a first radio access network, RAN, operating using a first radio access technology, RAT, to a second RAN operating using a second RAT. The first RAT has synchronisation signals with a first frequency allocation and the second RAT has synchronisation signals with a second frequency allocation in relation to a network frequency for the second RAT.

The method comprises determining allocation information about the synchronisation signals of the second RAT, and transmitting a radio resource control, RRC, message including the allocation information about the synchronisation signals of the second RAT. A method for the wireless communication device is also disclosed, as well as a network node, a wireless communication device and computer programs for them.

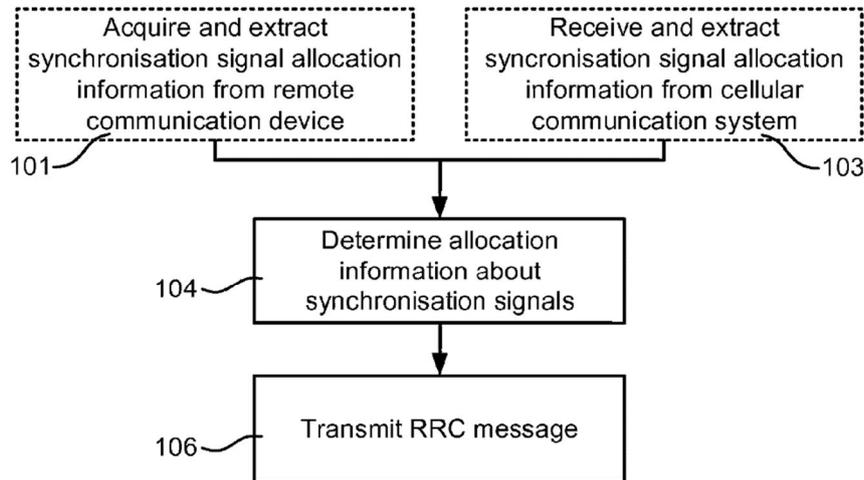


FIG. 1

Printed by Jouve, 75001 PARIS (FR)

Figura 8 - Frontespizio di un brevetto rilasciato dall'EPO.

Al suo interno sono indicati: numero di pubblicazione (11), data di pubblicazione (43), numero di applicazione (21), data di applicazione (22), classificazioni tecnologiche (51), paesi designati (84), organizzazione applicante (71), inventori (72), titolo del brevetto (54) e breve descrizione del brevetto (57).

Fonte: Espacenet Patent Search

EP 3 399 810 A1

## 3.2 Standard tecnologici

### 3.2.1 Proprietà e caratteristiche di uno standard

Gli standard tecnologici (o norme) definiscono i parametri di riferimento, ovvero le specifiche tecniche, che denotano la conformità di un prodotto o di un servizio per poter accedere al mercato. Si tratta di un documento che indica le linee guida sulla progettazione, l'uso o le prestazioni di materiali, prodotti, servizi, processi, sistemi o persone; in altre parole, si tratta di un elaborato che delinea le regole per ottenere l'ordine in un dato contesto. L'*International Organization for Standardization* (ISO), all'interno della guida ISO/IEC, definisce infatti uno standard come “un documento, stabilito per consenso e approvato da un organismo riconosciuto, che prevede, per uso comune e ripetuto, regole, linee guida o caratteristiche per le attività o i loro risultati, finalizzate al raggiungimento del grado ottimale di ordine in un dato contesto” (Guida ISO/IEC 2:2004, 2004, p.12, definizione 3.2)<sup>18</sup>.

Gli standard possono essere utilizzati su base volontaria oppure imposti dalla legge e dalle normative nazionali e internazionali. Possono essere sviluppati da organizzazioni specializzate oppure semplicemente da imprese per uso interno; inoltre possono derivare da consorzi di imprese al fine di rispondere ad una specifica esigenza del mercato o da dipartimenti governativi a supporto delle normative. A livello europeo, sono riconosciute tre tipologie di norme<sup>19</sup>:

- Standard nazionale, ovvero una norma adottata e messa a disposizione della comunità da un ente di standardizzazione nazionale;
- Standard europeo, se l'organismo di standardizzazione ha un orizzonte europeo;
- Standard internazionale, quando l'ente produce norme valide al di fuori del continente.

Gli standard non hanno una durata predefinita, sono soggetti a revisione periodica in modo tale da tenere in considerazione gli sviluppi tecnologici e le tendenze di mercato<sup>20</sup>. Non riguardano solamente i requisiti tecnici, ovvero le specifiche, ma, come accennato precedentemente, possono riferirsi a metodi di processo e di gestione (ad esempio riguardanti la gestione dei processi interni), codici di condotta o linee guida su una buona pratica concordata. Tutto ciò con lo scopo di una maggiore efficienza nella produzione di beni e servizi e di un commercio internazionale agevolato (dovuto all'adozione delle medesime specifiche).

---

<sup>18</sup> International Organization for Standardization. (2004). *ISO/IEC GUIDE 2:2004*. Disponibile da [https://ec.europa.eu/eurostat/cros/system/files/iso\\_iec\\_guide\\_2\\_2004%20-%20EN-FR-RU%20it-es-nl.pdf](https://ec.europa.eu/eurostat/cros/system/files/iso_iec_guide_2_2004%20-%20EN-FR-RU%20it-es-nl.pdf)

<sup>19</sup> ETSI. (2019). Why Standards. Disponibile da <https://www.etsi.org/standards/why-standards>

<sup>20</sup> International Organization for Standardization. (2019). Standards in Our World. Disponibile da [https://www.iso.org/sites/ConsumersStandards/1\\_standards.html](https://www.iso.org/sites/ConsumersStandards/1_standards.html)

## 3.2.2 Gli standard nell'ICT e nelle telecomunicazioni: esempio di standardizzazione presso l'*European Telecommunications Standards Institute*

### 3.2.2.1 Ruolo normativo delle organizzazioni di standardizzazione

In generale, la presenza di standard tecnici rappresenta una variabile da non sottovalutare all'interno di un settore, influenzandone caratteristiche e andamento. Nell'ambito del settore dell'ICT e in quello delle telecomunicazioni, il ruolo ricoperto dalle norme è indispensabile: innanzitutto, garantiscono affidabilità e sicurezza, dal momento che sono utilizzati come riferimento dalle autorità di regolamentazione e dai legislatori per tutelare gli interessi dei consumatori e delle imprese. In secondo luogo, permettono di soddisfare le esigenze di interconnessione e interoperabilità, necessarie a mantenere un mercato aperto, dove gli utenti finali possono combinare diversi dispositivi e servizi; l'interoperabilità, ovvero la capacità di fare interagire diversi dispositivi tra di loro a ogni livello, è infatti uno degli aspetti chiave in questi contesti. In tal modo viene garantita una maggiore possibilità di scelta al consumatore, ampliando il mercato, con la conseguente possibilità per le imprese di sfruttare economie di scala. Pertanto, in un ambiente caratterizzato da una pluralità di reti, attori e servizi, è compito delle organizzazioni favorire ciò attraverso l'interazione di diversi gruppi di norme.

Ciascuna organizzazione segue un proprio processo di elaborazione degli standard; pertanto, a titolo esemplificativo, si è deciso di illustrare il procedimento dell'*European Telecommunications Standards Institute* (ETSI), uno dei più importanti organismi in materia a livello mondiale, il cui database è stato utilizzato per effettuare l'analisi econometrica del presente elaborato. L'ETSI, al fine di elaborare standard che possano portare delle soluzioni alle esigenze tecnologiche, utilizza una politica basata sulla trasparenza e sul consenso<sup>21</sup>. Dunque, i membri del comitato hanno il compito di selezionare tra i vari progetti quelli che possono essere oggetto di standardizzazione e di allocare ad essi le risorse disponibili.

Nella fattispecie, per dare il via al processo, è necessario che la proposta sia avanzata al comitato da almeno quattro membri. Le norme possono essere sviluppate (come accade nella maggioranza dei casi) da comitati tecnici interni, composti da membri dell'organizzazione, oppure dalle cosiddette *Specialist Task Forces* (STFs), ovvero dei team di esperti selezionati per lavorare temporaneamente su norme particolarmente delicate, o, infine, dagli *Industry Specification Groups*.

Terminata la fase di elaborazione, ciascuna norma deve essere approvata; Solitamente, l'approvazione spetta alla commissione selezionata, mentre in alcuni casi spetta all'intero

---

<sup>21</sup> ETSI. (2019). ETSI Standards Making. Disponibile da <https://www.etsi.org/standards/standards-making>

collettivo dell'ETSI. Qualora invece la norma fosse europea, saranno le organizzazioni nazionali facenti parte dell'ETSI a dover dare il consenso definitivo.

A seconda della tipologia di standard, il processo di approvazione può differire; se prendiamo come riferimento la pubblicazione di uno standard europeo (EN), la procedura è sintetizzata in figura 10. A seguito dell'approvazione da parte del Comitato Tecnico, il Segretariato provvede a fornire l'elaborato alle *National Standards Organizations* (NSOs), incaricate di portare avanti l'Inchiesta Pubblica (dove viene espressa la posizione di ciascuna nazione). La norma può successivamente essere finalizzata se la votazione ha esito positivo e non vi sono osservazioni rilevanti.

Per l'approvazione è necessario raggiungere il 71% dei voti (ponderati in base a ciò che viene concordato nell'assemblea) e successivamente lo standard può essere pubblicato dal Segretariato dell'ETSI, che si occupa del rispetto delle procedure. Infine, dopo la pubblicazione, ETSI provvederà ad aggiornare costantemente e ad adattare lo standard al livello tecnologico corrente.

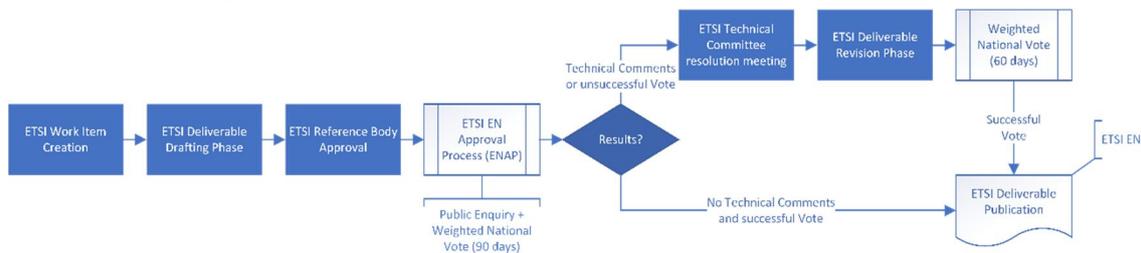


Figura 9 - Processo di pubblicazione di uno standard europeo ETSI.

Fonte: [www.etsi.org](http://www.etsi.org)

### 3.2.2.2 Standard precedenti nel settore delle telecomunicazioni mobili

Gli standard nell'ambito delle telco sono nati per superare le differenze nazionali caratteristici dei primi sistemi, con i relativi problemi, quali limitazioni a livello di capacità e livelli qualitativi inferiori. A tal proposito il *3rd Generation Partnership Project* utilizza un sistema di 'Releases' parallele, che permettono agli sviluppatori di usufruire di una piattaforma stabile su cui poter aggiungere nuove funzioni, implementandone la tecnologia. Sono di seguito riportati, nella tabella 3<sup>22</sup>, gli standard precedenti al 5G sviluppati da ETSI nel 3GPP, suddivisi per generazione (per la descrizione generale dell'evoluzione delle telecomunicazioni mobili si rimanda al paragrafo 2.1). È doveroso ricordare che gli standard riportati non sono gli unici sviluppati per queste tecnologie, essendo presenti per alcuni di essi delle varianti sviluppate da altri organismi in continenti differenti.

<sup>22</sup> Fonte dei dati: <https://www.etsi.org/technologies/mobile>

<b>GENERAZIONE</b>	<b>STANDARD</b>		<b>3GPP RELEASES</b>
2G	Global System for Mobile Communications	GSM	Phase 1, Phase 2
	High Speed Circuit Switched Data	HSCSD	Rel-96
	General Packet Radio Service	GPRS	Rel-97
	Enhanced Data rates for Global Evolution	EDGE	Rel-98
3G	Universal Mobile Telecommunications System	UMTS	Rel-99, Rel-4, Rel-5, Rel-6, Rel-7
4G	Long Term Evolution	LTE	Rel-8, Rel-9
	Long Term Evolution - Advanced	LTE-A	Rel-10, Rel-11, Rel-12
	Long Term Evolution - Advanced Pro	LTE-A Pro	Rel-13, Rel-14

Tabella 3: Standard tecnologici nelle telecomunicazioni mobili precedenti al 5G sviluppati nel 3GPP.

## 3.3 Consorzi telco esistenti con focus sul 3GPP

### 3.3.1 Il ruolo dei consorzi nel settore delle telecomunicazioni

#### 3.3.1.1 Standard Setting Organizations e Standard Developing Organizations

Nel caso dei sistemi 4G e 5G, le scelte di progettazione sono state influenzate da una vasta gamma di *Standard Setting Organizations* (SSO). Le SSO indicano un'entità impegnata in prima linea nello sviluppo, coordinamento, divulgazione, revisione, modifica, riemissione, interpretazione o mantenimento di centinaia di migliaia di standard tecnologici applicabili ad un'ampia base di utenti. Lo scopo principale è quello di generare l'accettazione o la proliferazione di nuove tecnologie, prodotti o servizi basati su standard.

È necessario distinguere tra SSO organizzate dagli stessi governi, come le tradizionali organizzazioni per la definizione di standard dedicati al settore delle telecomunicazioni (tra le quali l'ETSI), rispetto alle entità in cui i governi non assumono un ruolo speciale, come il tradizionale SSO Internet (*Internet Engineering Task Force* (IETF)) e progetti/consorzi Open Source (quali, ad esempio, *Apache Software Foundation*). Ogni tipo di organizzazione ha origini, focus, procedure, strutture di governance, tradizioni e culture diverse. Il vantaggio che possono offrire è sicuramente quello di permettere alle parti interessate di passare attraverso le *Standard Developing Organizations* (SDOs) tradizionali, capaci di fornire più certezza, una più ampia accettabilità e un migliore adattamento culturale. Tuttavia, perseguire questa strada potrebbe tradursi in un *time-to-market* più lungo e una maggiore rigidità poiché le parti potrebbero avere difficoltà a adattare i risultati del processo di sviluppo degli standard a un lancio del prodotto in un particolare mercato nazionale.

Nei mercati concorrenziali infatti, il *time-to-market* e l'agilità in termini di modulazione delle offerte sono sovente fondamentali per il successo. Gli stakeholders con maggiori conoscenze e risorse possono coprire le proprie scommesse partecipando sia a SDO formali che a SSO volontarie private. In questo caso, le SSO private e volontarie agiscono da “*gap-fillers*” tra il momento in cui nasce un bisogno di mercato (e quindi la domanda) e quando lo standard formale viene effettivamente adottato.

#### 3.3.1.2 L'European Telecommunications Standards Institute

L'*European Telecommunications Standards Institute* (ETSI) è una *European Standards Organization* (ESO), cioè un'organizzazione europea, indipendente e senza scopo di lucro, incaricata di definire ed emettere gli standard in ambito delle telecomunicazioni a livello internazionale<sup>23</sup>. È stato costituito nel 1988 dalla *Conférence Européenne des*

---

<sup>23</sup> ETSI. (2019). ETSI - About Us. Disponibile da <https://www.etsi.org/about>

*Administrations des Postes et des Télécommunications* (CEPT)<sup>24</sup> e ha sede a Sophia-Antipolis, in Francia. Ad oggi, l'ETSI è composto da più di 920 organizzazioni associate, distribuite in 65 paesi di tutto il mondo; i membri sono composti da enti di ricerca, grandi e piccole imprese private, università, governi e organizzazioni pubbliche.

L'ETSI si occupa di reti e servizi di telecomunicazione, radiodiffusione e altre reti e servizi di comunicazione elettronica: supporta le normative e la legislazione europea attraverso la creazione di norme applicate a livello globale nel settore dell'ICT, includendo quindi tecnologie internet, fisse, mobili, radio e radiotelevisive. Annualmente pubblica dai 2000 ai 2500 standard, ricoprendo così un ruolo fondamentale nel panorama internazionale; tra questi sono compresi non solo gli standard di tecnologie quali GSM, 3G e DECT, ma anche quelli relativi allo sviluppo di tecnologie 4G e 5G (in collaborazione con altre organizzazioni nel *3rd Generation Partnership Project*) e all'implementazione di comunicazioni di tipo *machine to machine* (progetto oneM2M).

### 3.3.2 Il 3rd Generation Partnership Project

Per il seguente elaborato si è scelto di prendere in considerazione il progetto *3rd Generation Partnership Project* (3GPP) che ha portato avanti l'evoluzione degli standard tecnologici del settore delle telecomunicazioni sin dai tempi dell'avvento del 2G. Lo scopo originale del 3GPP, formalizzato nella fine del 1998, era quello di produrre specifiche tecniche e relazioni tecniche globalmente riconosciute per un sistema mobile 3G basato su reti core GSM evolute e le rispettive tecnologie di accesso radio supportate, come ad esempio *Universal Terrestrial Radio Access* (UTRA) (sia su *Frequency Division Duplex* (FDD) che modalità *Time Division Duplex* (TDD)). Il contesto è stato successivamente modificato per includere la manutenzione e lo sviluppo delle specifiche tecniche e dei rapporti tecnici del sistema globale per le comunicazioni mobili (GSM), comprendendo le tecnologie di accesso radio evolute quali *General Packet Radio Service* (GPRS) e *GSM Evolution* (EDGE). Pertanto, dal momento che gran parte delle reti globali sono basate sul GSM, è indirizzato alla grande maggioranza delle reti di telecomunicazioni mondiali. Infatti, le specifiche 3GPP comprendono, tra le altre, le reti W-CDMA, UMTS, LTE (*3GPP Long Term Evolution*), *LTE-Advanced* e *Freedom of Mobile Multimedia Access* (FOMA) in Giappone.

Il progetto 3GPP è stato creato nel dicembre 1998 con la firma del "*The 3rd Generation Partnership Project Agreement*". Attualmente il documento *3GPP Scope and Objectives* si è evoluto rispetto all'accordo originale per rimanere al passo con le tecnologie emergenti. In relazione al 3GPP si hanno quindi 7 SDOs di telecomunicazioni (ARIB,

---

<sup>24</sup> Organismo fondato nel 1959 in Francia e comprendente oggi 48 paesi, con lo scopo di gestire e regolare gli standard di telecomunicazione e servizi postali; le mansioni svolte dal CEPT includono la collaborazione in materia di standardizzazione normativa, tecnica e commerciale nel settore delle telco.

ATIS, CCSA, ETSI, TSDSI, TTA, TTC)<sup>25</sup>, note come Partner Organizzativi, che forniscono ai loro membri un ambiente stabile per produrre i rapporti e le specifiche che definiscono le tecnologie 3GPP.

Il progetto copre le tecnologie di telecomunicazione, tra cui il *Radio Access*, la rete centrale (*Core Network*) e le capacità di servizio, che forniscono un sistema completo per le telecomunicazioni mobili. Le specifiche 3GPP forniscono inoltre un appiglio per l'accesso 'non radio' alla *Core Network* e per l'interazione con reti non 3GPP. Queste caratteristiche e gli studi 3GPP sono guidati dal contributo delle aziende associate nei *Technical Specification Group Level*. I tre gruppi di specifiche tecniche (TSG) in 3GPP sono:

1. *Radio Access Networks* (RAN);
2. *Services & Systems Aspects* (SA);
3. *Core Network & Terminals* (CT).

All'interno del progetto 3GPP si è deciso di utilizzare lo standard ETSI come SDO da cui prendere i dati necessari. La scelta è stata dettata sia dalla disponibilità di dati brevettuali dei quali dispone sia dal fatto che è sempre stata in prima linea per quanto riguarda la ricerca dei nuovi standard tecnologici nel settore telco.

---

<sup>25</sup> *Association of Radio Industries and Businesses* (Giappone), *Alliance for Telecommunications Industry Solutions* (USA), *China Communications Standards Association* (Cina), *European Telecommunications Standards Institute* (Europa), *Telecommunications Standards Development Society* (India), *Telecommunications Technology Association* (Corea), *Telecommunication Technology Committee* (Giappone).

## 4. Rassegna della letteratura

L'elaborato, come descritto, nasce con l'intento di comprendere a fondo l'impatto che l'avvento del nuovo standard tecnologico 5G potrà avere nel mercato telco, nelle architetture di rete e nella vita del consumatore finale.

Dal lato delle aziende è fondamentale, ai fini della competitività, stare al passo con l'innovazione, spesso proveniente da fonti e conoscenze esterne all'azienda; questo risulta il tema principale del paper di Cohen e Levinthal (1990)<sup>26</sup> nel quale, partendo dalla teoria della capacità di assorbimento, si arriva a delineare il modo in cui le imprese per riuscire a creare valore nel mercato debbano tentare di assimilare le conoscenze esterne. Questo vale in tutti i settori concorrenziali, a maggior ragione se si tratta, però, di settori ad alto impiego di tecnologie; in questi casi infatti la capacità di essere dinamici e versatili delle aziende risulta essere ancor più determinante (Hagedoorn e Duysters<sup>27</sup>, 2002; Lin et al., 2015<sup>28</sup>).

Un settore caratterizzato da innovazione tecnologica, infatti, è soggetto a continue variazioni di assetto; risultano per di più cruciali le tempistiche nelle quali le aziende effettuano l'investimento. A tal punto risulta decisivo fare affidamento su unità di ricerca e sviluppo interne adeguate e, se non all'altezza, esplorare risorse esterne. È proprio questo il fulcro del tema dell'*Open Innovation*, uno degli argomenti attualmente più trattati in letteratura. Analizzando la produzione letteraria di questo ambito si evince infatti come, sfruttando al meglio i vantaggi di una gestione della conoscenza 'aperta', si possa avere accesso ad appropriarsi e/o mantenere vantaggio competitivo (Haapalainen & Kantola, 2015)<sup>29</sup>.

Nonostante, come detto, il ruolo principale nell'innovazione economica sia rappresentato dall'azienda, non meno importante risulta quello del *policy maker*. Il suo ruolo è quello di fare in modo che nel mercato sussistano le migliori condizioni per lo scambio (*'Let the market rule'*), senza influenzare allo stesso tempo gli equilibri concorrenziali fra le aziende *competitors*. Tuttavia, la comprensione del processo di innovazione da parte del *policy maker* è stata molto difficile, a causa dell'assenza di uniformità dei dati; spesso infatti risultano essere specifici per ciascun paese. Di conseguenza, è sopraggiunta la necessità di linee guida per regolamentare i processi di innovazione. Un tipo di dato che sicuramente tende a fornire informazioni sulla diffusione di una nuova tecnologia innovativa è quello del sondaggio. L'OECD (*Organisation for Economic Co-Operation and Development*) ha

---

<sup>26</sup> W. Cohen and D. Levinthal. Absorptive capacity: a new perspective on learning and innovation. *Administrative Science Quarterly*, 35(1):128–152, 1990.

<sup>27</sup> Hagedoorn and G. Duysters. External sources of innovative capabilities: the preferences for strategic alliances or mergers and acquisitions. *Journal of Management Studies*, 39(2):167–188, 2002.

<sup>28</sup> W. Lin, W.-C. Chen, and P.-Y. Chu. Mergers and acquisitions strategies for industry leaders, challengers, and niche players: interaction effects of technology positioning and industrial environment. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 62(1):80–88, 2015.

<sup>29</sup> Haapalainen, P., & Kantola, J. (2015). Taxonomy of Knowledge Management in Open Innovations. *Procedia Manufacturing*, 3(Ahfe), 688–695.

pubblicato sin dal 1992 l'Oslo Manual (Collecting & Data, 2005)<sup>30</sup>, che risulta essere una guida per l'elaborazione dei dati e la costruzione di indicatori atti a comprendere il processo di innovazione di una determinata tecnologia. Detto ciò, va sottolineato come i sondaggi presentino due principali limitazioni:

- 1) La difficoltà nel reperire risposte obiettive da parte degli intervistati;
- 2) Tempi di raccolta molto lunghi e costi spesso elevati.

Questi sono i vincoli che hanno determinato la scelta di usare dati brevettuali per l'elaborato di tesi; inoltre, il brevetto può rappresentare una fonte più che attendibile per definire il processo di innovazione di una tecnologia. Analizzando un brevetto, come si potrà vedere nei paragrafi successivi, si possono ottenere informazioni relative a: ufficio brevettuale, titolo, inventore, data di deposito e molte altre informazioni.

I concetti di brevetto e di standard sembrano essere diametralmente opposti; come ampiamente argomentato nel capitolo precedente, il primo stabilisce un diritto temporaneo di esclusività sull'utilizzo della propria invenzione, mentre il secondo si pone come obiettivo di garantire un accesso equo alla tecnologia a tutti i soggetti interessati. Queste due prospettive, però, sono strettamente collegate quando si parla di *Standard Essential Patents* (SEPs), ovvero di brevetti essenziali all'implementazione di uno standard. Un SEP è infatti, riprendendo la definizione fornita da ETSI, un brevetto riguardante un aspetto indispensabile, per motivi tecnici, per la realizzazione di un determinato prodotto o tecnologia; pertanto, è impossibile fabbricare prodotti conformi a uno standard senza fare uso di tecnologie protette da un SEP. Al fine di evitare che i brevetti essenziali che coprono invenzioni relative a componenti di uno standard impediscano l'applicazione dello standard stesso, gli organi di standardizzazione applicano politiche mirate a garantirne la disponibilità, regolandone le condizioni di licenza. In linea di massima, viene richiesto ai membri dell'organizzazione di dichiarare come essenziali i loro brevetti. Tali *disclosure*, però, non sono necessariamente effettuate solo per il valore tecnico del brevetto, ma anche per motivi strategici, con i componenti dell'organo di standardizzazione che possono influenzare in modo decisivo l'esito della decisione (Bekkers et al., 2011)<sup>31</sup>. Infatti, lato *policy*, qualora l'essenzialità fosse motivata dal provato valore tecnico della scoperta in esame, allora non dovrebbero esserci implicazioni negative, anche nel caso in cui le imprese utilizzino questi brevetti esclusivamente per un ritorno economico tramite cessione delle licenze (*open innovation*). Diverso sarebbe il caso in cui un brevetto, senza evidenti motivi tecnici, risultasse essenziale a causa di comportamenti strategici; questa possibilità porta ad una diminuzione del *welfare* pubblico, limitando l'accesso alle norme e creando barriere alla loro adozione, con

---

<sup>30</sup> Collecting, G. F. O. R., & Data, I. I. (2005). Third edition ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION. In Communities.

<sup>31</sup> Bekkers, R., Bongard, R., & Nuvolari, A. (2011). An empirical study on the determinants of essential patent claims in compatibility standards. *Research Policy*, 40(7), 1001-1015.

conseguenti aumenti di costo (creando, inoltre, possibili complicazioni a livello tecnico nello sviluppo dello standard).

Riprendendo i risultati dello studio effettuato da Bekkers sul W-CDMA, le rivendicazioni dei brevetti essenziali hanno sì motivazioni tecniche, ma soprattutto sono dettate dal coinvolgimento dei titolari nel processo di standardizzazione, che possono sfociare in vere e proprie condotte strategiche. La proprietà di tali brevetti è infatti vantaggiosa non soltanto per i guadagni derivanti dalle *royalties*, ma soprattutto per la possibilità di stipulare accordi di *cross-licensing*; avere un portafoglio di brevetti essenziali fin dalle prime fasi di sviluppo della tecnologia è quindi un punto cruciale per le imprese (considerata la distribuzione a tassi accelerati delle pubblicazioni nel settore delle telecomunicazioni), al fine di poter poi effettivamente attuare questo tipo di strategie (Trappey et al., 2014)<sup>32</sup>. Nel caso del W-CDMA, i costi di licenza stimati per le aziende equivalgono a circa il 12% del valore dei dispositivi, mentre possono essere diminuiti fino all'8% nel caso in cui l'azienda abbia brevetti essenziali da offrire in *cross-licensing*. Da ciò è facile intuire quanto il problema possa essere rilevante a livello economico se tali somme sono riferite a brevetti privi di valore tecnico, i quali rappresentano una quota non indifferente (Goodman and Myers, 2005)<sup>33</sup>. A seguito dello studio brevettuale sulle tecnologie W-CDMA e CDMA2000, si è stimato infatti che quasi l'80% dei brevetti dichiarati essenziali non possiederebbe il requisito di essenzialità, stando alla stretta definizione adottata dagli organismi di standardizzazione. Ciò porta conseguentemente alla necessità, per le imprese impegnate a sviluppare dispositivi 3G, di acquisire, tramite *licensing*, i diritti su un numero decisamente superiore di brevetti; il tutto senza considerare quelli che sono essenziali da un punto di vista commerciale, ovvero quelli che comprendono implementazioni della tecnologia necessarie a sviluppare prodotti di livello.

In questo contesto, è significativo sottolineare come gli *applicants* che partecipano al processo di standardizzazione siano incentivati a modellare strategicamente il procedimento; infatti, come emerso da un'analisi sui brevetti UMTS (Berger et al., 2012)<sup>34</sup>, i parametri in grado di influenzare e posticipare il processo di domanda trovano luogo in modo più frequente quando si tratta di brevetti essenziali. Ciò si traduce in maggiori modifiche nelle rivendicazioni delle domande brevettuali pendenti (circa il 25% superiori) e maggior tempo per prendere la decisione finale sulla domanda di applicazione, il tutto per abbattere il più possibile l'incertezza sulle specifiche dello standard (osservandone l'evoluzione) e assicurarsi che il brevetto rilasciato le ricopra. Questa evidenza è inoltre rilevata in studi di tecnologie più recenti, tra cui l'LTE, nelle quali sono state individuate delle strategie adottate da diverse imprese, definite *just-in-time*

---

<sup>32</sup> Trappey, A. J., Chen, L. W., Chang, J. Y., & Yeh, M. F. (2014). Strategic Development of LTE Mobile Communication Technology Based on Patent Map Analysis. *In ISPE CE* (pp. 825-833).

<sup>33</sup> Goodman, D. J., & Myers, R. A. (2005, June). 3G cellular standards and patents. In 2005 International conference on Wireless Networks, Communications and Mobile Computing (Vol. 1, pp. 415-420). *IEEE*.

<sup>34</sup> Berger, F., Blind, K., & Thumm, N. (2012). Filing behaviour regarding essential patents in industry standards. *Research Policy*, 41(1), 216-225.

*patenting strategies* (Kang and Bekkers, 2015)<sup>35</sup>, consistenti nell'ampliare il proprio portafoglio di brevetti essenziali inserendone, nelle domande di applicazione, alcuni a basso valore tecnico poco prima di una riunione del comitato di standardizzazione; in tal modo le applicazioni vengono discusse e negoziate direttamente all'interno della riunione, dove sono presenti gli inventori stessi.

Le strategie descritte finora servono quindi alle aziende per sostenere le spese di ricerca e sviluppo, ottenendo a seconda dei casi ricavi aggiuntivi (*royalties* sulle licenze brevettuali) oppure una riduzione degli oneri della proprietà industriale (*cross-licensing*). La pesante dipendenza dell'R&D dalla proprietà intellettuale ha fatto sì che si venisse a creare un dualismo: facendo riferimento al caso dei device 3G e 4G (Mallinson, 2015)<sup>36</sup>, accanto alle imprese incumbenti, caratterizzate da un vasto portafoglio brevettuale, si sono affiancati nuovi players con nuovi modelli di business (si pensi ad aziende quali Apple o Xiaomi). Il compito delle SSO è quindi di rendere più snello e rapido il processo di standardizzazione, in quanto eventuali blocchi (dovuti ad esempio ad una domanda in attesa a causa dell'incertezza tecnologica) possono causare sottoinvestimenti in ricerca e sviluppo; ciò può quindi sfociare in un ritardo tecnologico che si ripercuote a valle danneggiando il consumatore.

In letteratura sono presenti analisi brevettuali per tutti i settori del mercato. Si è analizzato, ad esempio, il trend tecnologico della fabbricazione di EPD (*ElectroPhoretic Display*) (Chang, Wu, & Leu, 2012)<sup>37</sup>, sviscerando inoltre quale sia stato il materiale risultato chiave per la sua diffusione.

Il dato brevettuale è spesso utilizzato per effettuare valutazioni relative al raggiungimento del livello di una tecnologia e identificare quindi il progresso tecnologico nei vari Paesi. I risultati della ricerca empirica effettuata per il settore telco (Han & Han, 2015)<sup>38</sup> presenta un aspetto fedele e una coerente immagine sullo stato delle attività innovative e delle prestazioni tecnologiche di comunicazione mobile. Nel complesso, gli Stati Uniti emergono come leader nell'innovazione tecnologica, l'UE è seconda, la Corea terza, il Giappone è quarto e la Cina è all'ultimo posto; per quanto riguarda la tecnologia delle comunicazioni mobili 3G, l'UE è il leader dell'innovazione tecnologica, ma gli Stati Uniti dominano nella transizione 3G e 4G. Nella zona asiatica invece il Giappone è stato leader nel 3G, ma la Corea con l'avvento del 4G è divenuta a sua volta padrona del mercato. Al fine di elaborare un'analisi che possa essere utile in futuro a identificare trend preponderanti nel

---

<sup>35</sup> Kang, B., & Bekkers, R. (2015). Just-in-time patents and the development of standards. *Research Policy*, 44(10), 1948-1961.

<sup>36</sup> Mallinson, K. (2015). Smartphone Revolution: Technology patenting and licensing fosters innovation, market entry, and exceptional growth. *IEEE Consumer Electronics Magazine*, 4(2), 60-66.

<sup>37</sup> Chang, P. L., Wu, C. C., & Leu, H. J. (2012). Investigation of technological trends in flexible display fabrication through patent analysis. *Displays*, Vol. 33, pp. 68-73. <https://doi.org/10.1016/j.displa.2012.03.003>

<sup>38</sup> Han, Y., & Han, Y. (2015). Technology Analysis & Strategic Management Analysis of essential patent portfolios via bibliometric mapping.

mercato telco e aggiornare lo stato della diffusione di questo nuovo standard tecnologico si sono presi in esami studi relativi al 4G LTE, come quello precedentemente citato (A.J.C. Trappey et al. / Strategic Development of LTE Mobile Communication Technology), nel quale, utilizzando dati brevettuali tratti dall'USPTO, si sono strutturate delle classi per posizionare le aziende nel mercato.

Si può notare come i postulati citati in precedenza trovino conferma; l'analisi delle strategie delle imprese nella diffusione del 4G LTE hanno evidenziato come le risorse tecnologiche risultino essere la principale fonte di differenziazione. Il paper di Han & Han, citato in precedenza, intende mostrare come, analizzando i portafogli di brevetti essenziali delle aziende leader tramite una mappatura bibliometrica, si arrivi ad individuare l'origine delle divergenze nelle strategie aziendali. A titolo di esempio, è stata quindi presa in considerazione l'industria della telefonia mobile in quanto risulta essere quella con standardizzazione tecnologica più enfatizzata nel campo delle telco. Lo standard selezionato è stato l'LTE (era del 4G), mentre le imprese leader prese in considerazione sono state Qualcomm, Nokia, Ericsson e NTT DOCOMO. L'analisi è stata portata avanti clusterizzando le imprese in base alle strategie applicate e agli standard sui quali hanno incentrato i piani industriali.

Come detto nei paragrafi precedenti, i brevetti possono rappresentare un dato essenziale per delineare le strategie delle imprese; questo risulta il principale scopo del paper di Bekkers (Bekkers & West, 2009)<sup>39</sup>, che esamina i brevetti depositati nella standardizzazione di UMTS, utilizzando i dati tratti dal consorzio europeo ETSI e confrontandoli con il precedente studio effettuato sul GSM. Allo stesso modo De Marco (De Marco, 2017)<sup>40</sup>, incentrando l'analisi sullo standard successivo (LTE), ha analizzato l'ampiezza di mercato della tecnologia, le diverse strategie utilizzate nell'acquisizione di tecnologie brevettate da parte delle aziende e l'interazione tra brevetti essenziali (SEP) e processi di definizione degli standard.

Il presente elaborato ha quindi come scopo quello di estendere il campo degli studi citati in questo paragrafo alla tecnologia 5G, cercando di analizzare la sua diffusione nei vari paesi e le conseguenti azioni e reazioni delle imprese telco.

---

<sup>39</sup> Bekkers, R., & West, J. (2009). The limits to IPR standardization policies as evidenced by strategic patenting in UMTS. *Telecommunications Policy*, 33(1–2), 80–97.

<sup>40</sup> De Marco, A. (2017). THREE ESSAYS ON MARKETS FOR TECHNOLOGY , PATENT TRANSACTIONS , Prof . Fabio Montobbio Vilfredo Pareto Doctorate in Economics Università di Torino.

## 5 Dati e metodologia

### 5.1 Fonti e metodologia di raccolta e pulizia dei dati

L'analisi, come descritto nell'introduzione dell'elaborato, ha l'intento di studiare, attraverso i dati brevettuali riguardanti il 5G, lo stato di sviluppo ed implementazione della tecnologia. Al fine di ottenere un'importante mole di dati di partenza si è deciso di utilizzare come fonte il database pubblico ETSI<sup>41</sup>, punto di riferimento nel settore telco per l'emissione di standard per le *applications* brevettuali. La scelta di utilizzare ETSI, inoltre, è stata dettata dagli ottimi riscontri ottenuti da numerosi elaborati incentrati su standard tecnologici antecedenti. ETSI, come illustrato in figura 10, è strutturato principalmente in due macro-sezioni:

- 'Declaration';
- 'Dynamic Reporting'.



Figura 10 - Schermata di selezione 'Dynamic Reporting' dal portale ETSI

Fonte: ETSI

La prima consente di cercare delle 'IPR Declarations', presentate all'ETSI applicando criteri di ricerca diversi. *Dynamic Reporting*, invece, consente di visualizzare la relazione tra gli elementi contenuti nelle *declarations*, fornendo dati utili per elaborare statistiche di dettaglio. È stata di conseguenza selezionata la sezione 'Dynamic Reporting', in modo tale da ottenere una fonte di dati il più completa possibile per raggiungere gli scopi prefissati.

A seguito dell'ingresso nella suddetta sezione, prende inizio la fase di costruzione della *query* di ricerca. Segue una descrizione metodologica della logica applicata nella selezione dei filtri, ciascuno dei quali per essere attivato necessita di essere selezionato tramite l'apposita *checkbox* a lato (figura 11):

- *ETSI Projects*: questo campo determina la selezione dei progetti ETSI che si vogliono includere nei risultati. Per l'elaborato è stato inserito nel campo di ricerca la stringa '5G'. La motivazione di questa scelta è stata dettata dal fatto che, effettuando la selezione utilizzando la stringa '3GPP' (consorzio di riferimento per

<sup>41</sup> ETSI IPR ONLINE DATABASE. Disponibile da <https://ipr.etsi.org/>

lo studio), sarebbero stati inclusi brevetti riguardanti le tecnologie precedenti; il risultato di questa selezione, infatti, includerebbe progetti che partono dal *4G-Advanced* e arrivano fino all'ultima *Release 3GPP (Release 17)*. Si è pertanto deciso di escludere qualsiasi forma di standard precedente al 5G, incluse le tecnologie di transizione dal 4G al 5G quali *LTE-Advanced* e *LTE-Advanced Pro*, per non contaminare l'analisi. La selezione include tutti i progetti 3GPP a partire dalla *Release 15* fino alla *Release 17*, comprendendo di conseguenza '5GC' (*5G Cloud Core*) e '3GPP 5G NR' (*New Radio*);

- **Standards:** si è deciso di non selezionare nessun TS specifico nel seguente campo al fine di non escludere eventuali specifiche tecniche non note a priori. All'interno degli standard è stato però selezionato l'apposito campo '*Published Standards Only*' per assicurarsi di prendere in considerazione solo i SEP;
- **Declaring Companies:** nel seguente campo non sono stati applicati filtri al fine di avere una panoramica completa delle aziende coinvolte;
- **Patent Offices:** allo stesso modo delle aziende, si è deciso di non effettuare selezioni specifiche e comprendere tutti i *Patent Offices (PO)*.

In modo da avere informazioni dettagliate sui brevetti selezionati, sono inoltre state spuntate le caselle relative a:

- *Patent Holder*;
- *Patent Family*;
- *Patent*.

In ultima istanza, si è scelto di non impostare alcun tipo di filtro per la *Declaration Date*, allo scopo di includere nell'analisi tutte le *applications* del 5G presenti nel database. La query di ricerca è stata così completata, spuntando l'ultima casella '*Essentiality state as declared by declarer*' con la selezione '*Essential*' (ovvero sono stati inclusi solo brevetti essenziali).

The screenshot shows a query builder interface with the following sections and options:

- Select fields:** 1. ETSI Projects, 2. Standards, 3. Declaring companies, 4. Patent office, 5. Patent holder, 6. Patent family, 7. Patent.
- Filters:**
  - Projects:** Project (Add)
  - Standards:** WorkItem/Standards 3gppSpecification and versions. Reference Number, Title, Version (Add). Keywords: (57 to 66 GHz) --, 2-WIRE --, 3.1 KHZ - 3.1 kHz audio, 3D Ray-Tracing --.  Published Standards only.  Standards without specific version no.
  - Declaring companies:** 3COM Corporation, 3G Licensing SA, Acer Incorporated.
  - Patent office:** Countries: AU - AUSTRALIA, BR - BRAZIL, CA - CANADA, CN - CHINA. Organisations: AP - African Regional Industrial Property Organization, EA - Eurasian Patent Office, EP - European Patent Office, GC - Cooperation Council for the Arab states of the Gc.
- Declaration Date:** From [ ] To [ ]
- Essentiality state as declared by declarer:**  Essential  Non-essential
- Submit** button.

Figura 11 - Fase di costruzione della query con selezione dei filtri

*Fonte: ETSI*

A questo punto ETSI, elaborata la richiesta, mostra una sezione di riepilogo dei filtri inseriti, permettendo inoltre di decidere se includere nelle colonne del file .csv di estrazione le seguenti informazioni (figura 12):

- *Declaration Reference;*
- *Declaration Date;*
- *IPR Disclosure.*

**Export options**

- Export of detailed patent information
- Export of detailed declaration information
  - Declaration reference  Declaration date
  - IPR Disclosure
- Export of basis patent only

Figura 12 - Selezione delle opzioni di esportazione del file dal portale ETSI

*Fonte: ETSI*

Una volta completata quest'ultima scelta, è stato possibile scaricare l'estrazione in formato .csv con i filtri inseriti nella fase precedente.

## 5.2 Metodologia per la costruzione del campione principale

Il documento scaricato presenta un database, all'interno del quale ciascuna colonna corrisponde ai filtri selezionati in fase di costruzione della *query* (come descritto nel paragrafo precedente). Prima di utilizzare il .csv per le analisi descrittive, sono state effettuate delle operazioni di 'pulizia' per ottenere dei dati privi di duplicati e difetti di forma.

Per prima cosa, quindi, sono stati rimossi i duplicati che si sono venuti a creare durante la fase di estrazione del database. Successivamente, si è notato come alcuni dati relativi a brevetti depositati in USA presentassero degli *application numbers* non conformi, causando quindi problemi nell'integrazione con il database PATSTAT per effettuare la seconda parte di analisi descrittive. Al fine di rendere fruibili questi dati, sono state effettuate delle ricerche puntuali sul database USPTO<sup>42</sup>, in modo da ottenere *application numbers* conformi agli altri dati presenti. Per i brevetti che presentavano delle mancanze (come, ad esempio, il campo "*company*") si è provveduto, laddove possibile, a risalire al dato mancante. Sono stati eliminati, infine, alcuni brevetti che presentavano errori o mancanze tali da renderli inutilizzabili ai fini del presente studio.

Si raggiunge così il numero finale di 12.602 *application numbers*<sup>43</sup>, che verranno utilizzati per le statistiche riportate nel paragrafo successivo. Va sottolineato come questo numero sia stato ottenuto dopo aver effettuato diverse estrazioni e accurate verifiche sulle informazioni contenute nel documento. ETSI, infatti, tiene traccia di tutte le *delcarations* che vengono depositate; a causa di ciò, uno stesso *application number* può apparire più volte nella stessa estrazione, ma con alcuni campi leggermente differenti (a causa, ad esempio, di estensioni geografiche in diversi *Patent Offices*, oppure a diverse versioni di specifiche tecniche di riferimento). Pertanto, questi campi sono stati tenuti in considerazione nelle seguenti analisi, effettuando eventualmente ulteriori operazioni a seconda dell'oggetto della statistica in esame.

---

<sup>42</sup> USPTO. Public Patent Application Information Retrieval. Disponibile da <https://portal.uspto.gov/pair/PublicPair>

<sup>43</sup> Il valore si riferisce all'ultima estrazione effettuata in data 07/01/2020

### 5.3 Statistiche descrittive sul campione individuato

Come descritto precedentemente, dall'estrazione effettuata dal database ETSI, dopo le operazioni di pulizia e raffinamento, è stato individuato un campione finale composto da 12.602 *application numbers*, corrispondenti ad altrettanti SEP. Le imprese presenti nel campione sono elencate in tabella 4, all'interno della quale sono inoltre indicati il paese della sede e se si tratta di imprese incumbenti o di nuovi entranti. In tale contesto, la discriminante per il titolo di *incumbent* è il possesso di brevetti essenziali per la tecnologia precedente al 5G, ovvero l'LTE; per individuare tali imprese, si è fatto quindi riferimento ai brevetti LTE dichiarati all'ETSI ricavati dal *paper* "Evaluation of LTE essential patents declared to ETSI"<sup>44</sup>.

Impresa	Paese	Incombente (LTE)
Apple	USA	SÌ
Blackberry Limited	Canada	NO
Ericsson	Svezia	SÌ
FG Innovation	Cina	NO
Intel Corporation	USA	SÌ
Lenovo	Cina	NO
MediaTek Inc.	Taiwan	NO
Nec Corporation	Giappone	SÌ
Nokia Technologies	Finlandia	SÌ
Samsung Electronics	Corea del Sud	SÌ
ZTE Corporation	Cina	SÌ

Tabella 4: Elenco delle imprese presenti nel campione selezionato

È doveroso sottolineare che nei brevetti di Nokia Technologies sono stati inclusi i brevetti di Alcatel-Lucent e quelli di NSN (Nokia Siemens Networks). Il paese della sede di ciascuna impresa può essere utilizzato come *proxy* su dove stia avvenendo l'innovazione; ad una prima osservazione, è possibile vedere come le aziende classificate in questa sede come entranti siano principalmente asiatiche, affiancandosi alle altre già consolidate nel settore. Le statistiche di seguito riportate, realizzate utilizzando il *software* di *data visualization* Tableau, hanno lo scopo di illustrare in che modo i SEP sono distribuiti tra queste imprese e quali sono i principali trend nell'ambito del 5G.

---

<sup>44</sup> Cyber Creative Institute Co. Ltd. (2013). *Evaluation of LTE essential patents declared to ETSI*. Disponibile da <https://www.cybersoken.com/file/lte03EN.pdf>

### 5.3.1 Numero di brevetti essenziali posseduti da ciascuna impresa

#### 5.3.1.1 Distribuzione dei SEP per impresa dichiarante

Al fine di comprendere la distribuzione della proprietà brevettuale all'interno delle diverse aziende, è stata creata una statistica descrittiva che tenga traccia degli *application numbers* dei brevetti a disposizione. Tale scelta è motivata dal fatto che, all'interno del database, ciascun brevetto è univocamente identificato da un codice di applicazione, mentre vi sono diversi brevetti che non possiedono ancora un codice di pubblicazione. I risultati ottenuti sono illustrati nel grafico in figura 13.

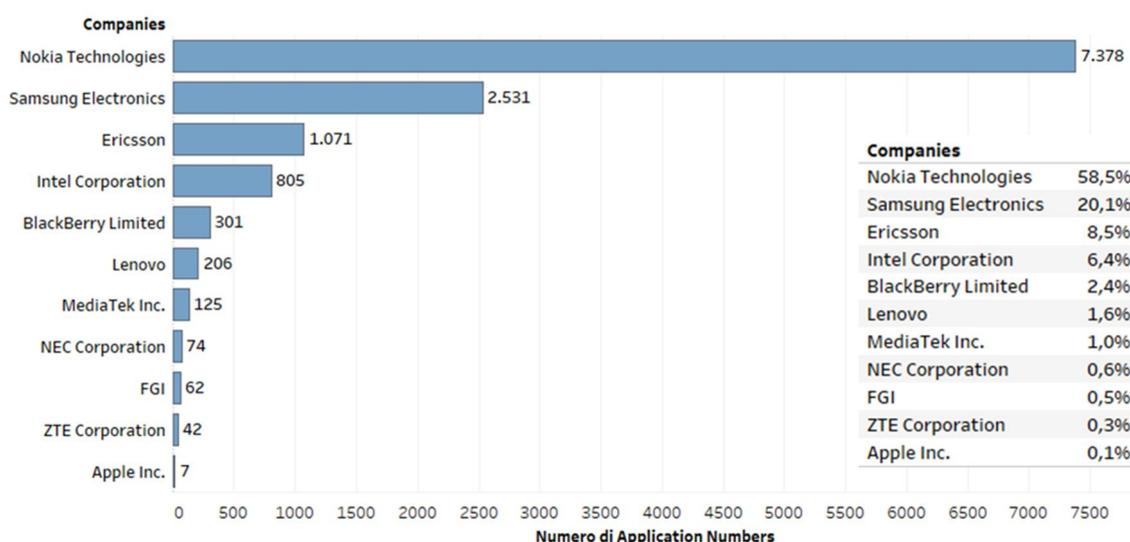


Figura 13 - Istogramma della distribuzione dei SEP (Standard Essential Patents) suddivisi per impresa dichiarante. In tabella sono indicati i valori percentuali della distribuzione.

All'interno degli *ETSI projects* selezionati, come è possibile evincere dal grafico, un ruolo predominante è ricoperto da Nokia Technologies, con oltre 7300 applicazioni, seguito da Samsung Electronics e da Ericsson; al fine di quantificare la concentrazione delle quote dei brevetti essenziali considerati, sono stati calcolati 2 indici, il  $C_4$  e l'HHI.

- 1) L'indice di concentrazione  $C_4$  si calcola come somma delle quote delle 4 principali imprese, secondo la formula:  $C_4 = \sum_{i=1}^4 s_i$ , dove  $s_i$  è la quota dell'impresa  $i$ -esima. Nel caso in esame si ottiene un indice  $C_4$  pari a 93,5%;
- 2) L'indice di Herfindahl-Hirschman (HHI) è calcolato come somma dei quadrati delle quote di ciascuna impresa presente nel settore, secondo la formula:  $HHI = \sum_{i=1}^n s_i^2$ , dove  $s_i$  è la quota dell'impresa  $i$ -esima e  $n$  è il numero di imprese, con  $1/n < HHI < 1$ ; applicando il calcolo alla presente analisi si ottiene un valore dell'HHI di 3954. Per completezza, si è inoltre calcolato l'indice HHI normalizzandolo per avere una scala di valori compresa tra 0 e 1; per fare ciò è

stata utilizzata la seguente formula:  $HHI^* = \frac{HHI - 1/n}{1 - 1/n}$ , dove HHI è l'indice precedentemente calcolato e n è il numero di imprese. L'indice HHI\* normalizzato per il caso in esame vale 3350.

Interpretando i risultati ottenuti, considerate le *declarations* presenti all'interno degli *ETSI projects*, la distribuzione dei brevetti essenziali relativi al 5G appare molto concentrata; i principali attori in questo settore sono Nokia e Samsung, i quali si dividono circa il 79% delle quote. Questa affermazione è supportata dai valori degli indici di concentrazione calcolati, con circa il 94% delle quote in mano alle principali 4 aziende (Nokia, Samsung, Ericsson e Intel) e un valore dell'HHI di 3954 (molto concentrato).

Al fine di interpretare in modo più accurato questo dato, sono stati confrontati i risultati ottenuti con quelli relativi agli standard telco precedenti. Come si può notare nella tabella 8, lo standard tecnologico antecedente il 5G, ovvero l'LTE, appare molto meno concentrato; al contrario l'UMTS (3G), presenta una concentrazione simile a quella ottenuta nel presente elaborato.

È doveroso precisare che i dati utilizzati per il confronto derivano da studi effettuati utilizzando il medesimo ente di standardizzazione usato nell'elaborato, ovvero ETSI (Caviggioli et al., 2016)<sup>45</sup>. Inoltre, va sottolineato come questi studi siano stati effettuati a tecnologie consolidate, al contrario del corrente report che è stato realizzato a tecnologia ancora in fase di sviluppo.

<b>Standard</b>	<b>HHI</b>	<b>C4</b>
GSM	0.305	52.1%
UMTS	0.379	72.4%
LTE	0.079	46.8%

Tabella 5 - HHI e C<sub>4</sub> relativi agli standard tecnologici precedenti al 5G.

### 5.3.1.2 Analisi delle disclosures per impresa

A conclusione del paragrafo, è stata condotta un'analisi che evidenziasse le *disclosures* delle imprese individuate e il numero medio di brevetti contenuti. Come riportato in tabella 6, sui 12602 brevetti complessivi, sono state individuate 743 *disclosures* diverse, con una media di 17 brevetti per *disclosure*. Se si osserva il dettaglio delle imprese, si rilevano delle differenze, anche piuttosto marcate, nel numero medio dei brevetti per *disclosure*: infatti, aziende quali Nokia o BlackBerry, tendono a rilasciare parecchi brevetti in ciascuna *disclosure* (rispettivamente, in media, 56 e 33), mentre, al contrario, molte altre tendono a concentrare pochi brevetti in ciascuna di esse. Questo dato può

<sup>45</sup> Caviggioli, F., De Marco, A., Rogo, F., & Scellato, G. (2016). Patenting strategies and characteristics of declared inventions in the long term evolution standard. *R&D Management*, 46(S2), 664-676.

essere utilizzato come *proxy* sulle strategie adottate dalle imprese; quelle contraddistinte da un elevato numero medio di brevetti tendono quindi a concentrarli all'interno di un'unica divulgazione, mentre le altre effettuano diverse *disclosures* distribuite nel tempo.

<b>Impresa</b>	<b>Numero Brevetti</b>	<b>Numero Disclosures</b>	<b>Numero Medio Brevetti Per Disclosure</b>
Nokia	7378	131	56,3
Blackberry	301	9	33,4
Intel	805	56	14,4
Lenovo	206	16	12,9
MediaTek	125	11	11,4
Samsung	2531	226	11,2
NEC Corporation	74	13	5,7
Ericsson	1071	203	5,3
ZTE	42	18	2,3
Apple	7	3	2,3
FG Innovation	62	57	1,1
Totale	12602	743	17

Tabella 6 - Numero di disclosures per ciascuna azienda rilevata e numero medio dei brevetti per disclosure

### 5.3.2 Distribuzione temporale delle *declarations* e suddivisione per imprese

Al fine di comprendere come sono distribuiti temporalmente i brevetti e quali sono i diversi comportamenti delle aziende considerate, è stata costruita una statistica che tenga traccia dell'ordine cronologico delle dichiarazioni. La scelta, motivata nei paragrafi precedenti, di non includere nella corrente analisi i brevetti riguardanti le tecnologie di transizione dal 4G al 5G (*LTE-Advanced* e *LTE-Advanced Pro*), ha comportato il fatto di avere *declarations* riferite ai soli anni 2018 e 2019; pertanto, per non disintegrare l'informazione, si è scelto di analizzare la distribuzione temporale in trimestri. Inizialmente, come è possibile vedere in tabella 7, si sono considerati i valori assoluti dei SEP; osservando i valori totali di ciascun trimestre, si può notare come il picco sia raggiunto nel terzo trimestre del 2018, con un totale di 5904 brevetti, dovuti chiaramente all'ingente numero di dichiarazioni rilasciate da Nokia. Nei successivi trimestri vi è un calo netto nel numero delle *declarations*, mentre negli ultimi 6 mesi del 2019 vi è una netta ripresa, con quasi 4400 brevetti.

Companies	Declaration Date					
	2018		2019			
	T3	T4	T1	T2	T3	T4
Apple Inc.		7				
BlackBerry Limited				45	140	116
Ericsson			150	2	213	707
FGI					8	54
Intel Corporation	644		5	62	94	
Lenovo					206	
MediaTek Inc.		45			86	
NEC Corporation					37	37
Nokia Technologies	5.260	1.172	513	163	117	182
Samsung Electronics				318	1.406	915
ZTE Corporation						42
<b>Totale complessivo</b>	<b>5.904</b>	<b>1.224</b>	<b>668</b>	<b>590</b>	<b>2.306</b>	<b>2.053</b>

Tabella 7 - Valore assoluto dei brevetti dichiarati essenziali di ciascuna impresa divisi per trimestri

Companies	Declaration Date						Totale complessivo
	2018		2019				
	T3	T4	T1	T2	T3	T4	
Apple Inc.		100,00%					100,00%
BlackBerry Limited				14,95%	46,51%	38,54%	100,00%
Ericsson			13,99%	0,19%	19,87%	65,95%	100,00%
FGI					12,90%	87,10%	100,00%
Intel Corporation	80,00%		0,62%	7,70%	11,68%		100,00%
Lenovo					100,00%		100,00%
MediaTek Inc.		34,62%			66,15%		100,00%
NEC Corporation					50,00%	50,00%	100,00%
Nokia Technologies	71,28%	15,88%	6,95%	2,21%	1,59%	2,47%	100,00%
Samsung Electronics				12,56%	55,55%	36,15%	100,00%
ZTE Corporation						100,00%	100,00%

Tabella 8 - Valori percentuali trimestrali dei brevetti di ciascuna impresa

Focalizzandosi invece sulle singole imprese, si possono notare diversi comportamenti all'interno dei principali attori (si veda in aggiunta la tabella 8):

- aziende quali Nokia Technologies e Intel Corporation si pongono come *early movers*; infatti, entrambe hanno dichiarato come essenziali oltre l'80% dei brevetti entro la fine del 2018, mentre nei trimestri successivi le percentuali risultano essere decisamente inferiori;
- le altre 2 imprese con un elevato numero di brevetti, ovvero Samsung Electronics e Ericsson, appaiono assumere un atteggiamento opposto, ponendosi come *followers*. Entrambe hanno dichiarato la gran parte dei loro brevetti nella seconda metà del 2019, plausibilmente attendendo che si venisse a risolvere l'incertezza tecnologica;
- il resto delle aziende presenti nel campione ha tendenzialmente assunto un atteggiamento da *follower*, ad eccezione di Apple che, però, detiene solo 7 brevetti essenziali negli *ETSI projects* selezionati.

Al fine di motivare questo trend generale, è necessario osservare la *roadmap* di standardizzazione del 5G<sup>46</sup>. Infatti, l'elevato numero di brevetti dichiarati nel terzo trimestre 2018 avviene esattamente dopo il rilascio della *3GPP Release 15 - Regular Drop* del giugno 2018. Nei mesi successivi, come detto, vi è un calo fino alla metà del 2019 quando avviene il rilascio della *3GPP Release 15 - Late Drop* e conseguente inizio dello sviluppo della *Release 16 (Phase 2)*. È quindi ipotizzabile che tali aziende abbiano aspettato il rilascio delle nuove specifiche per abbattere l'incertezza tecnologica e avere quindi maggiori probabilità che i brevetti di proprietà ricoprano le specifiche dello standard.

<sup>46</sup> Telecom Italia. (2019). La roadmap di standardizzazione del 5G. Disponibile da <https://www.telecomitalia.com/tit/it/notiziariotecnico/edizioni-2019/n-1-2019/N4-La-roadmap-standardizzazione-5G.html>

### 5.3.3 Distribuzione delle *applications* per *patent office*

A partire dal database iniziale, si è analizzato in quale ufficio brevetti è stata depositata la domanda di applicazione e, di conseguenza, quale sia l'effettiva estensione territoriale di ciascun brevetto; nel fare ciò, è doveroso ricordare che l'estensione territoriale non è limitata ad un singolo *patent office*, bensì può essere estesa ad altri uffici (ciò comporta, ovviamente, costi superiori per l'impresa). Come si evince dalla figura 14, le domande di applicazione sono state effettuate prevalentemente presso lo *United States Patent and Trademark Office* (USPTO) e presso la *World Intellectual Property Organization* (WIPO), la quale garantisce un'estensione internazionale. È doveroso precisare come il *patent office* WIPO rappresenti un caso particolare poiché non garantisce la concessione del brevetto. A seguire si trovano l'ufficio cinese, l'*European Patent Office* (EPO) e quelli asiatici di Corea del Sud e Giappone. Nella categoria "Others" rientrano tutti gli uffici dei paesi mondiali aventi meno del 3% delle quote sul totale del numero di applicazioni<sup>47</sup>.

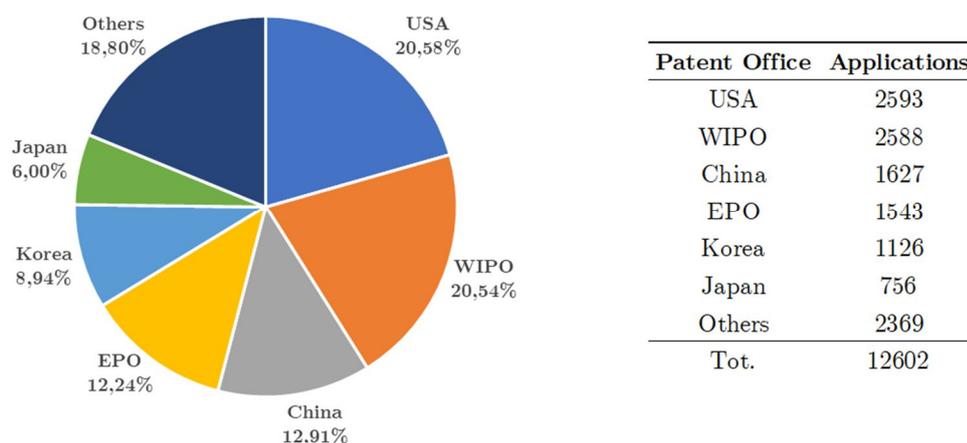


Figura 14 - Grafico a torta delle applications suddivise per patent office e relativi valori.

Nella figura 15 è possibile infine avere un'immagine complessiva sulla disposizione geografica dei PO nei quali sono stati rilasciati i brevetti (si riveda la nota 47 per l'elenco degli uffici); in particolare, il colore più intenso indica la maggiore densità di *applications*, mentre i paesi dal colore chiaro sono caratterizzati da pochi brevetti.

<sup>47</sup> Ovvero i seguenti uffici brevettuali: Australia, Brasile, Taiwan, Canada, Spagna, Russia, Austria, Germania, Hong Kong, Messico, Sud Africa, Singapore, Regno Unito, India, Finlandia, Danimarca, Malesia, Polonia, Portogallo, Filippine, Argentina, Israele, Ucraina, Africa, Norvegia, Ungheria, Svezia, Italia, Francia, Egitto, Slovenia, Cipro, Marocco, Estonia, Tunisia, Nuova Zelanda, Nigeria, Lituania, Croazia, Eurasia e Cile.

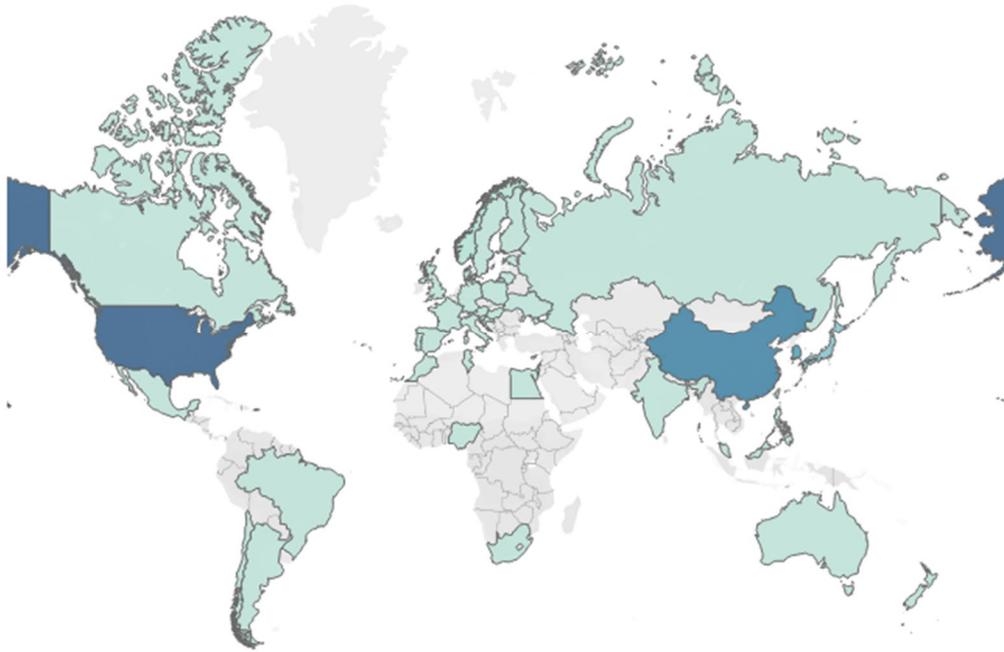


Figura 15 - Mappa dei Patent Offices dei SEP individuati  
L'intensità del colore è proporzionale al numero di brevetti 5G rilasciati

#### 5.3.4 Distribuzione delle *technical specifications*

I brevetti analizzati sono associati a delle specifiche tecniche, ciascuna di esse riconducibile a uno standard; nella corrente analisi, sono state aggregate tutte le specifiche tecniche facenti riferimento allo stesso standard. Inoltre, sono state effettuate ulteriori operazioni di pulizia, convertendo le *technical specifications* della classificazione ETSI presenti per alcuni SEP e uniformandole a quelle 3GPP, eliminando possibili duplicati dovuti all'aggregazione delle singole specifiche nelle macrocategorie. Esempificando il lavoro effettuato in questa fase, un brevetto che include una stessa specifica, come TS 38.101 (classificazione 3GPP), ed associato, in un'altra riga del database, alla medesima specifica ma con classificazione ETSI (in questo caso TS 138.101), viene contato come un'unica voce (TS38). Oppure, nel caso in cui un brevetto sia riferito a più specifiche di una stessa serie (ad esempio TS 23.213 e TS 23.561), viene anch'esso rilevato come un'unica voce (TS23), evitando la formazione di duplicati dovuti all'aggregazione delle specifiche. Le *technical specifications* rilevate sono elencate nella tabella 9, insieme alle etichette e al numero di brevetti ad esse associati.

Standard	Etichetta	Numero SEP
TS38	Radio technology beyond LTE	7995
TS23	Technical realization ("stage 2")	2022
TS36	LTE (Evolved UTRA), LTE-Advanced, LTE-Advanced Pro radio technology	1634
TS24	Signalling protocols ("stage 3") - user equipment to network	884
TS33	Security aspects	702
TS26	CODECs	605
TS29	Signalling protocols ("stage 3") - intra-fixed-network	400
TS37	Multiple radio access technology aspects	298
TS32	OAM&P and Charging	68
TS27	Data	45
TS28	Signalling protocols ("stage 3") -(RSS-CN) and OAM&P and Charging	34
TS22	Service aspects ("stage 1")	30
TS31	Subscriber Identity Module (SIM / USIM), IC Cards. Test specs.	12
TS102	Service aspects ("stage 1") - GSM	12
TS25	Radio aspects	9
TS48	Signalling protocols ("stage 3") -(RSS-CN) and OAM&P and Charging - GSM	6

Tabella 9 - Elenco degli standard secondo la classificazione 3GPP<sup>48</sup>

Ritornando alla distribuzione temporale delle *declarations dates* dei brevetti, ma con un’ottica sugli standard (tabella 10), si evince il peso elevato degli standard TS38 (*Radio technology beyond LTE*) e TS23 (*Technical realization – “stage 2”*) fin dalla metà del 2018; è facile dedurre, facendo riferimento alle tabelle del paragrafo 5.3.2, che tali specifiche siano in mano alle 2 aziende indicate come *early movers*, ovvero Nokia e Intel. Tali standard, ovviamente di pari passo con le *declarations*, hanno una flessione nei trimestri successivi, per poi riprendersi nella seconda metà del 2019. Con l’ausilio della tabella 11, nella quale sono presenti i dettagli dei brevetti di ciascuna impresa che fanno riferimento ai 5 principali standard individuati, è possibile affermare che gran parte dei brevetti del TS38 degli ultimi mesi del 2019 sono di proprietà di Samsung. È interessante notare come la quasi totalità dei brevetti dichiarati essenziali di Ericsson, Intel e Lenovo siano riguardanti il TS38, mentre siano pressoché nulli i brevetti che trattano le altre specifiche tecniche. Nokia sembra inoltre essere specializzata nello standard TS33 (*“Security Aspects”*), possedendo il 93% dei brevetti ricoprenti tali specifiche, e negli standard TS23 e TS36 (oltre il 70%).

<sup>48</sup> 3GPP. (2020). 3GPP Specification numbering. Disponibile da <https://www.3gpp.org/specifications/specification-numbering>

Standards	Declaration Date						Totale complessivo
	2018		2019				
	T3	T4	T1	T2	T3	T4	
TS 38	3.599	193	214	426	1.838	1.849	7.995
TS 23	969	433	145	64	58	358	2.022
TS 36	591	342	140	104	258	258	1.634
TS 24	281	94	59	35	313	104	884
TS 33	499	120	16	24	26	17	702
TS 26	414	95	94			2	605
TS 29	255	97	12	14	19	3	400
TS 37	138		9	24	100	27	298
TS 32	1	11	40	12	3	1	68
TS 27		45					45
TS 28	1	14	8	6	2	3	34
TS 22	22				1	7	30
TS 102					12		12
TS 31					12		12
TS 25	9						9
TS 48	6						6

Tabella 10 - Distribuzione temporale degli standard per declaration date

Companies	Standards				
	TS 38	TS 23	TS 36	TS 24	TS 33
Apple Inc.	0,0%	0,3%		0,1%	
BlackBerry UK Limited	2,6%	0,7%	0,9%	10,3%	
Ericsson	13,0%	0,3%	0,9%	0,1%	2,0%
FGI	0,3%	0,3%	0,9%	2,4%	
Intel Corporation	9,9%	0,1%	0,3%	0,1%	0,1%
Lenovo	2,2%				3,1%
MediaTek Inc.	0,8%	2,0%	1,2%	4,9%	
NEC Corporation	0,6%	1,0%	0,4%		
Nokia Technologies	42,9%	76,8%	72,8%	47,9%	93,0%
Samsung Electronics	27,9%	17,0%	22,0%	33,8%	1,7%
ZTE Corporation		1,5%	0,5%	0,5%	
Totale complessivo	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Tabella 11 - Distribuzione percentuale dei top 5 standards per ciascuna impresa

Successivamente, è stata effettuata una clusterizzazione delle TS per i brevetti esaminati. In particolare, come mostrato nella tabella 12, sono state create delle classi per interpretare l'ampiezza tecnologica dei brevetti. Si può notare come oltre 1/3 della totalità dei brevetti esaminati abbia esattamente 3 TS per ciascun brevetto dichiarato. Le percentuali delle classi sono inoltre raffigurate nel grafico a torta in figura 16.

Classe	Technical Specifications	Percentuale
Classe A	$TS \leq 2$	23,4%
Classe B	$TS = 3$	33,7%
Classe C	$3 < TS \leq 5$	21,2%
Classe D	$5 < TS \leq 10$	20,8%
Coda	$TS > 10$	0,9%

Tabella 12 - Clusterizzazione delle Technical Specifications

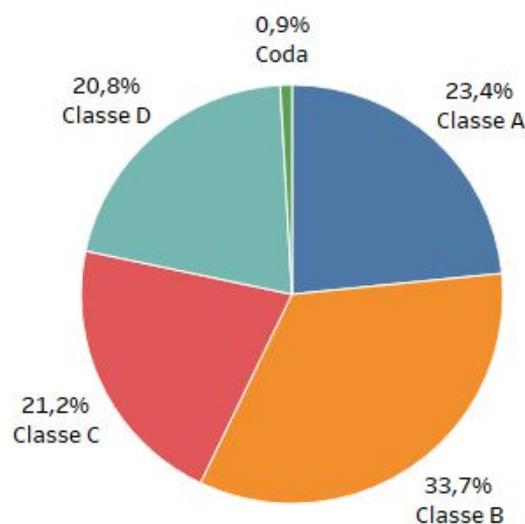


Figura 16 - Rappresentazione grafica della clusterizzazione effettuata

In aggiunta all'analisi precedente, si è voluto studiare l'ampiezza tecnologica dei brevetti dichiarati da ciascuna impresa. Effettuando una media di TS per brevetto dichiarato di ogni azienda (tabella 13), si evince che, tra le principali aziende per numero di brevetti, Samsung presenta il valore più rilevante (5,8 TS per brevetto in media). Al contrario, imprese come Ericsson e Intel presentano valori più modesti; un'ipotesi che spieghi questo andamento potrebbe essere dettata da una strategia di impresa che punta sulla specificità del brevetto, limitandone quindi l'ampiezza. Un'analisi più approfondita sul contenuto tecnico dei brevetti verrà condotta sul campione finale, mettendo in relazione le IPC ai brevetti dichiarati.

<b>Impresa</b>	<b>Numero Brevetti</b>	<b>Media TS per brevetto</b>
Samsung	2531	5,80
Blackberry	301	5,67
Apple	7	5,57
NEC Corporation	74	5,32
Lenovo	206	4,16
FG Innovation	62	4,13
Nokia	7378	4,03
ZTE	42	4,00
MediaTek	125	3,19
Ericsson	1071	2,32
Intel	805	1,61
Totale	12602	4,13

Tabella 13 - Media delle Technical Specifications per i brevetti di ciascuna impresa

### 5.3.5 Relazione tra imprese e *patent offices*

Infine, sono stati incrociati i brevetti di ciascuna impresa con i principali *Patent Offices* di riferimento, per capire dove sono avvenute le richieste di applicazione. È interessante notare, osservando la tabella 14, come le aziende europee, quali Nokia e Samsung, tendano a brevettare più nel *Patent Office* statunitense che in quello EPO.

<b>Impresa</b>	<b>Paese</b>	<b>US</b>	<b>WO</b>	<b>CN</b>	<b>EP</b>	<b>KR</b>	<b>JP</b>	<b>Altri</b>	<b>Totale</b>
APPLE INC.	US	3	1	1	1	1	0	0	7
BLACKBERRY	CA	66	22	33	46	17	28	89	301
ERICSSON	SW	281	490	90	113	13	11	73	1071
FGI	CN	3	54	1	0	0	4	0	62
INTEL	US	259	129	102	82	50	49	134	805
LENOVO	CN	32	13	41	30	24	36	30	206
MEDIATEK	TW	26	23	28	18	0	2	28	125
NEC	JP	10	14	16	7	4	18	5	74
NOKIA	FI	1271	1109	981	1075	438	576	1928	7378
SAMSUNG	KR	638	725	310	169	579	31	79	2531
ZTE CORPORATION	CN	4	8	24	2	1	1	2	42
TOTALE		2593	2588	1627	1543	1127	756	2368	12602

Tabella 14 - Brevetti di ciascuna impresa suddivisi per Patent Office

## 5.4 Integrazione dei dati bibliometrici e raffinamento del campione finale

### 5.4.1 Criteri utilizzati per la costruzione del campione finale

I dati estratti da ETSI, consorzio descritto in precedenza, sono stati incrociati con il database ad accesso riservato PATSTAT<sup>49</sup>, il quale contiene dati bibliografici e giuridici aggiuntivi rispetto a quelli presenti nel primo. Le *query* in linguaggio SQL utilizzate sono le seguenti (figura 17):

---

<sup>49</sup> <https://www.epo.org/searching-for-patents/business/patstat.html#tab-1>

```

1 CREATE TABLE `5G_APPLN_NR` (
2   `APPLN_NR` VARCHAR(20) DEFAULT NULL
3 ) tablespace `innodb_file_per_table` data directory = 'E:/MYSQL'
4   character SET 'UTF8MB4' collate 'UTF8MB4_GENERAL_CI';
5
6 load data infile 'D:/DB_PATSTAT/EXPORT_RESULTS/5G/5G.csv' into table `5G_APPLN_NR`
7   fields terminated by ',' optionally enclosed by '"'
8   lines terminated by '\n';
9
10 CREATE INDEX `APPLN_NR` ON `5G_APPLN_NR` (`APPLN_NR`);
11
12 SELECT `A`.`APPLN_ID`, `A`.`APPLN_AUTH`,
13   `A`.`APPLN_NR`, `A`.`APPLN_KIND`,
14   `A`.`APPLN_FILING_DATE`, `A`.`APPLN_FILING_YEAR`,
15   `A`.`APPLN_NR_EPODOC`, `A`.`EARLIEST_FILING_DATE`,
16   `A`.`EARLIEST_FILING_YEAR`, `A`.`EARLIEST_PUBLN_DATE`,
17   `A`.`EARLIEST_PUBLN_YEAR`, `A`.`GRANTED`,
18   `A`.`DOCDB_FAMILY_ID`, `A`.`DOCDB_FAMILY_SIZE`,
19   `A`.`NB_CITING_DOCDB_FAM`, `A`.`NB_APPLICANTS`,
20   `A`.`NB_INVENTORS`
21 FROM `TLS201_APPLN` `A`
22 INNER JOIN `5G_APPLN_NR` `B`
23 ON `A`.`APPLN_NR_EPODOC` = `B`.`APPLN_NR`
24 into outfile 'D:/DB_PATSTAT/EXPORT_RESULTS/5G/APPLN_DATA.csv'
25 fields terminated by ','
26 optionally enclosed by '"'
27 lines terminated by '\n';
28
29 SELECT `A`.`APPLN_NR_EPODOC`, `C`.`IPC_CLASS_SYMBOL`,
30 FROM `TLS201_APPLN` `A`
31 INNER JOIN `5G_APPLN_NR` `B`
32 ON `A`.`APPLN_NR_EPODOC` = `B`.`APPLN_NR`
33 INNER JOIN `TLS209_APPLN_IPC` `C`
34 ON `A`.`APPLN_ID` = `C`.`APPLN_ID`
35 into outfile 'D:/DB_PATSTAT/EXPORT_RESULTS/5G/IPC_DATA.csv'
36 fields terminated by ','
37 optionally enclosed by '"'
38 lines terminated by '\n';
39
40 SELECT `A`.`APPLN_NR_EPODOC`, `C`.`PUBLN_CLAIMS`
41 FROM `TLS201_APPLN` `A`
42 INNER JOIN `5G_APPLN_NR` `B`
43 ON `A`.`APPLN_NR_EPODOC` = `B`.`APPLN_NR`
44 INNER JOIN `TLS211_PAT_PUBLN` `C`
45 ON `A`.`APPLN_ID` = `C`.`APPLN_ID`
46 into outfile 'D:/DB_PATSTAT/EXPORT_RESULTS/5G/PUBLN_DATA.csv'
47 fields terminated by ','
48 optionally enclosed by '"'
49 lines terminated by '\n';

```

Figura 17 - Query in SQL relative all'estrazione effettuata

Lo scopo principale di questa operazione risulta quello di avere a disposizione ulteriori informazioni sui brevetti identificati nella fase precedente, andando così ad affinare ed estendere le analisi descrittive. È doveroso precisare come il *match* dei dati sia stato effettuato unicamente per i brevetti con *Patent Office EP (European Patent Office)* e *US (United States Patent and Trademark Office)*. Questa scelta è stata compiuta per tre ragioni:

- rilevanza dei PO: US e EP risultano infatti i due *Patent Office* più diffusi tra i brevetti analizzati, rappresentando il 41,3% dei brevetti totali individuati (escluso WIPO).
- disponibilità di informazioni: il database PATSTAT garantisce infatti una maggiore completezza di informazioni per questi due PO;
- il consorzio di standardizzazione selezionato per il presente lavoro è europeo.

Al fine di includere dati utili per la seconda parte di descrittive, sono state selezionate all'interno del database le relative tabelle appartenenti allo schema relazionale PATSTAT; la tabella che ha permesso di incrociare i dati brevettuali già estratti da ETSI è la tabella 'TLS201\_APPLN', dettagliata in figura 18.

TLS201_APPLN	
PK	APPLN_ID
	APPLN_AUTH
	APPLN_NR
	APPLN_KIND
	APPLN_FILING_DATE
	APPLN_FILING_YEAR
	APPLN_NR_EPODOC
	APPLN_NR_ORIGINAL
	IPR_TYPE
	RECEIVING_OFFICE
	INTERNAT_APPLN_ID
	INT_PHASE
	REG_PHASE
	NAT_PHASE
	EARLIEST_FILING_DATE
	EARLIEST_FILING_YEAR
	EARLIEST_FILING_ID
	EARLIEST_PUBLN_DATE
	EARLIEST_PUBLN_YEAR
	EARLIEST_PAT_PUBLN_ID
	GRANTED
	DOCDB_FAMILY_ID
	INPADOC_FAMILY_ID
	DOCDB_FAMILY_SIZE
	NB_CITING_DOCDB_FAM
	NB_APPLICANTS
	NB_INVENTORS

Figura 18 - Tabella TLS201\_APPLN, la cui chiave primaria APPLN\_ID ha permesso l'incrocio con il database ETSI

Come si può notare, infatti, la tabella ha come chiave primaria "APPLN\_ID", che consente il *join* con quella ottenuta da ETSI. Una volta effettuato questo primo incrocio si ha così accesso a tutte le altre tabelle dello schema relazionale menzionato in precedenza, rappresentato in figura 19. Per l'interpretazione dei campi è stato utilizzato il *Data Catalog* di PATSTAT (versione 5.14)<sup>50</sup>.

L'integrazione con tale tabella ha così reso disponibili 3741 *application numbers*; il tasso di match è stato del 97,1% per i brevetti EP e dell'86,6% per i brevetti US. Ciascun brevetto è completo di informazioni per le seguenti voci (colonne del database):

<sup>50</sup> European Patent Office. (2019). *Data Catalog - PATSTAT Global*. Disponibile da [http://documents.epo.org/projects/babylon/eponot.nsf/0/11CE75EDDF734288C125848F0048F533/\\$FILE/data\\_catalog\\_global\\_v5.14\\_autumn\\_2019\\_en.pdf](http://documents.epo.org/projects/babylon/eponot.nsf/0/11CE75EDDF734288C125848F0048F533/$FILE/data_catalog_global_v5.14_autumn_2019_en.pdf)

- APPLN\_ID: codice unificativo univoco del brevetto;
- APPLN\_AUTH: l'autorità competente, ovvero l'ufficio brevetti nazionale, internazionale o regionale responsabile dell'elaborazione della domanda di brevetto;
- APPLN\_NR: numero rilasciato dall'autorità brevetti dove è stata depositata la domanda nazionale, internazionale o regionale;
- APPLN\_KIND: specificazione del tipo di applicazione;
- APPLN\_FILING\_DATE: la data in cui la domanda è stata fisicamente ricevuta presso l'ente di rilascio;
- APPLN\_FILING\_YEAR: l'anno a cui si riferisce la *filing date*;
- APPLN\_NR\_EPODOC: numero in formato EPODOC (contenente lettere e cifre) che, se presente, identifica in modo univoco un'applicazione. Tale numero è creato dall'EPO in base al numero di domanda, all'autorità e al tipo di domanda;
- EARLIEST\_FILING\_DATE: la prima data di deposito della domanda di applicazione, della sua domanda internazionale oppure delle domande con le quali è collegata attraverso i rapporti tecnici e le loro continuazioni;
- EARLIEST\_FILING\_YEAR: l'anno della *earliest filing date*;
- EARLIEST\_PUBLN\_DATE: la data della prima pubblicazione di una domanda. Le domande precedenti, ad esempio della stessa famiglia di brevetti, non sono prese in considerazione;
- EARLIEST\_PUBLN\_YEAR: l'anno della *earliest publication date*;
- GRANTED: booleano sì/no, dove sì indica che il *grant* è stato ottenuto;
- DOCDB\_FAMILY\_ID: una famiglia DOCDB significa che molto probabilmente le applicazioni condividono esattamente le stesse priorità;
- DOCDB\_FAMILY\_SIZE: dimensione della famiglia semplice DOCDB di una data applicazione;
- NB\_CITING\_DOCDB\_FAM: numero di famiglie semplici DOCDB distinte che citano almeno una delle pubblicazioni o applicazioni della famiglia semplice DOCDB dell'applicazione corrente;
- NB\_APPLICANTS: numero di applicanti;
- NB\_INVENTORS: numero di inventori di una domanda.

Nell'integrazione sono state successivamente incluse le tabelle TLS209\_APPLN\_IPC e TLS211\_PAT\_PUBLN, le quali, grazie alle chiavi primarie sopra citate, hanno permesso di ottenere ulteriori dati sui brevetti individuati:

- IPC\_CLASS\_SYMBOL: codice di classificazione secondo l'*International Patent Classification* (IPC);
- PUBLN\_CLAIMS: indicatore che fornisce il numero di rivendicazioni attribuite alla specifica pubblicazione.

### 3.2 Logical model diagram

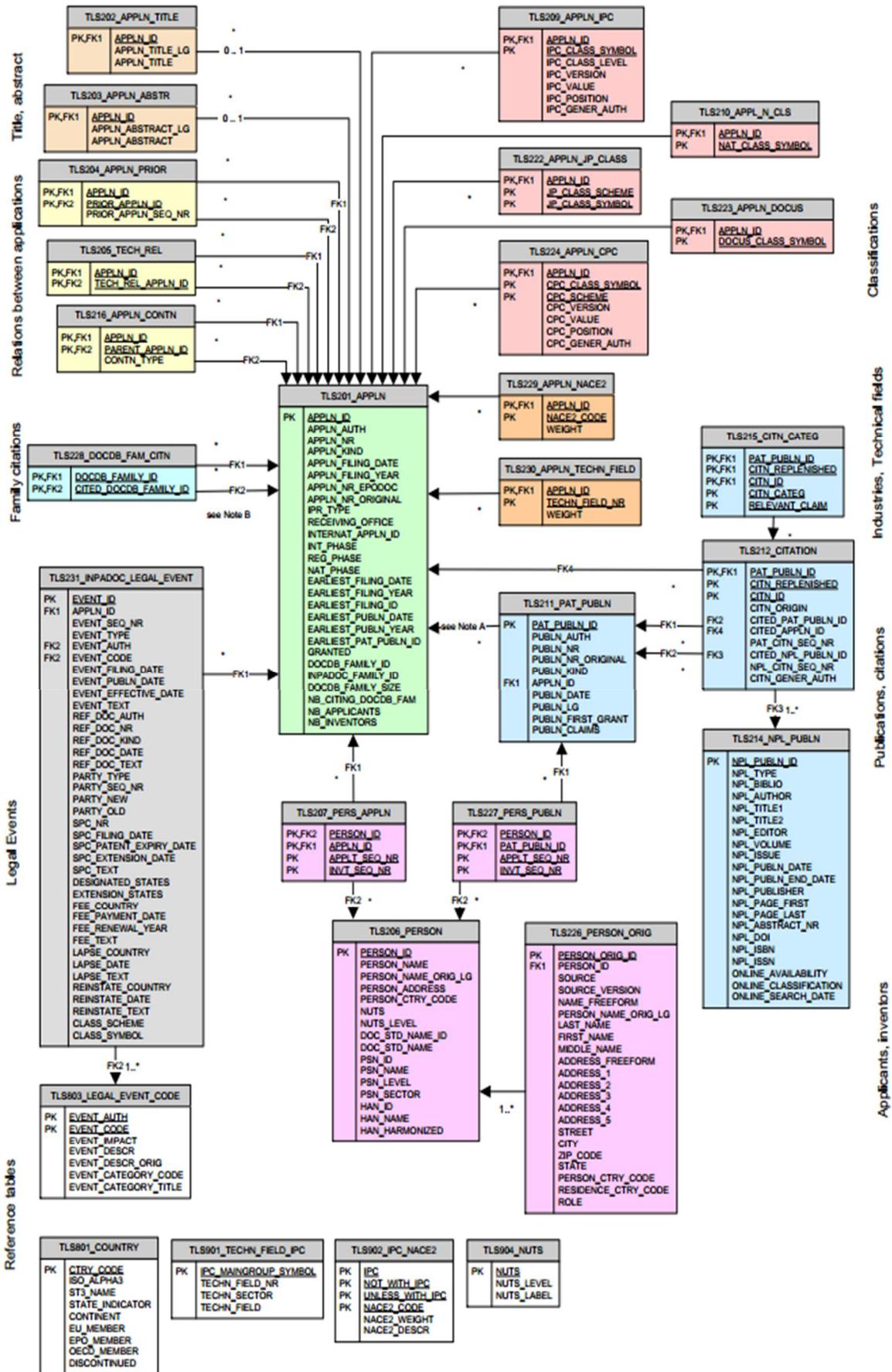


Figura 19 - Logical Model Diagram di PATSTAT

## 5.4.2 Analisi descrittive sul campione finale

Una volta costruito il nuovo dataset, si è potuto estendere notevolmente la gamma di analisi descrittive del campione utilizzato. Partendo dalla distribuzione delle *applications* nelle imprese individuate, si è voluto analizzare successivamente la rilevanza dei brevetti; in particolare si sono utilizzati i campi riguardanti il numero di *applicants*, il numero di *inventors* e il numero di citazioni come *proxy* dell'importanza del brevetto analizzato; in seguito si è proseguito esaminando il contenuto tecnico attraverso l'analisi dei codici IPC.

### 5.4.2.1 Numero di brevetti EPO e US posseduti da ciascuna impresa

Analogamente a quanto fatto nel paragrafo 5.2.1, si è osservata la quantità di brevetti posseduti da ciascuna impresa. Per fare ciò, sono stati incrociati i 2 database in nostro possesso, ovvero quello estratto dal sito dell'ETSI e quello ottenuto con l'estrazione tramite PATSTAT, utilizzando l'*application ID* come chiave. In tal modo è stato possibile ottenere le informazioni sulle companies che possiedono i brevetti EPO e US ricavati dall'estrazione tramite PATSTAT. Come si evince dalla figura 20, il trend individuato osservando il sottogruppo rispecchia quello globale, trovato in precedenza. La principale differenza è rappresentata dal posizionamento di Intel davanti ad Ericsson; ciò nonostante i principali 4 attori continuano a spartirsi la maggior parte dei brevetti, la cui somma delle quote ( $C_4$ ) raggiunge il 93,6% (si veda il dettaglio delle quote in tabella 15).

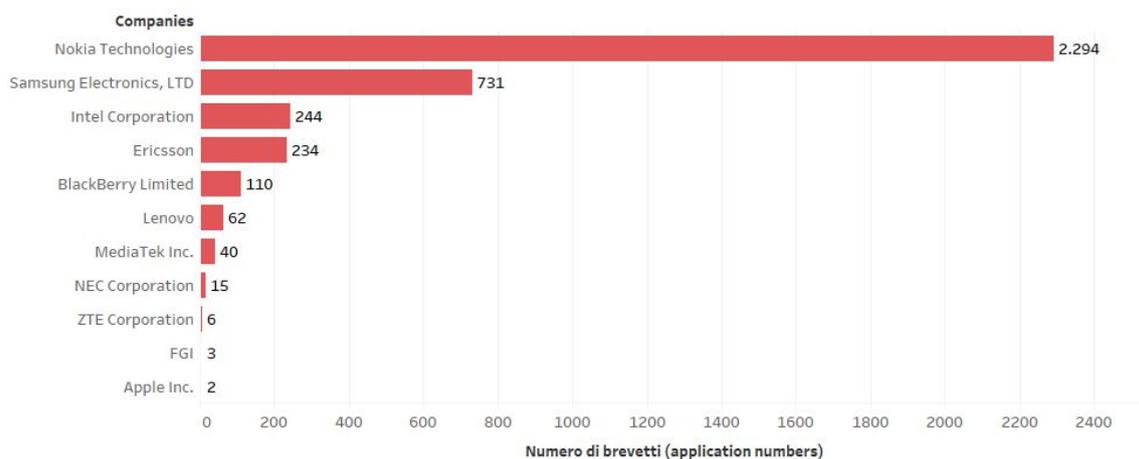


Figura 20 - Grafico della distribuzione delle applications suddivise per impresa dichiarante

<b>Impresa</b>	<b>Numero Brevetti</b>	<b>Percentuale sul Totale</b>
Nokia	2294	61,3%
Samsung	731	19,5%
Intel	244	6,5%
Ericsson	234	6,3%
Blackberry	110	2,9%
Lenovo	62	1,7%
MediaTek	40	1,1%
NEC Corporation	15	0,4%
ZTE	6	0,2%
FG Innovation	3	0,1%
Apple	2	0,1%
<b>Totale</b>	<b>3741</b>	<b>100,0%</b>

Tabella 15 - Valori percentuali della distribuzione delle applications suddivise per impresa dichiarante

#### 5.4.2.2 Analisi dei brevetti concessi (Granted)

Un aspetto che si è voluto analizzare è stato il tema relativo alla concessione dei brevetti. Nello specifico, l'analisi si è focalizzata sul comprendere fra i brevetti analizzati quanti siano stati concessi (*Granted*) in questi primi anni di innovazioni sul 5G. Per effettuare questo studio si è fatto riferimento all'informazione contenuta nella Tabella 201 di PATSTAT, sopra citata; sulla totalità dei 3741 brevetti, il 58,6% risulta *Granted* (2193 brevetti), mentre il 41,4% (1548 brevetti) non è ancora stato concesso.

In seguito, è stata calcolata la percentuale di brevetti concessi per ogni singola impresa; osservando la tabella 16 è possibile notare come, tra le principali *companies* per numero di brevetti, Nokia sia quella dalla percentuale più alta, superando il 68%. Collegandosi a ciò visto in altre analisi, questa elevata percentuale potrebbe essere giustificata dalla grande quantità di brevetti rilasciati nella metà del 2018. Tra le altre aziende con un numero rilevante di brevetti, si può notare una percentuale che oscilla tra il 31% di Ericsson e il 44% di Intel (anch'essa con diversi brevetti dichiarati a metà 2018).

Impresa	Brevetti	Granted	
		Sì	No
Nokia	2294	68,4%	31,6%
Samsung	731	37,5%	62,5%
Intel	244	43,9%	56,1%
Ericsson	234	30,8%	69,2%
Blackberry	110	80%	20%
Lenovo	62	82,3%	17,7%
MediaTek	40	62,5%	37,5%
NEC Corporation	15	13,3%	86,7%
ZTE	6	83,3%	16,7%
FG Innovation	3	0%	100%
Apple	2	50%	50%
Totale	3741		

Tabella 16 - Percentuale dei brevetti granted suddivisi per impresa

#### 5.4.2.3 Analisi degli applicants dei brevetti

Un altro aspetto oggetto delle analisi effettuate è stato quello della rilevanza del brevetto; in particolare, si sono utilizzati i campi riguardanti il numero di *Applicants*, il numero di *Inventors* e il numero di citazioni come proxy dell'importanza del brevetto analizzato.

Il numero di *applicants* di un brevetto può sicuramente dare indicazioni sul livello di collaborazione dell'invenzione. Entrando nello specifico, un brevetto che esibisce un notevole numero di *applicants* denota che tanti 'attori' hanno partecipato all'invenzione con assetti simili a *Joint-Venture* o accordi temporanei al fine di dividere i costi di R&D (*Research and Development*). Si presuppone quindi che in questi casi il brevetto in oggetto abbia una particolare importanza; da qui la scelta di usare questo indicatore come *proxy* dell'importanza del brevetto in analisi. La clusterizzazione effettuata è evidenziata in figura 21. Va ricordato che in questa fase sono state fatte ulteriori operazioni di pulizia, in quanto alcuni brevetti presentavano valori di *applicant* nulli; pertanto sono stati ricercati gli *applicants* mancanti sul sito Espacenet Patent Search<sup>51</sup> e sono stati completati i campi relativi.

<sup>51</sup> EPO. Espacenet Patent Search. Disponibile da <https://worldwide.espacenet.com/patent/>

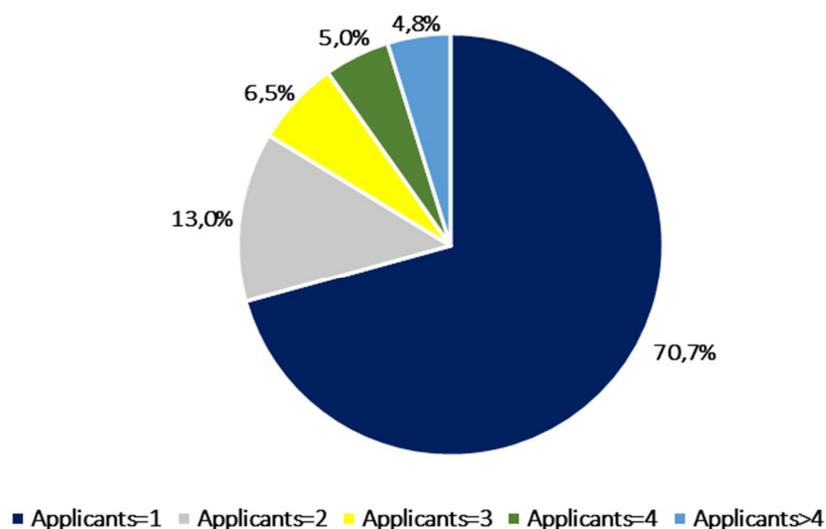


Figura 21 - Clusterizzazione numero di applicants

Partendo ad esempio dal dato relativo al NB\_APPLICANTS, si nota come oltre il 95% dei brevetti abbiano un numero di *applicants* compreso fra 1 e 4, mentre il restante 4,8% è riferito a valori superiori. È interessante osservare un trend generale che vede il 71% dei brevetti dichiarati essenziali come mono-assegnatari. Come detto in precedenza, l'analisi effettuata ha come scopo quello di comprendere se il numero di *applicants* possa rappresentare una *proxy* della rilevanza del brevetto analizzato; per giungere ad una conclusione, i risultati ottenuti nella descrittiva appena citata dovranno essere confrontati con le seguenti analisi.

In tabella 17 sono state calcolate infine le medie degli *applicants* di ciascuna impresa, in modo tale da capire quali di esse possano avere dei brevetti dalla maggiore complessità. Sono inoltre riportati il conteggio dei brevetti delle imprese per mostrare la consistenza delle medie calcolate (i brevetti di aziende con poche *applications* quali ZTE, NEC, Apple e FG Innovation sono riportati per completezza). I risultati ottenuti mostrano come i valori medi degli *applicants* oscillino tra 1 e 2, con Blackberry, Nokia e Lenovo ai primi posti; i valori così ravvicinati indicano, come detto prima, che sono necessarie ulteriori statistiche per poter avere una visione più chiara sul valore dei brevetti di ogni azienda. Osservando la percentuale di brevetti mono-assegnatari e co-assegnatari, aziende quali Intel o Ericsson dichiarano prevalentemente brevetti dei quali sono gli unici *applicants*, mentre invece una fetta dei brevetti (maggiore del 30% sul totale) di imprese quali Nokia e Samsung sono dichiarati in cooperazione con altri *applicants* (plausibilmente, come spiegato prima, attraverso accordi di *Joint-Venture* o, comunque, accordi temporanei).

Impresa	Numero Brevetti	Media Applicants	% Brevetti	
			Mono-Assegnatari	Co-Assegnatari
Blackberry	110	1,98	51,8%	48,2%
Nokia	2294	1,79	68,5%	31,5%
Lenovo	62	1,61	58,1%	41,9%
ZTE	6	1,50	66,7%	33,3%
Intel	244	1,49	88,1%	11,9%
NEC Corporation	15	1,47	73,3%	26,7%
Samsung	731	1,41	64,8%	35,2%
MediaTek	40	1,10	95,0%	5,0%
Ericsson	234	1,09	96,2%	3,8%
Apple	2	1,00	100,0%	0,0%
FG Innovation	3	1,00	100,0%	0,0%
Totale	3741		2636	1105
Totale %	100%		70,5%	29,5%

Tabella 17 - Media degli applicants per ciascuna impresa individuata e percentuale dei brevetti mono-assegnatari e co-assegnatari

#### 5.4.2.4 Analisi degli inventors di ciascun brevetto

Lo stesso studio è stato effettuato sul numero di inventori del brevetto (campo NB\_INVENTOR). Questo campo è stato preso volutamente in considerazione per esaminare la complessità del brevetto; si è ipotizzato infatti che un brevetto che presenti un numero di inventori rilevante, possa essere considerato più elaborato degli altri avendo bisogno dell'apporto di più persone per la ricerca e lo sviluppo dell'invenzione. L'analisi, anche in questo caso, è stata portata avanti con la formazione di *cluster*; in totale sono state create 5 classi, al fine di avere una distribuzione omogenea. Come si evince dal grafico in figura 22, solo una percentuale minore (13,6%) dei brevetti ha un unico inventore, mentre oltre il 55% del totale è contraddistinto da 2 o 3 inventori. Infine, oltre il 31% dei brevetti ha almeno 4 inventori.

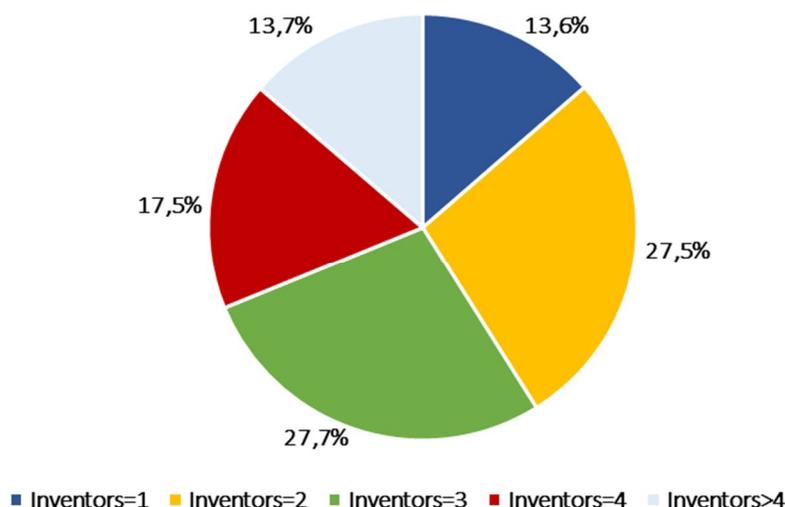


Figura 22 - Clusterizzazione dei brevetti sulla base del numero di inventori

Tra i brevetti individuati è curioso osservare un *outlier* che presenta ben 47 inventori, intitolato “*Layer 1 Indication Interval Of Out-Of-Sync Or In-Sync For New Radio Radio Link Monitoring*” (APPLN\_ID: US201816189157); tale brevetto è riconducibile a Intel.

Come fatto in precedenza, sono state calcolate le medie del numero di inventori di ciascun brevetto suddivisi per impresa (tabella 18). Considerando il numero di inventori come *proxy* della complessità brevettuale, si può dire che i brevetti Samsung sembrano essere, insieme a quelli di Intel ed Ericsson, caratterizzati da una maggiore complessità, con una media di oltre 3 inventori per brevetto dichiarato. È necessario però vedere il numero di citazioni ricevute per poter avere una visione completa sull'importanza dei brevetti delle aziende.

<b>Impresa</b>	<b>Numero Brevetti</b>	<b>Media Inventori</b>
Samsung	731	3,75
Intel	244	3,64
Ericsson	234	3,37
MediaTek	40	3,18
Apple	2	3,00
Blackberry	110	2,82
Nokia	2294	2,75
NEC Corporation	15	2,07
FG Innovation	3	2,00
Lenovo	62	1,53
ZTE	6	1,50
<b>Totale</b>	<b>3741</b>	

Tabella 18 - Media degli inventori per ciascuna impresa individuata

#### 5.4.2.5 Numero di citazioni ricevute da ciascun brevetto

Riprendendo ciò sottolineato nei precedenti paragrafi, mentre il numero di *applicants* e di *inventors* potevano essere utilizzati come *proxy* della complessità dei brevetti, il numero di citazioni può essere un indicatore dell'importanza del brevetto. Per capire quali aziende abbiano brevetti essenziali di maggiore importanza e quindi di maggiore qualità, è possibile osservare il numero medio di citazioni per brevetto, elencati in tabella 19.

I risultati indicano una maggiore importanza dei brevetti Blackberry, i quali in media ottengono 6,7 citazioni per mese; altre aziende, tra quelle con un numero consistente di brevetti, che hanno un numero superiore a 2 di citazioni medie per mese sono Samsung ed Ericsson. È infine da notare come i brevetti Intel, i quali ricoprono una quota non indifferente nel campione, ottengano poche citazioni (0,3 in media); pertanto sembrerebbe che il contenuto tecnico dei brevetti essenziali dell'azienda sia basso, se confrontato con quelli delle imprese appena citate.

Impresa	Numero Brevetti	Numero Citazioni
		Forward Medio Per Mese
Blackberry	110	6,7
ZTE	6	5
NEC Corporation	15	4,4
Samsung	731	2,5
Ericsson	234	2,2
Lenovo	62	1,7
Nokia	2294	1,2
FG Innovation	3	0,6
MediaTek	40	0,4
Intel	244	0,3
Apple	2	0,1
Totale	3741	

Tabella 19 - Media delle citazioni per ciascuna impresa individuata

Infine, per avere una visione globale sulle citazioni ottenute da ciascuna impresa, senza considerare i valori medi per mese, è stato tracciato il seguente grafico (figura 23) che ne illustra la dispersione; è inoltre inserita una linea che rappresenta la media di ciascuna impresa. Al fine di avere una rappresentazione più dettagliata, nel grafico non sono raffigurati 2 outliers, uno di Nokia e uno di Samsung, con rispettivamente 537 e 424 citazioni ricevute.

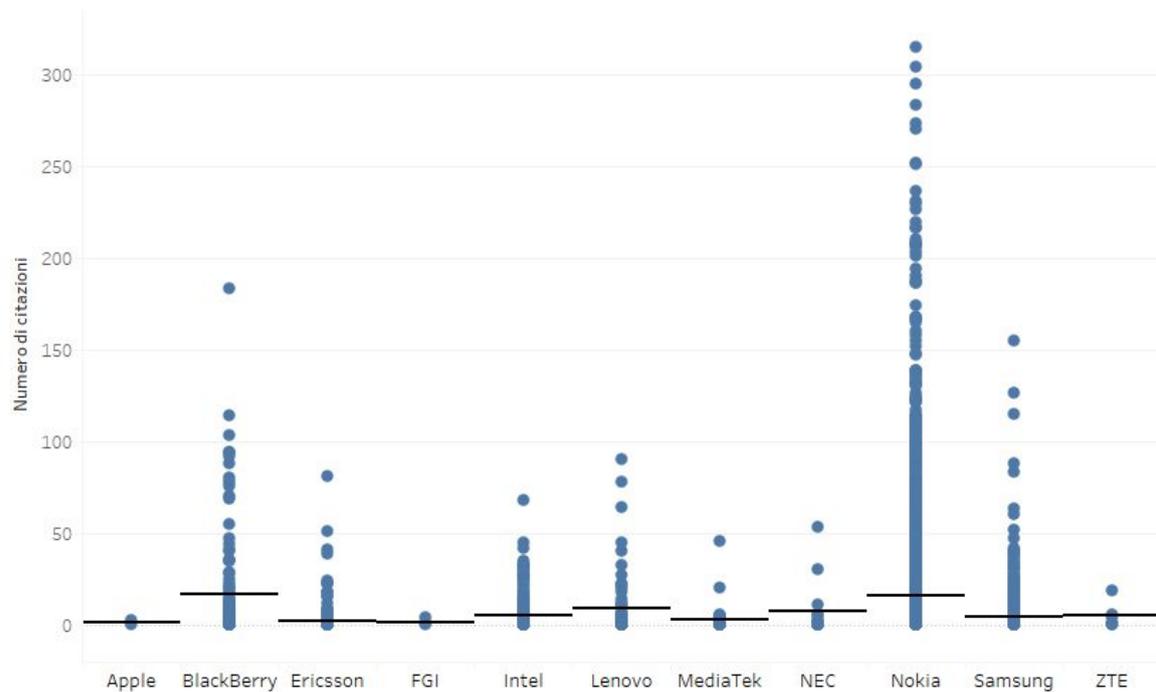


Figura 23 - Grafico della distribuzione delle citazioni per ciascuna impresa  
Ciascun punto identifica un brevetto

#### 5.4.2.6 Analisi dei codici IPC

Per capire quale sia il contenuto tecnico dei brevetti considerati in questa fase, si è tenuto traccia del codice IPC (*International Patent Classification*); in tale sede si è deciso di fermarsi ai primi 4 *digit* del codice, in quanto sufficienti a illustrare il campo di utilizzo dell'invenzione oggetto di brevetto. Il numero totale di brevetti EPO e US analizzati è 3741; è opportuno ricordare che un brevetto non possiede necessariamente un unico codice IPC, ma può averne più di uno. Si è tenuto conto quindi della possibile formazione di duplicati che potrebbe venirsi a creare nel caso un brevetto abbia più codici IPC con le prime 4 cifre uguali (e, pertanto, questi eventuali nuovi duplicati sono stati rimossi). Nella tabella 20 sono elencate le principali 10 classi IPC, per numero di *applications*, con le relative etichette e i valori assoluti e percentuali.

La scelta di considerare solamente i primi 10 codici per numero di applicazioni rilevate è motivata dal fatto che rappresentano oltre il 96% del totale; tutti gli altri codici, rappresentati da un numero esiguo di brevetti, sono stati inseriti pertanto nella coda (minore del 4%). A proposito dei brevetti 5G, le 2 classi predominanti sono “H04W” e “H04L”, corrispondenti rispettivamente a “*Wireless communication networks*” e “*Transmission of digital information*”; la serie di codici IPC “H04” (“*Electric communication technique*”) è pertanto considerabile come quella dal maggior rilievo nell'implementazione della tecnologia.

IPC	ETICHETTA	NUMERO	% SUL TOTALE
H04W	WIRELESS COMMUNICATION NETWORKS	2935	78,45%
H04L	TRANSMISSION OF DIGITAL INFORMATION	1922	51,38%
H04B	TRANSMISSION	653	17,46%
H04J	MULTIPLEX COMMUNICATION	228	6,09%
G06F	ELECTRIC DIGITAL DATA PROCESSING	216	5,77%
H04M	TELEPHONIC COMMUNICATION	182	4,87%
H03M	CODING, DECODING OR CODE CONVERSION, IN GENERAL	63	1,68%
G01S	RADIO DIRECTION-FINDING; RADIO NAVIGATION	62	1,66%
H04Q	SELECTING	60	1,60%
G10L	SPEECH OR AUDIO CODING/DECODING	55	1,47%

Tabella 20 - Principali 10 classi IPC individuate con etichette<sup>52</sup>, numero di brevetti e percentuale sul totale

Successivamente, si è tenuto nuovamente traccia della distribuzione temporale delle *declarations* dei brevetti EPO e US analizzati, per comprendere come il contenuto tecnico dei brevetti cambi con il trascorrere del tempo. Per fare ciò, è stato contato quante volte ciascun codice IPC compariva in una *declaration*, per ogni trimestre individuato precedentemente. Inizialmente (si veda la tabella 21), si è osservata la distribuzione temporale di ogni singolo codice, calcolando il numero di brevetti contraddistinti da una determinata classe in ciascun trimestre; il primo dato che salta in evidenza è che per ogni IPC, ad eccezione del codice “G01S”, è possibile affermare che almeno la metà dei brevetti è stata dichiarata nel T3 del 2018 (confermando ciò detto in precedenza). Il trend delle principali classi è molto simile: infatti hanno tutte, come appena visto, un’importante quota nel T3 del 2018, per poi avere un crollo nei successivi mesi; infine negli ultimi 6 mesi vi è una ripresa generale, che per i top 3 IPC si aggira in valori tra il 13% e il 21%. È infine interessante notare come i brevetti riguardanti la classe “G10L” siano stati dichiarati nella totalità entro il primo trimestre del 2019.

<sup>52</sup> Etichette dei codici IPC disponibili da:

<https://www.wipo.int/classifications/ipc/ipcpub/?notion=scheme&version=20200101&symbol=none&menulang=en&lang=en&viewmode=f&fipcp=no&showdeleted=yes&indexes=no&headings=yes&notes=yes&direction=o2n&initial=A&cwid=none&tree=no&searchmode=smart>

	2018 T3	2018 T4	2019 T1	2019 T2	2019 T3	2019 T4	Totale	Totale per classe
<b>H04W</b>	48,82%	8,01%	4,19%	4,53%	18,91%	15,54%	100,00%	2935
<b>H04L</b>	52,24%	9,05%	4,58%	4,16%	17,07%	12,90%	100,00%	1922
<b>H04B</b>	49,77%	5,97%	2,76%	5,05%	15,77%	20,67%	100,00%	653
<b>H04J</b>	66,23%	9,21%	5,26%	3,07%	10,09%	6,14%	100,00%	228
<b>G06F</b>	64,81%	15,28%	6,48%	1,85%	7,87%	3,70%	100,00%	216
<b>H04M</b>	56,04%	13,74%	9,34%	4,95%	12,64%	3,30%	100,00%	182
<b>H03M</b>	57,14%	7,94%	6,35%	3,17%	12,70%	12,70%	100,00%	63
<b>G01S</b>	22,58%	45,16%	1,61%	1,61%	14,52%	14,52%	100,00%	62
<b>H04Q</b>	61,67%	16,67%	10,00%	8,33%	0,00%	3,33%	100,00%	60
<b>G10L</b>	83,64%	9,09%	7,27%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	55

Tabella 21 - Valori percentuali di ciascun trimestre sul totale degli IPC

In seguito, si è cercato di vedere questa distribuzione con un'ottica differente (tabella 22), osservando la composizione percentuale dei codici IPC di ciascun trimestre analizzato. In altre parole, mentre precedentemente si è analizzato il numero di brevetti di ciascun IPC al variare dei periodi, adesso l'obiettivo è capire come gli IPC siano distribuiti all'interno di ciascun trimestre e, di conseguenza, se vi siano delle differenze di composizione con l'evolvere dello standard. In tabella è inoltre presente la media trimestrale pesata di ciascun codice, dove i pesi sono il numero dei brevetti di ciascun trimestre, in modo tale da tenere conto dei valori molto differenti tra loro in periodi diversi.

	2018 T3	2018 T4	2019 T1	2019 T2	2019 T3	2019 T4	Media Pesata Trimestrale
<b>H04W</b>	41,51%	38,91%	40,59%	48,36%	50,73%	50,22%	44,23%
<b>H04L</b>	29,08%	28,81%	29,04%	29,09%	29,98%	27,31%	28,96%
<b>H04B</b>	9,41%	6,46%	5,94%	12,00%	9,41%	14,87%	9,84%
<b>H04J</b>	4,37%	3,48%	3,96%	2,55%	2,10%	1,54%	3,44%
<b>G06F</b>	4,06%	5,46%	4,62%	1,45%	1,55%	0,88%	3,25%
<b>H04M</b>	2,95%	4,14%	5,61%	3,27%	2,10%	0,66%	2,74%
<b>H03M</b>	1,04%	0,83%	1,32%	0,73%	0,73%	0,88%	0,95%
<b>G01S</b>	0,41%	4,64%	0,33%	0,36%	0,82%	0,99%	0,93%
<b>H04Q</b>	1,07%	1,66%	1,98%	1,82%	0,00%	0,22%	0,90%
<b>G10L</b>	1,33%	0,83%	1,32%	0,00%	0,00%	0,00%	0,83%
<b>Altri</b>	4,75%	4,80%	5,28%	0,36%	2,56%	2,42%	3,92%
<b>Totale</b>	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	
<b>Brevetti Totali</b>	3452	604	303	275	1094	908	

Tabella 22 - Composizioni percentuali degli IPC di ciascun trimestre

È possibile notare delle differenze nella composizione dei brevetti dichiarati all'interno dei periodi; pur senza dimenticare le differenze di ciascun periodo in termini di valori assoluti, è possibile fare delle riflessioni a riguardo. Ad esempio, se si prende in considerazione la classe "H04W", ovvero la più frequente, si nota come nei primi 9 mesi risultasse all'incirca tra il 39% e il 41% del totale, per poi arrivare ad oltre 50% nella

seconda metà del 2019; come spiegato nei paragrafi precedenti, questo può essere una conseguenza del rilascio delle specifiche della *Release 15 – Late Drop*. Mentre i valori percentuali di “H04L” rimangono pressoché costanti, è interessante notare inoltre un aumento di “H04B”, fino al 14,87%, nell’ultimo trimestre del 2019; viceversa, i codici “H04J”, “G06F” e “H04M” hanno avuto una costante diminuzione con l’evoluzione della tecnologia. Per avere una visione grafica di ciò detto finora, si è creato il grafico in figura 24, dove sono presenti le distribuzioni cumulate dei principali 10 IPC di ciascun trimestre.

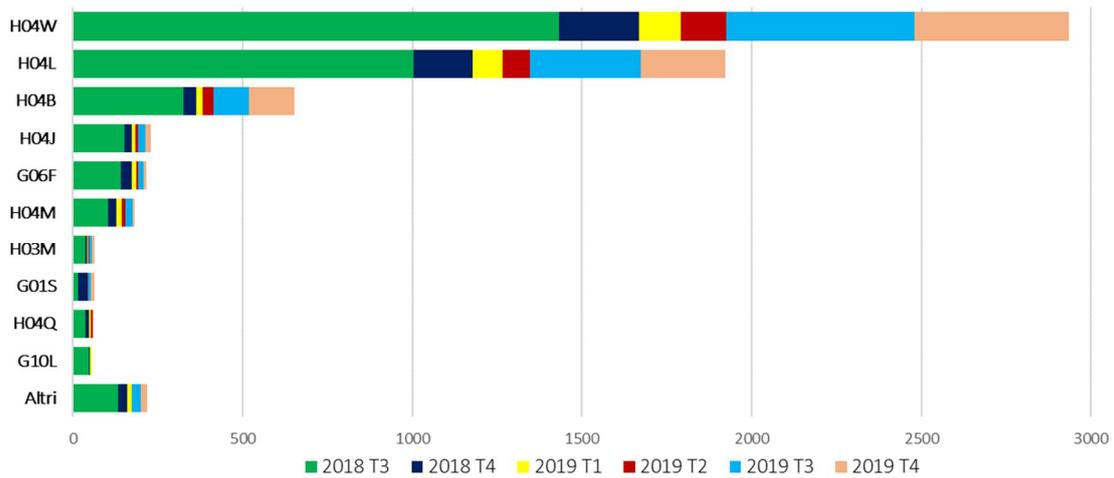


Figura 24 - Grafico relativo alle distribuzioni temporali cumulate dei principali 10 IPC

Infine, si è esaminato il contenuto tecnico dei brevetti delle imprese dichiaranti; in un primo momento, sono stati selezionati i principali 5 IPC al fine di poterne analizzare la composizione delle imprese. Come mostrato in figura 25 e in tabella 23, i codici “H04W” e “H04L” sembrano essere quelli più distribuiti, seppure con una quota predominante di Nokia e, in maniera ridotta, di Samsung. Al contrario, sembra esserci una specializzazione di Nokia in “*Multiplex Communication*” (“H04J”) e, soprattutto, in “*Electric Digital Data Processing*” (“G06F”). Per quanto riguarda Samsung, appare evidente come gran parte dei brevetti dichiarati rientra nelle 3 principali classi, ovvero “H04W”, “H04L” e “H04B”.

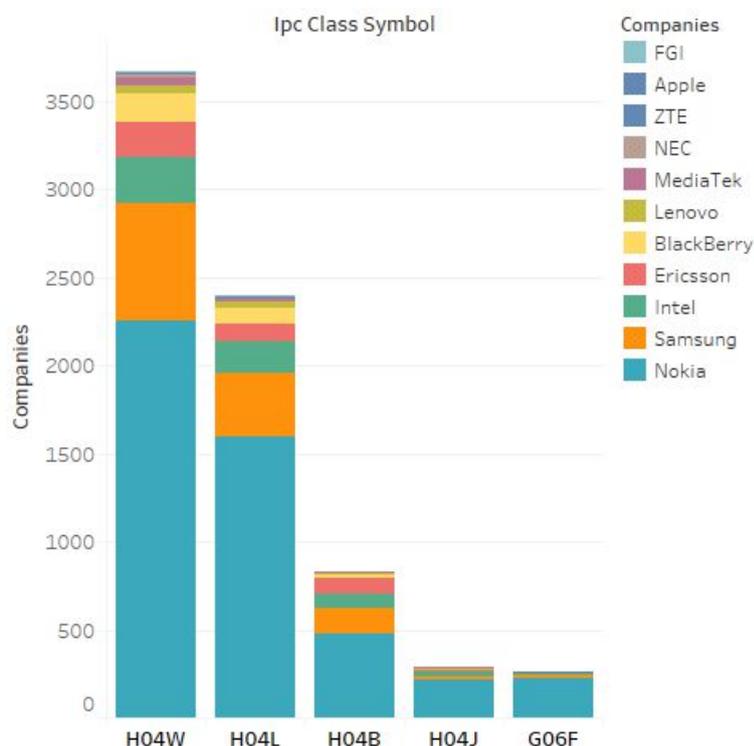


Figura 25 - Composizione delle principali 5 classi IPC, a livello di imprese dichiaranti

Imprese	H04W	H04L	H04B	H04J	G06F
Apple	0,1%	0,2%			
BlackBerry	4,5%	4,0%	2,8%	1,4%	3,8%
Ericsson	5,2%	4,1%	10,5%	1,0%	
FGI	0,1%	0,0%			
Intel	7,3%	7,4%	9,6%	11,1%	3,4%
Lenovo	1,3%	1,5%	1,1%	2,4%	0,4%
MediaTek	1,3%	0,8%	1,0%	1,4%	
NEC	0,4%	0,2%			
Nokia	61,6%	66,4%	57,3%	76,3%	86,6%
Samsung	18,1%	15,2%	17,7%	6,3%	5,3%
ZTE	0,2%	0,2%			0,4%
<b>Totale</b>	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>

Tabella 23 - Composizione percentuale dei brevetti riferita a ogni codice IPC

L'ultimo aspetto preso in considerazione riguarda la composizione dei brevetti classificati all'interno di questi top 5 IPC per ogni singola impresa dichiarante. A tal proposito è stato tracciato il grafico in figura 26, all'interno del quale è possibile notare ciò anticipato in precedenza, ovvero una presenza quasi totale delle principali 3 classi IPC nei contenuti tecnici dei brevetti Samsung; inoltre, questo aspetto è facilmente rilevabile anche nei brevetti di Intel ed Ericsson.

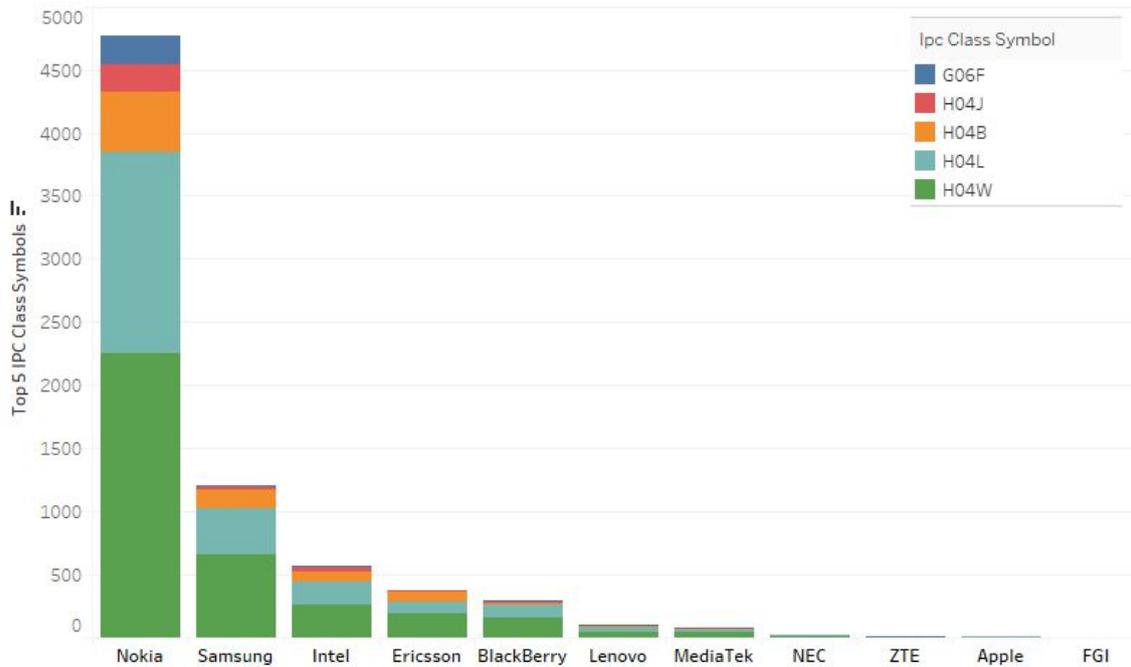


Figura 26 - Distribuzione delle principali 5 classi IPC all'interno dei brevetti di ciascuna impresa

#### 5.4.2.7 Analisi delle rivendicazioni brevettuali

Il database PATSTAT ha inoltre fornito informazioni riguardo al numero di *Claims* di ciascun brevetto, ovvero il numero di rivendicazioni di un brevetto; quest'ultime delineano le caratteristiche tecniche dell'invenzione per cui si richiede la protezione brevettuale. Questa informazione è di fatto risultata fondamentale per comprendere l'entità della protezione giuridica delle *applications* analizzate. La logica dell'analisi quindi, similmente a quelle portate avanti in precedenza, ha lo scopo di esaminare l'ampiezza giuridica dei brevetti in modo da distinguere anche in questo caso tra brevetti più o meno rilevanti (figura 27). Una volta incrociati i dati con la tabella relativa alle PUBLN\_CLAIMS, sono state costruite delle classi e si sono ottenuti i seguenti risultati: il 38% circa dei brevetti risulta avere dalla 0 a 11 *claims*, mentre oltre il 41% è concentrato nella classe che va dalle 12 alle 21 *claims*. Come si può notare, oltre il 93% dei brevetti ha quindi meno di 33 *claims*.

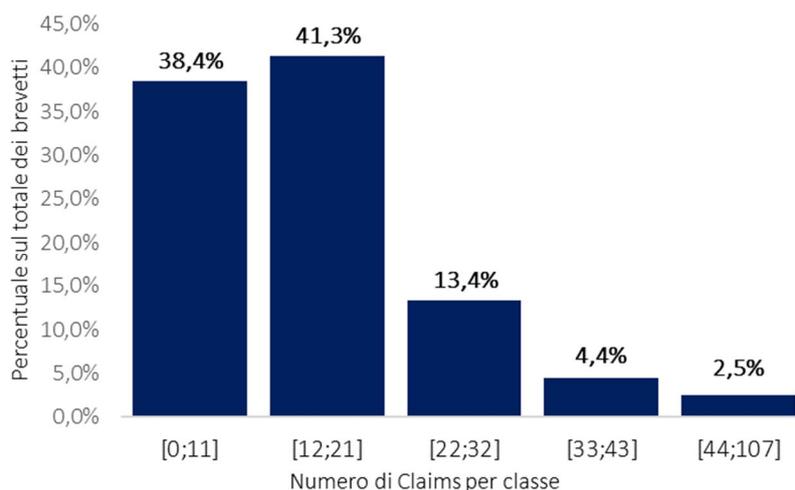


Figura 27 - Clusterizzazione delle rivendicazioni brevettuali

Un risultato che appare sicuramente significativo proviene anche in questo caso dagli *outliers*; 3 brevetti risultano infatti avere 107, 88 e 87 rivendicazioni, presentando così un'ampiezza giuridica notevolmente maggiore rispetto al resto dei dati. A questo punto, andando a incrociare questi *outlier* con le altre tabelle utilizzate, si potrebbero fare delle ipotesi sui motivi che stanno dietro ad un numero così alto di rivendicazioni. Il brevetto che risulta avere 107 rivendicazioni ha come APPLN\_NR\_EPODOC: US20000620797 dal titolo *'Ensuring Proper Acceptance Of Data At A Receiver In Wireless Multiple Access Communications Systems'*, facente parte della Classe IPC H04L relativa a *'Transmission Of Digital Information'*; facendo una ricerca incrociata si può notare come esso abbia un solo *applicant*, 3 *inventors* e 4 citazioni. Si potrebbe quindi ipotizzare che questo alto numero di rivendicazioni possa essere legato alla natura del brevetto stesso, trattando appunto dei modi in cui i dati sono accettati da un ricevitore Wireless nell'architettura di rete. Questa supposizione è quindi dettata dalla presenza di un tema delicato come quello del dato, al centro dell'attuale dibattito europeo e mondiale.

Lo stesso tipo di analisi approfondita è stata effettuata per il brevetto con APPLN\_NR\_EPODOC: US20100671553 (avente ben 87 rivendicazioni), dal titolo *'Configurable Random Access Channel Structure For Range Extension In A Wireless Communication System'*, sempre facente parte della classe IPC: H04L. In questo caso però, le ipotesi che stanno dietro a questo elevato valore potrebbero essere legate all'importanza e alla complessità del brevetto. Si nota infatti come esso abbia 3 inventori, 4 *applicants* e ben 40 citazioni ricevute; questi 3 valori conducono quindi a supporre che l'elevata ampiezza giuridica sia dettata proprio dalla rilevanza dell'innovazione contenuta nel brevetto.

Infine, in modo analogo a quanto fatto prima, si è cercato di capire in che modo le imprese proteggano le loro invenzioni, calcolando la media dei *claims* per brevetto (si veda la tabella 24). osservando la tabella, Lenovo è l'unica che ha oltre 20 *claims* per brevetto in media, seguita da Blackberry e Nokia, non distaccandosi di molto da ciò evidenziato in

altre analisi. Da sottolineare come grandi imprese come Intel, Samsung ed Ericsson abbiano all'incirca la metà dei *claims* per brevetto in media rispetto a quelle appena citate.

<b>Impresa</b>	<b>Numero Brevetti</b>	<b>Media Claims</b>
Lenovo	62	20,24
Blackberry	110	18,06
Nokia	2294	16,39
NEC Corporation	15	14,60
ZTE	6	13,67
MediaTek	40	12,53
Apple	2	10,00
Intel	244	8,45
Samsung	731	8,37
Ericsson	234	7,15
FG Innovation	3	0,00
Totale	3741	

Tabella 24 - Media dei claims per ciascuna impresa individuata

#### 5.4.2.8 Delta temporale tra declaration date e filing date

Come ultima analisi, sono state calcolate le differenze medie per ogni impresa individuata tra la data di dichiarazione e la data di deposito, espresse in mesi. La tabella 25 riassume i risultati ottenuti; ciò che salta subito agli occhi è il basso valore di tale differenza per Nokia, ovvero poco meno di un anno. Invece, aziende quali Lenovo e BlackBerry hanno delta temporali oltre 10 volte quelli di Nokia. È chiaro quindi come Nokia preveda di dichiarare come essenziali i propri brevetti in tempi molto bassi; ciò è possibilmente dovuto al fatto che, come sottolineato in altri paragrafi, Nokia sembra porsi come *early mover* e pertanto potrebbe tendere a dichiarare i propri brevetti come essenziali in modo anticipato, per ricorprire gli standard. Un'altra azienda identificata come *early mover*, ovvero Intel, ha anch'essa un valore molto basso (34,5 mesi in media).

<b>Impresa</b>	<b>Numero Brevetti</b>	<b><math>\Delta</math> Medio Declaration Date - Filing Date</b>
Lenovo	62	130,6
Blackberry	110	111,8
ZTE	6	106,4
NEC Corporation	15	68,4
Ericsson	234	44,5
Samsung	731	44,3
Apple	2	37,8
MediaTek	40	36,7
Intel	244	34,5
FG Innovation	3	22,4
Nokia	2294	11,8
<b>Totale</b>	<b>3741</b>	

Tabella 25 - Differenza media di declaration e filing date, in mesi, per ciascuna azienda

## 6. Analisi econometrica

### 6.1 Descrizione delle variabili utilizzate

In questo capitolo è stata effettuata un'analisi di regressione utilizzando il campione di brevetti raccolto nelle fasi precedenti. In particolare, sono stati utilizzati i dati bibliometrici dei 3.741 brevetti EP e US individuati a seguito dell'incrocio del campione estratto da ETSI con il database PATSTAT. L'obiettivo dell'analisi è indagare quali fattori incidono sul numero di giorni che trascorrono tra la data di deposito dei brevetti e quella relativa alla dichiarazione di essenzialità del brevetto per lo standard 5G e, conseguentemente, di rilevare eventuali comportamenti strategici. Pertanto, questo valore è stato indicato come variabile dipendente del modello; l'elenco delle variabili utilizzate, complete di descrizione e interpretazione economica associata a ciascuna di esse, è mostrato nella tabella 26. Inoltre, per le principali variabili sono state inserite, in tabella 27, le statistiche descrittive del campione; in particolare sono stati calcolati, per ciascuna di esse, numero di osservazioni, media, mediana, deviazione standard, valore minimo e valore massimo.

Nel modello sono state inserite alcune variabili *dummy*, ossia binarie<sup>53</sup>; tra queste, sono presenti quelle relative alla localizzazione geografica dell'impresa e allo stato di *incumbent* relativo a tutti gli assegnatari dei brevetti individuati<sup>54</sup>. Al fine di controllare l'effetto di ciascuna specifica tecnica (TS) sulla variabile dipendente, è stato inoltre inserito un set di 16 *dummy*.

---

<sup>53</sup> Una variabile binaria (o dicotomica) è una variabile che può assumere 2 valori, ovvero 0 oppure 1, a seconda del verificarsi o meno di una determinata condizione.

<sup>54</sup> Gli assegnatari del campione dei brevetti essenziali relativi al 5G sono: Alcatel-Lucent, Apple, Blackberry, Cellular Communications Equipment, Datang Mobile Communications Equipment, Ericsson, Fraunhofer Gesellschaft, Gaming Partners, Gemalto, Gemplus, Google, HFI Innovation, Hill-Rom Holdings, Huawei, Intel, Korea University, Lenovo, LG Electronics, Lucent Technologies, Mediatek, Microsoft, Mortara Instrument Services, Motorola, Nec, Nokia Corporation, Nokia Networks, Oppo Electronics, Pohang University of Science and Technology, Purdue University, Rockstar Bidco, Samsung Electronics, Sharp, Siemens, Sisvel, Spyder Navigations, Sungkyunkwan University Foundation for Corporate Collaboration, University of Sherbrooke, Varian Medical Systems, Welch Allyn, Wsou Investments, Xiaomi e ZTE Microelectronics Technology.

<b>Variabile</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Significato Economico</b>
<i>DAYS_APPLN_DSCLR</i>	Numero di giorni che trascorrono tra l'applicazione e la dichiarazione di essenzialità del brevetto	Strategie delle imprese sulle <i>disclosure</i> brevettuali
<i>CLAIM_NMBR</i>	Numero di <i>claims</i> associati al brevetto	Protezione giuridica e complessità brevettuale
<i>IPC_NMBR</i>	Numero di classi IPC associate al brevetto	Ampiezza del contenuto tecnico del brevetto
<i>INVTR_NMBR</i>	Numero di inventori per ciascun brevetto	Complessità e rilevanza del brevetto
<i>ASSGN_INTR</i>	Variabile <i>dummy</i> (0,1) dove 1 indica che il brevetto ha dei co-assegnatari, 0 altrimenti	Maggiore complessità dei brevetti contraddistinti dalla presenza di co-assegnatari
<i>BCWD_RFNC_NMBR</i>	Numero di riferimenti alla letteratura preesistente; indica se il brevetto si basa su scoperte trattate nella letteratura antecedente	Un valore alto può essere <i>proxy</i> di un brevetto <i>science-based</i> e, quindi, l'innovazione è incrementale; viceversa, avere minori riferimenti potrebbe indicare un'innovazione più radicale
<i>BCWD_FMLY_NMBR</i>	Numero di famiglie brevettuali citate	<i>Proxy</i> del livello di innovazione del brevetto, inversamente proporzionale al numero di citazioni
<i>FRWD_FMLY_NRLZ_NMBR</i>	Numero di citazioni forward della famiglia brevettuale	Importanza e rilevanza del contenuto tecnico dell'invenzione
<i>FMLY_NRLZ_SIZE</i>	Dimensione della famiglia brevettuale	Si può ipotizzare che un valore basso possa essere associato a brevetti caratterizzati da un'innovazione radicale, al contrario un brevetto con un alto valore può essere <i>proxy</i> di un'innovazione incrementale
<i>STNRD_NMBR</i>	Numero di specifiche tecniche associate al brevetto	Ampiezza e rilevanza del contenuto del brevetto
<i>APPLN_AUTH</i>	Numero di <i>patent offices</i> responsabili dell'elaborazione della domanda del brevetto	Ampiezza geografica della protezione
<i>INCMT_ETSI_4G_INTR</i>	Variabile <i>dummy</i> (0,1), dove 1 indica che l'assegnatario del brevetto possiede brevetti essenziali della tecnologia 4G dichiarati presso ETSI, 0 altrimenti	Ruolo dell'impresa nel settore
<i>EU_MMBR_INTR</i>	Variabile <i>dummy</i> (0,1), dove 1 indica che il paese della sede dell'assegnatario del brevetto è membro dell'Unione Europea, 0 altrimenti	Provenienza geografica dell'impresa e quindi se l'invenzione è avvenuta sul territorio europeo oppure no
<i>US</i>	Variabile <i>dummy</i> (0,1), dove 1 indica che il brevetto è stato depositato negli USA, 0 altrimenti	
<i>DSCLR_INTR_2018</i>	Variabile <i>dummy</i> (0,1), dove 1 indica che l'anno della <i>disclosure</i> è il 2018, 0 altrimenti	
<i>STNRD_INTR_#</i>	16 variabili <i>dummy</i> (0,1), una per ogni specifica tecnica (identificata da un numero #); 1 indica che il brevetto ricopre la TS #, 0 altrimenti	Un brevetto che ricopre una specifica tecnica possiede una maggiore importanza rispetto ad uno che non ricopre nessuna specifica

Tabella 26 - Elenco delle variabili utilizzate nel modello

<b>Variabile</b>	<b>Oss.</b>	<b>Media</b>	<b>Mediana</b>	<b>Dev. Std.</b>	<b>Min</b>	<b>Max</b>
<i>DAYS_APPLN_DSCLR</i>	3740	2657.666	2171.000	1768.145	60.000	8531.000
<i>CLAIM_NMBR</i>	3345	24.316	21.000	11.506	1.000	155.000
<i>IPC_NMBR</i>	3741	1.715	2.000	0.839	0.000	7.000
<i>INVTR_NMBR</i>	3741	3.018	3.000	1.664	1.000	47.000
<i>ASSGN_INTR</i>	3453	0.163	0.000	0.369	0.000	1.000
<i>BCWD_RFNC_NMBR</i>	3741	5.511	2.000	19.726	0.000	452.000
<i>BCWD_FMLY_NMBR</i>	3741	19.936	11.000	35.150	0.000	359.000
<i>FRWD_FMLY_NRLZ_NMBR</i>	3740	1.816	1.000	2.785	0.000	32.429
<i>FMLY_NRLZ_SIZE</i>	3740	1.067	0.773	1.438	0.048	14.000
<i>STNRD_NMBR</i>	3740	1.193	1.000	0.469	1.000	5.000
<i>APPLN_AUTH</i>	3741	1.600	2.000	0.490	1.000	2.000
<i>INCMT_ETSI_4G_INTR</i>	3741	0.930	1.000	0.255	0.000	1.000
<i>EU_MMBR_INTR</i>	3741	0.652	1.000	0.476	0.000	1.000

Tabella 27 - Principali statistiche delle variabili studiate

## 6.2 Forma funzionale del modello

A partire dal dataset sopra descritto, è stato impostato un modello generale di regressione lineare multipla, del tipo:

$$\begin{aligned} DAYS\_APPLN\_DSCLR &= \beta_0 + \beta_1 X_i + \beta_2 C_i + \varepsilon_i \\ i &= 1, \dots, n \end{aligned}$$

Dove la variabile dipendente rappresenta il numero di giorni che trascorrono tra la data di deposito di ciascun brevetto e la successiva data relativa alla dichiarazione di essenzialità all'ETSI ( $DAYS\_APPLN\_DSCLR$ ) da parte dell'impresa.  $X_i$  è un set di regressori che descrivono le caratteristiche dei brevetti essenziali,  $C_i$  è un set di controlli ed  $\varepsilon_i$  è il residuo dovuto a fattori omessi (comprendente l'inosservabile, ovvero tutti i fattori non spiegati all'interno del modello adottato). I parametri del modello non sono noti e pertanto è necessario stimarli utilizzando i dati campionari disponibili.

Come sarà descritto nei successivi paragrafi, a partire dal modello di regressione lineare multipla impostato, è stato aggiunto un termine di interazione di 2 variabili binarie; nella fattispecie, le 2 variabili *dummy* poste ad interazione sono  $INCMT\_ETSI\_4G\_INTR$  e  $EU\_MMBR\_INTR$ , ovvero si è osservato l'effetto congiunto di essere un'impresa *incumbent* ed avere la sede in Europa. Perciò, degli 8 modelli finali stimati, 3 risultano essere non-lineari, comprendendo essi questo termine di interazione.

## 6.3 Il metodo dei minimi quadrati ordinari (OLS)

Come detto in precedenza, si vogliono stimare i parametri  $\beta_0, \beta_i$  ( $\forall i$ ), non noti, del modello; pertanto, a partire dalle stime di tali parametri  $b_0, b_i$  ( $\forall i$ ), ottenute utilizzando il campione di dati in nostro possesso, si è deciso di utilizzare il metodo dei minimi quadrati ordinari (*Ordinary Least Squares*). Lo stimatore OLS dei parametri ignoti minimizza la somma dei quadrati delle differenze tra i valori reali (osservati) di  $Y_j$  e i valori predetti in base alla retta di regressione stimata. Il problema di minimizzazione derivante è riassunto dalla formula seguente:

$$\min \sum_{j=1}^k [Y_j - (b_0 + \sum_{i=1}^n b_i X_{ij})]^2$$

Dove  $k$  è il numero di osservazioni e  $n$  è il numero di variabili indipendenti.

## 6.4 Il metodo Tobit

In base alle caratteristiche della variabile dipendente della regressione, possono essere effettuati degli ulteriori raffinamenti al modello costruito. Ad esempio, nel caso in esame, la variabile dipendente risulta essere temporale; si tratta quindi di una variabile continua, ma con un *lower bound* sul valore 0, ossia un vincolo strutturale che non gli permette di scendere al di sotto dello zero e assumere valori negativi.

Tenendo conto di questa restrizione, è stato quindi costruito un modello TOBIT, ovvero un modello di regressione ‘troncato’ che tiene conto del dominio non continuo della variabile dipendente. L’adottare questo tipo di regressione consente di fatto all’analisi di risultare ancor più precisa e significativa. In tal modo è stato possibile confrontare i modelli ottenuti con OLS con quelli TOBIT, ottenendo risultati analoghi.

## 6.5 Assunzioni relative ai minimi quadrati

Per ottenere le stime dei parametri del modello in esame è stato utilizzato, in prima battuta, il metodo degli OLS; affinché le stime ottenute siano consistenti e non distorte, è necessario che siano valide alcune assunzioni fondamentali degli OLS. Riprendendo la definizione data in precedenza, l’equazione del modello utilizzato, trattandosi di una regressione multipla, può essere scritta come segue:

$$Y_j = \beta_0 + \beta_1 X_{1j} + \beta_2 X_{2j} + \dots + \beta_n X_{nj} + \varepsilon_j, \quad j = 1, \dots, k$$

La prima assunzione dei minimi quadrati afferma che la distribuzione del residuo  $\varepsilon_i$  condizionata ai regressori  $X_i$  e ai controlli  $C_i$  abbia media nulla, ovvero:

$$\mathbb{E}(\varepsilon_i | X_i) = 0$$

La non validità di questa condizione porta al problema della distorsione da variabile omessa. Si tratta infatti di una variabile che nel caso in cui (contemporaneamente):

- appartiene all’equazione di regressione (è inclusa nel residuo  $\varepsilon_i$ );
- è correlata ad un regressore  $X$  dell’equazione.

Invalida la prima assunzione dei minimi quadrati e rende distorto ed inconsistente lo stimatore OLS. Al fine di risolvere questa problematica, si potrebbe pensare di includere la suddetta variabile nel modello di regressione. Attraverso l’utilizzo della funzione *kdensity* in Stata è stato possibile monitorare la distribuzione dei residui dell’equazione di regressione. Come si può vedere dalla figura 28, la funzione di densità di *Kernel* stimata per i dati utilizzati per la costruzione del modello sembra seguire una distribuzione normale centrata sul valore 0, seppur presentando una forma leggermente meno affusolata a causa probabilmente di un basso numero di valori limitrofi allo zero. Si può evincere dal *Kernel* come la distribuzione non sia particolarmente asimmetrica (approssimativamente, sembrerebbe che i residui siano distribuiti secondo una normale).

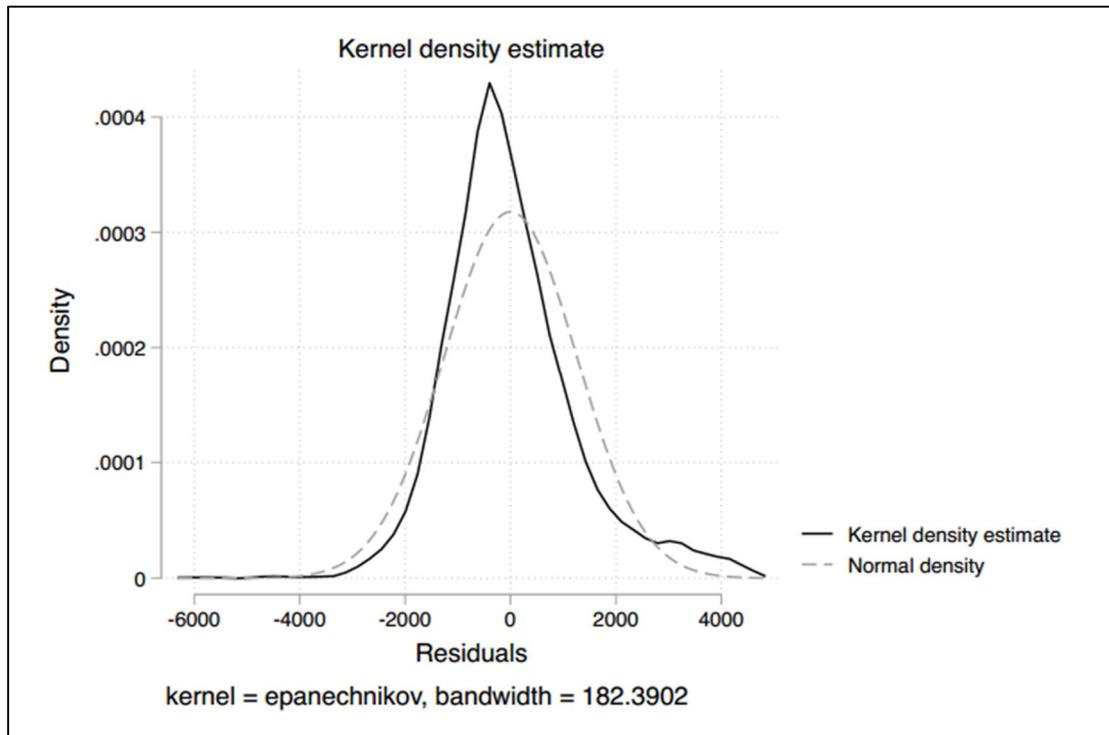


Figura 28 - Funzione di densità di Kernel relativa ai residui

Inoltre, il metodo dei minimi quadrati ordinari presume di fatto l'assenza di collinearità perfetta, un fenomeno che si verifica quando uno dei regressori del modello è combinazione lineare esatta degli altri. La presenza di collinearità perfetta potrebbe riflettere un errore nella definizione dei regressori o una anomalia nella distribuzione nei dati. Una possibile soluzione da adottare potrebbe essere quella di modificare i regressori del modello in modo da escludere la presenza di dipendenze lineari. Nel caso in esame, al fine di evitare che si venisse a creare collinearità perfetta è stata omessa la *dummy* EU, la quale indica che il brevetto è stato depositato in Europa (a tal proposito, si ricorda che i brevetti facenti parte dell'analisi sono tutti US oppure EU).

Le condizioni appena citate sono state opportunamente verificate sia prima dell'utilizzo dei dati, ovvero nel momento della raccolta dei dati, che dopo, quindi al momento dell'elaborazione del modello.

## 6.6 Impatto dei regressori sul modello e relazione con errori residui

Un'ulteriore analisi effettuata è quella relativa alla distribuzione dei residui  $\varepsilon_i$  condizionata ai regressori  $X_i$  ed ai controlli  $C_i$ . In particolare, una delle assunzioni fondamentali alla base del modello dei OLS prevede che la distribuzione condizionata dei residui abbia media nulla. È interessante, a questo punto, studiare il comportamento dei residui al variare dei valori predetti (i *fitted values* nel grafico in figura 29). Analizzando quindi la dispersione dei residui intorno alla media, se  $\text{var}(\varepsilon_i|X_i) = \sigma^2$  ossia la varianza della distribuzione dei residui  $\varepsilon_i$  condizionata al regressore  $X_i$  è costante, allora si è in presenza di omoschedasticità (in alternativa si parla di eteroschedasticità).

Come si può notare dal grafico sottostante, la varianza dei residui è inizialmente bassa, per poi espandersi notevolmente al crescere dei valori predetti dal modello (ossia la  $Y$  predetta, l'ascissa del grafico) e quindi al crescere del *lag*. Si può quindi ipotizzare che i dati utilizzati per la costruzione del modello siano affetti da eteroschedasticità. Questa struttura della varianza dei residui ha di fatto richiesto l'utilizzo di modelli robusti alla presenza di eteroschedasticità (i minimi quadrati ordinari produrrebbero, senza ciò, delle stime distorte) per la costruzione dell'analisi di regressione; infatti, per tener conto di questo aspetto, si è aggiunto ad ogni comando implementato la parola "robust" in modo da rendere i risultati privi di *bias* causati dalla presenza di varianza non costante dei residui.

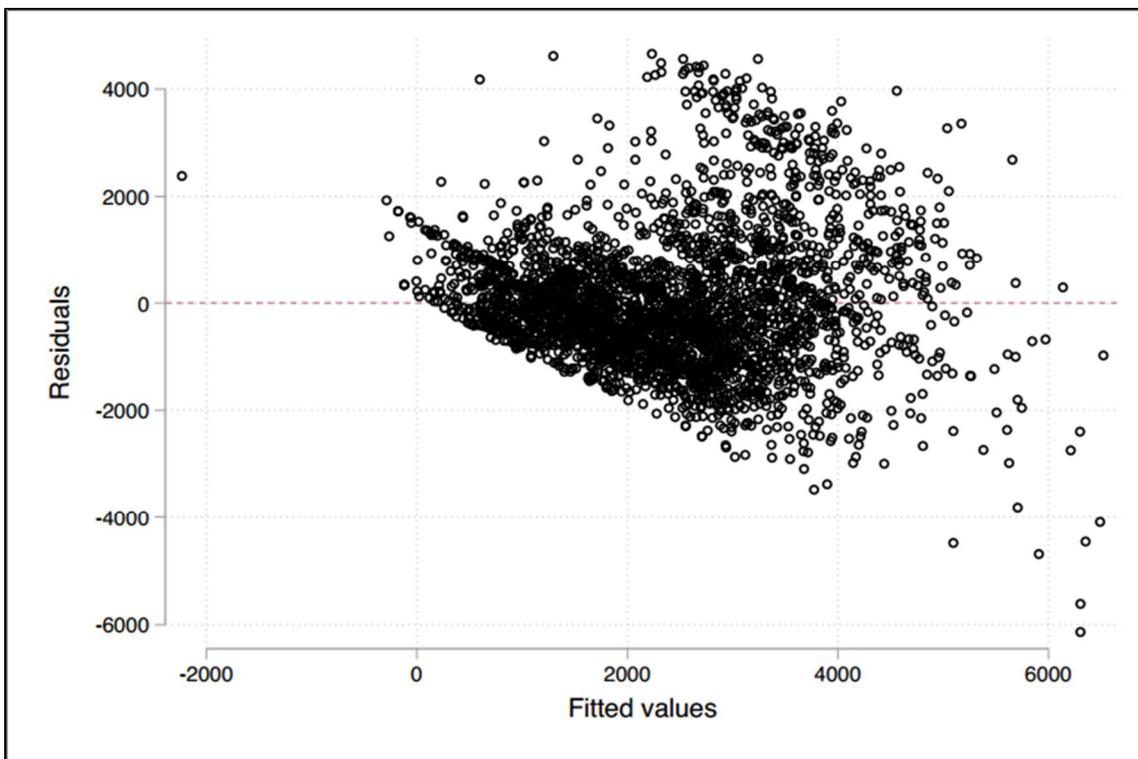


Figura 29 - Grafico relativo alla dispersione dei residui

## 6.7 Risultati del modello econometrico

La tabella 28 mostra le stime dei coefficienti del modello descritto precedentemente, ottenute con il metodo dei minimi quadrati ed il campione di brevetti selezionato; l'applicativo utilizzato è Stata<sup>55</sup>. In particolare, sono stati testate otto varianti del modello, che differiscono tra loro per l'inclusione o esclusione di alcuni regressori. È importante sottolineare come il progressivo inserimento di variabili nel modello di regressione, faccia aumentare gradualmente il coefficiente di determinazione aggiustato, che rappresenta la quota di varianza della variabile dipendente  $Y$  spiegata dai regressori inclusi nel modello. Tale indice può variare tra zero, che si ottiene in presenza di nessun adattamento della regressione lineare stimata ai dati osservati ed uno che si ottiene invece con un perfetto adattamento.

Come detto in precedenza, lo scopo dell'analisi è comprendere l'impatto di ciascuna variabile indipendente della regressione su quella dipendente, ovvero il numero di giorni che intercorrono tra la data di deposito dei brevetti e la successiva data di dichiarazione all'ETSI di un brevetto essenziale riguardante la tecnologia 5G.

Il *lag* temporale rappresenta un elemento fondamentale delle strategie adottate dalle imprese; infatti, qualora il tempo che intercorre tra la data di deposito e la data di *disclosure* risulti alto, i brevetti dichiarati si riveleranno meno recenti, delineando quindi la presenza di un'attività di ricerca e sviluppo dell'impresa anteriore. Ne consegue che i suddetti brevetti dichiarati presentino una minore vita residua; si può ipotizzare che saranno probabilmente riferiti a standard tecnologici precedenti. Viceversa, brevetti essenziali caratterizzati da valori bassi in termini di *lag* temporale risultano essere frutto di lavori di R&D recenti. A tal proposito, è possibile fare delle supposizioni sul motivo per cui un'impresa presenti valori più o meno alti nel tempo che intercorre tra le due date. Nel caso in cui il valore risulti molto alto potrebbe voler significare che l'impresa abbia ritardato la *disclosure* del brevetto per cause dovute alla natura del brevetto (ad esempio, brevetto con grande ampiezza tecnologica o elevato numero di *claims*), oppure per attendere il momento opportuno per entrare nello standard (si ricordi ciò detto nel capitolo precedente, a proposito delle *disclosures* avvenute nei mesi seguenti alle date di *releases* 3GPP, per abbattere l'incertezza tecnologica). Al contrario, un valore della variabile dipendente basso potrebbe indicare una strategia di voler entrare il prima possibile nel mercato per cominciare ad acquisire vantaggio competitivo a discapito dei competitors.

---

<sup>55</sup> Software proprietario, pubblicato dall'impresa StataCorp, impiegato per analisi statistiche, simulazioni e gestione di dati. Versione utilizzata nell'analisi: Stata 13/MP

Regressore	Modello 1	Modello 2	Modello 3	Modello 4	Modello 5	Modello 6	Modello 7	Modello 8
<i>CLAIM_NMBR</i>	20.418*** (3.087)	14.518*** (2.924)	14.450*** (2.925)	14.466*** (2.924)	7.549* (2.935)	7.018* (2.914)	6.867* (2.882)	5.249 (2.935)
<i>IPC_NMBR</i>	348.916*** (38.007)	306.823*** (35.866)	306.587*** (35.901)	306.284*** (35.888)	288.848*** (33.623)	280.879*** (33.583)	269.496*** (33.307)	240.915*** (31.662)
<i>INVTR_NMBR</i>	-178.019*** (33.614)	-162.437*** (30.435)	-162.178*** (30.475)	-161.051*** (30.356)	-111.363*** (23.768)	-106.029*** (23.018)	-99.457*** (22.195)	-83.160*** (18.292)
<i>BCWD_RFNC_NMBR</i>	-0.792 (1.059)	-2.387* (1.119)	-2.408* (1.120)	-2.529* (1.123)	-1.547 (1.068)	-2.702* (1.234)	-2.456* (1.231)	-2.836* (1.138)
<i>BCWD_FMLY_NMBR</i>	-0.939 (0.806)	3.405 (2.074)	3.377 (2.076)	3.136 (2.074)	2.803 (2.126)	6.027* (2.599)	5.095* (2.589)	4.116 (2.472)
<i>FRWD_FMLY_NRLZ_NMBR</i>		234.531*** (23.423)	235.132*** (23.536)	235.883*** (23.595)	207.279*** (21.071)	204.105*** (20.932)	195.811*** (20.352)	182.938*** (19.396)
<i>FMLY_NRLZ_SIZE</i>		-560.458*** (32.295)	-561.364*** (32.424)	-560.192*** (32.471)	-441.216*** (31.989)	-472.244*** (35.574)	-475.449*** (35.036)	-430.254*** (35.038)
<i>STNRD_NMBR</i>		-29.662 (46.130)	-29.662 (46.130)	-31.233 (46.167)	61.641 (45.119)	62.154 (45.061)	54.968 (45.645)	736.670** (242.736)
US dummy	-777.098*** (72.109)	-744.986*** (64.648)	-744.057*** (64.702)	-747.074*** (64.658)	-526.118*** (63.168)	-512.677*** (63.025)	-465.603*** (63.648)	-467.250*** (61.376)
Multiple assignees dummy	-308.548*** (58.745)	-282.026*** (55.715)	-280.536*** (55.681)	-278.941*** (55.772)	-410.608*** (55.852)	-417.556*** (55.274)	-461.870*** (56.296)	-388.202*** (56.544)
Incumbent dummy				-143.474 (118.204)	-761.733*** (120.195)	-881.205*** (122.221)	-918.758*** (122.640)	-880.085*** (123.910)
Assignee country is EU member dummy	No	No	No	No	Si	Si	Si	Si
Incumbent #								
Assignee country is EU member dummy	No	No	No	No	No	Si	Si	Si
Disclosure in 2018 dummy	No	No	No	No	No	No	Si	Si
Technical specifications dummies	No	Si						
Costante	2443.424*** (149.747)	2720.149*** (136.611)	2756.539*** (152.022)	2894.717*** (184.022)	2541.006*** (174.363)	2621.720*** (174.374)	2595.779*** (171.760)	3017.843*** (169.177)
Osservazioni	3056	3055	3055	3055	3055	3055	3055	3055
R-quadro	0.149	0.314	0.314	0.314	0.375	0.383	0.391	0.441
R-quadro aggiustato	0.147	0.312	0.312	0.312	0.373	0.380	0.388	0.435

\* p<0.05  
\*\* p<0.01  
\*\*\* p<0.001

Tabella 28 - Modelli di regressione impostati (valori espressi in giorni)

Il primo modello evidenzia la forte significatività del numero di *claims* e il numero di classi IPC associate al brevetto, le quali presentano un effetto positivo sulla variabile dipendente, aumentando quindi il numero di giorni. Al contrario il numero di inventori e le *dummy* relative a *Patent Office* e alla presenza di assegnatari multipli tendono a ridurre notevolmente la variabile dipendente Y.

La tendenza appena descritta si ripete nei modelli 2, 3 e 4 nei quali vengono rispettivamente aggiunte le variabili relative a:

- famiglia brevettuale, in termini di dimensioni e di citazioni *forward* ricevute;
- numero di standard tecnologici (TS) per brevetto;
- azienda di riferimento incumbente o meno, variabile *dummy* che assume il valore 1 nel caso in cui la *Company* abbia già preso parte all'implementazione dello standard precedente.

È da sottolineare, però, come il contributo delle ultime due variabili citate sia poco significativo, al punto che il *p-value* del test t associato supera la soglia del 5%. Al contrario, i regressori che concernono la famiglia brevettuale risultano essere altamente significativi (*p-value* < 0,1%): in particolare, si nota come un brevetto avente un considerevole numero di citazioni *forward* ricevute abbia un impatto molto positivo sulla variabile dipendente, ovvero incrementa notevolmente il *lag* temporale. Al contrario, più è grande la dimensione della famiglia brevettuale e più si ridurrà il tempo che intercorre tra la data di *filing* e quella di *disclosure* del brevetto.

Nel modello 5 cominciano a delinearsi delle correlazioni piuttosto evidenti. Si nota infatti come l'attivazione della *dummy* '*Assignee country is an EU member*' crei un'inversione di tendenza nell'effetto marginale del numero di standard, che pur non essendo significativo passa da negativo a positivo. Allo stesso tempo, il regressore corrispondente al numero di *claims* dimezza il suo coefficiente diventando molto meno significativo. Al contrario, la *dummy Incumbent* assume valori decisamente negativi, diventando, in aggiunta, altamente significativa (*p-value* < 0,1%).

Il comportamento delle variabili appena descritto, unito a variazioni consistenti per quanto riguarda i coefficienti delle *dummy* già attivate, potrebbe far pensare che un brevetto avente come assegnatario un'azienda europea implichi un duplice effetto sulla variabile dipendente. Nello specifico, infatti, si nota una notevole riduzione dell'impatto negativo del regressore della dimensione della famiglia brevettuale, allungando di fatto il *lag* temporale di circa 4 mesi; al contrario però, l'effetto marginale negativo apportato dalle *dummy* di assegnatario multiplo e di azienda incumbente, incrementa notevolmente in valore assoluto, andando di fatto ad abbassare di quasi 2 anni il valore della variabile dipendente.

La tendenza appena descritta si ripete per i modelli 6 e 7, i quali prevedono rispettivamente l'attivazione dell'interazione tra le variabili *dummy* di '*Incumbent*' e '*Assignee country is EU member*' e l'inserimento del regressore '*Disclosure in 2018*'; non

si rilevano quindi considerevoli conseguenze nei coefficienti e nella significatività dei regressori già presenti nel modello, se non un incremento dell'effetto negativo dovuto allo stato di impresa *incumbent* (da -761 giorni del modello 5 a -918 del modello 7).

L'ultimo modello dell'output ottenuto risulta essere sicuramente il più rilevante, presentando, come già detto, un *R-squared adjusted* di 0.435. L'attivazione delle *dummy* corrispondenti alle *Technical Specifications* produce un notevole effetto marginale positivo sul regressore relativo al numero di standard per brevetto (STNRD\_NMBR); quest'ultimo infatti diventa significativo (*p-value* < 1%), al contrario di quanto visto nei modelli precedenti, generando conseguentemente un consistente incremento del proprio coefficiente.

Si può quindi supporre che un brevetto avente un elevato numero di standard (indice di una notevole ampiezza tecnologica), possa subire dei ritardi importanti nella *disclosure*.

Questo effetto sembra essere concorde per i coefficienti degli altri regressori, i quali tendono a diminuire il loro apporto negativo andando di fatto ad aumentare in modo congiunto il *lag* temporale tra *filing* e *disclosure date*. Inoltre, si può notare come l'inserimento della *dummy* corrispondente alle TS, renda poco significativi i contributi dei regressori relativi a numero di *claims* e numero di citazioni *backward* del brevetto.

Nel modello di riferimento, in prima istanza sono stati presi in considerazione separatamente gli effetti singoli di ciascuno standard. Si è notato come, in base alla tipologia di standard attivato, si producessero apporti più o meno negativi; di conseguenza, in base ai TS collegati al brevetto, si ottengono di fatto dei lag temporali più o meno consistenti.

## 6.8 Effetto dell'interazione tra 2 regressori

La presente sezione ha lo scopo di porre l'attenzione sull'interazione tra due variabili *dummy* presenti nel modello:

- *Incumbent*;
- *Assignee country is an EU member*.

Come si può notare dalla tabella 29, l'attivazione della variabile di interazione fra le due *dummy* causa degli effetti considerevoli. In prima istanza, si evidenzia come l'effetto marginale del paese assegnatario europeo inverta totalmente il segno passando da molto positivo a molto negativo, andando conseguentemente ad abbassare di circa 5 anni il *lag* temporale assunto dalla variabile dipendente. Al contempo, l'attivazione della suddetta variabile di interazione produce un effetto marginale significativo e positivo, originando quindi un incremento considerevole di circa 9 anni. Quest'ultimo effetto va di fatto ad annullare quello generato dalla *dummy* relativa al Paese assegnatario EU; si ottiene così un effetto congiunto positivo che rimane tale per tutti i modelli di regressione (6, 7 e 8).

I risultati appena descritti potrebbero quindi far supporre che il contributo marginale di un'azienda assegnataria che sia, allo stesso tempo, europea e *incumbent*, vada ad annullare il contributo marginale negativo dato dal solo fatto di essere *incumbent*; si può quindi ipotizzare che, se l'azienda *incumbent* fosse US, si avrebbe unicamente un apporto negativo sulla variabile dipendente, con una conseguente diminuzione del *lag* temporale.

Regressore	Modello 4	Modello 5	Modello 6	Modello 7	Modello 8
Incumbent	-143.474 (118.204)	-761.733*** (120.195)	-881.205*** (122.221)	-918.758*** (122.640)	-880.085*** (123.910)
Assignee country is an EU member=1		1041.076*** (55.680)	-2.337.627 (1361.170)	-2358.319 (1339.932)	-2347.604 (1281.530)
Incumbent # Assignee country is an EU member=1			3421.862* (1363.812)	3218.870* (1343.231)	3025.804* (1284.521)
			* p<0.05	** p<0.01	*** p<0.001

Tabella 29 - Effetti dell'interazione di "Incumbent" e "Assignee country is an EU member"

## 7. Conclusioni

### 7.1 Overview dei risultati ottenuti

Il presente elaborato si è posto l'obiettivo di analizzare a fondo le potenzialità della tecnologia 5G e di studiare le reazioni delle imprese allo stravolgimento che può portare nel mercato attuale. In particolare, è stato esaminato l'impatto che il nuovo standard avrà sulla società, sia in termini economici, analizzando gli investimenti finora effettuati nel settore telco e i potenziali ricavi futuri, sia in termini di casi d'uso, descrivendo i settori maggiormente coinvolti; il focus si è quindi spostato sui diversi comportamenti adottati dalle imprese nel processo di standardizzazione, attraverso lo studio delle dichiarazioni brevettuali relative agli *Standard Essential Patents* presso l'ETSI.

Lo studio del campione di 12602 brevetti essenziali dichiarati presso l'ETSI ha permesso di ottenere una panoramica relativa alle principali dinamiche nel settore. Innanzitutto, si è potuta constatare un'elevata concentrazione nella proprietà brevettuale; in particolar modo, è apparso evidente come gran parte dei brevetti essenziali relativi al 5G sia in mano a imprese incumbenti nel settore, ovvero imprese possedenti SEPs relativi a standard tecnologici precedenti. Inoltre, la distribuzione temporale delle *declarations* può far supporre un trend strategico adottato dalle aziende, ovvero quello di aspettare i rilasci delle specifiche del 3GPP prima di effettuare una dichiarazione di essenzialità del brevetto, in modo tale da abbattere l'incertezza tecnologica e assicurarsi che il brevetto in possesso rientri nelle specifiche tecniche (aumentando, di conseguenza, la probabilità di ottenere l'essenzialità del brevetto).

L'analisi econometrica, effettuata sul campione di 3741 brevetti essenziali dichiarati all'ETSI e depositati presso gli uffici brevettuali EP e US, ha avuto l'obiettivo di osservare il numero di giorni che trascorrono tra la data di deposito di ciascun brevetto e la successiva data relativa alla dichiarazione di essenzialità all'ETSI. I risultati ottenuti suggerirebbero, innanzitutto, un aumento del *lag* temporale all'aumentare dell'ampiezza tecnologica e della rilevanza del brevetto; tale affermazione è supportata dai valori positivi ottenuti per i regressori relativi al numero di classi IPC associate a ciascun brevetto (utilizzato come *proxy* su ampiezza tecnologica brevettuale) e al numero di citazioni *forward* normalizzate ricevute dalla famiglia di appartenenza (adottato come *proxy* dell'importanza del brevetto), entrambi altamente significativi ( $p\text{-value} < 0,1\%$ ). È pertanto ipotizzabile che i fattori strutturali del brevetto incidano su questo delta temporale.

Inoltre, sia le statistiche descrittive relative ai campioni sia l'output econometrico suggerirebbero che le aziende già presenti nello standard precedente (4G) tendano a sfruttare strategicamente il vantaggio competitivo, derivante dall'essere *incumbent* nel settore e quindi nel possedere già il *know-how*, ottenendo così una drastica riduzione nel tempo di dichiarazione.

Un'altra conclusione a cui si potrebbe giungere, osservando i risultati ottenuti, riguarda le modalità di deposito e di successiva dichiarazione dei SEPs adottate dalle imprese. A tal proposito, si osservi la tabella 7.1, all'interno della quale sono presenti le percentuali, per ciascuna azienda, dei brevetti depositati in Europa e negli Stati Uniti (e successivamente dichiarati all'ETSI); il trend emergente suggerisce un elevato deposito brevettuale, da parte di tutte le imprese, negli Stati Uniti. Anche aziende europee, quali Nokia ed Ericsson, presentano, tra i brevetti dichiarati essenziali al consorzio europeo, una prevalenza di applicazioni depositate negli USA; unendo queste informazioni a ciò ottenuto nei modelli econometrici impostati, ovvero una riduzione generale del tempo di dichiarazione di almeno 466 giorni ( $p\text{-value} < 0,1\%$ ) per i brevetti depositati negli USA e dichiarati come essenziali in Europa, sembrerebbe esserci un fattore strutturale che porta ad una velocizzazione del processo. È pertanto ipotizzabile, alla luce dei risultati conseguiti, che le imprese siano a conoscenza di questa componente strutturale e che, strategicamente, la sfruttino per avere una partecipazione considerevole nello standard in tempi rapidi (come confermato dalle elevate percentuali dei brevetti US in tabella 30).

	<b>Campione Brevetti</b>	<b>% Brevetti EP</b>	<b>% Brevetti US</b>
Apple	2	50%	50%
Blackberry	110	40,9%	59,1%
Ericsson	234	34,2%	65,8%
FG Innovation	3	0%	100%
Intel	244	33,6%	66,4%
Lenovo	62	48,4%	51,6%
MediaTek	40	37,5%	62,5%
NEC Corporation	15	40%	60%
Nokia	2294	46,6%	53,4%
Samsung	731	22,9%	77,2%
ZTE	6	33,3%	66,7%

Tabella 30 - Percentuali dei brevetti EP e US presenti nel campione finale, suddivisi per impresa

Un ulteriore risultato, collegato a quello appena descritto, riguarda la dimensione della famiglia brevettuale. Si può notare, nell'output econometrico, come l'apporto marginale del regressore di riferimento faccia diminuire il *lag* temporale di almeno 430 giorni ( $p\text{-value} < 0,1\%$ ); pertanto, le aziende potrebbero essere incentivate a concentrare più brevetti nella stessa famiglia, ottenendo, in tal modo, un anticipo nell'entrata dello standard e assumendo, di conseguenza, vantaggio competitivo rispetto agli altri *players*. Una possibile chiave di lettura, collegata a questo effetto, è la cosiddetta strategia di *Just-In-Time Patenting* (Kang and Bekkers, 2015). Riprendendo ciò detto precedentemente (si rimanda al capitolo 4 per maggiori dettagli), questa strategia, individuata studiando i SEP relativi al 4G, consiste nell'aggregare nella stessa famiglia brevetti dal contenuto tecnico modesto (e, quindi, difficilmente riconducibili a SEP se presi singolarmente) a quelli dall'alto valore tecnico, poco prima di una *disclosure*; così facendo, la probabilità per questi di diventare SEP aumenta notevolmente. Sarebbe

quindi particolarmente interessante valutare, in possibili analisi future, se questa riduzione temporale, riscontrata nei modelli impostati, sia accentuata dagli effetti dei brevetti più ricchi tecnicamente su quelli meno rilevanti e appartenenti alla stessa famiglia.

## 7.2 Limiti riscontrati nell'analisi e possibili sviluppi futuri

Il presente elaborato, come detto in precedenza, oltre ad esibire al lettore lo stato attuale della diffusione del nuovo standard tecnologico attraverso la lente del dato brevettuale, vuole risultare un suggerimento per la stesura di eventuali studi futuri. A tal proposito si elencheranno, nella sezione seguente, i limiti riscontrati, in modo da renderli espliciti e permettere a chi voglia cimentarsi nella redazione di analisi successive di oltrepassarli con i dovuti espedienti.

I principali limiti rilevati riguardano i dati di partenza utilizzati per l'analisi. Si evidenzia infatti come, utilizzando e filtrando in modo opportuno il database dell'ETSI, sia possibile reperire alcuni dati sulle famiglie brevettuali di riferimento anziché sul brevetto stesso. Questo potrebbe di fatto portare ad una leggera distorsione dei risultati ottenuti; sarebbe quindi consigliabile rinvenire le informazioni relative al brevetto in questione per svolgere un'analisi ancor più accurata. Inoltre, si rileva come il documento .csv, ottenuto dopo un meticoloso *filtering* per la selezione dei dati da elaborare, esibiva delle lacune in più campi; questo ha causato l'insorgere di operazioni manuali piuttosto elaborate, al fine di ottenere le informazioni complete per le famiglie brevettuali in questione. Laddove non è stato possibile reperire in alcun modo le informazioni mancanti, si è dovuto procedere con l'eliminazione del dato bibliometrico dal campione.

Oltre ai limiti di natura operativa appena elencati, se ne aggiunge uno di natura strutturale del dato utilizzato. È doveroso ricordare infatti che, avendo considerato come unico organismo di standardizzazione l'ETSI, l'analisi non comprende tutti i SEP relativi al 5G. Infatti, per ottenere un'analisi esaustiva su scala globale, sarebbe necessario estendere il lavoro effettuato a tutti gli organismi di standardizzazione presenti in ciascun continente. Da ciò ne deriva, come si sarà potuto notare, l'omissione di alcuni fra i più rilevanti *players* presenti, quali Huawei Technologies e LG Electronics solo per citarne alcuni, dal quadro delle aziende protagoniste nel settore.

Infine, va sottolineato come il presente elaborato tratti un nuovo standard tecnologico, che è tuttora in fase di implementazione. Con il progredire sia dell'implementazione che della diffusione della tecnologia si otterranno indubbiamente percentuali differenti, in corrispondenza, ad esempio, delle diverse *Releases* dei consorzi di standardizzazione (3GPP).

È evidente come ciascuno dei limiti appena enumerati, di fatto, porti con sé delle prospettive future per eventuali studi, come spiegato nella fase introduttiva. Un'opportunità, per estendere il contesto di analisi, è senza dubbio quella di includere i consorzi extra-europei per il reperimento dei dati. Come descritto nel precedente paragrafo, si evidenzia una particolare tendenza delle aziende (europee e non) ad effettuare le *applications* brevettuali in US, visti i tempi per la concessione degli standard (confermati più bassi dell'EPO dall'analisi empirica). Sarebbe quindi interessante indagare se la stessa propensione fosse riscontrata nei SEP non considerati nel presente

lavoro; inoltre, estendendo il lavoro alle altre SSO, sarebbe possibile individuare ulteriori trend relativi alle imprese qui analizzate (ad esempio, si potrebbe osservare se le aziende che hanno effettuato le *delcarations* presso ETSI possiedono brevetti dichiarati presso altri consorzi e, al contempo, si potrebbero valutare le differenze nelle tempistiche di standardizzazione). Il suggerimento appena delineato può essere ovviamente esteso alle diverse tendenze strategiche rilevate nel corso dell'elaborato, in modo da riscontrarne la veridicità.

Si ricorda infine come la tesi trattata abbia avuto il principale intento di individuare le strategie adottate dalle imprese nella fase di avviamento e implementazione della tecnologia 5G. La principale opportunità futura risiede quindi nel ripetere l'analisi a tecnologia consolidata, in modo da delineare minuziosamente le strategie aziendali riscontrate nel mercato delle telecomunicazioni e trarre, di conseguenza, conclusioni più dettagliate.

## Bibliografia e sitografia

3GPP. (2020). 3GPP Specification numbering. Disponibile da <https://www.3gpp.org/specifications/specification-numbering>

Abrardo, A. (2019, 1 Aprile). Fixed Wireless Access su 5G, ecco il futuro della banda ultralarga fissa. Disponibile da <https://www.agendadigitale.eu/infrastrutture/fixed-wireless-access-su-5g/>

Anastasio, P. (2019, 20 Novembre). 5G, che cosa non si potrà fare nei comuni che bloccano le antenne. Disponibile da <https://www.key4biz.it/5g-che-cosa-non-si-potra-fare-nei-comuni-che-bloccano-le-antenne/279783/>

Bekkers, R., & West, J. (2009). The limits to IPR standardization policies as evidenced by strategic patenting in UMTS. *Telecommunications Policy*, 33(1–2), 80–97.

Bekkers, R., Bongard, R., & Nuvolari, A. (2011). An empirical study on the determinants of essential patent claims in compatibility standards. *Research Policy*, 40(7), 1001-1015.

Berger, F., Blind, K., & Thumm, N. (2012). Filing behaviour regarding essential patents in industry standards. *Research Policy*, 41(1), 216-225.

Caviggioli, F., De Marco, A., Rogo, F., & Scellato, G. (2016). Patenting strategies and characteristics of declared inventions in the long-term evolution standard. *R&D Management*, 46(S2), 664-676.

Chang, P. L., Wu, C. C., & Leu, H. J. (2012). Investigation of technological trends in flexible display fabrication through patent analysis. *Displays*, Vol. 33, pp. 68–73. <https://doi.org/10.1016/j.displa.2012.03.003>

Collecting, G. F. O. R., & Data, I. I. (2005). Third edition *ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION. In Communities*.

Commissione Europea. (2019, 4 Aprile). L'UE investe nella banda larga veloce per tutti in Italia. Disponibile da [https://ec.europa.eu/regional\\_policy/it/newsroom/news/2019/04/04-04-2019-the-eu-invests-in-fast-broadband-for-all-in-italy](https://ec.europa.eu/regional_policy/it/newsroom/news/2019/04/04-04-2019-the-eu-invests-in-fast-broadband-for-all-in-italy)

Corriere Comunicazioni. (2019). 5G, Nicita: “Next neutrality la prossima frontiera”. Disponibile da <https://www.corrierecomunicazioni.it/telco/5g/svolta-5g-nicita-next-neutrality-la-prossima-frontiera/>

Corriere Comunicazioni. (2018). Net neutrality “nemica” del 5G? Via alla maxi-consultazione europea Home Telco. Disponibile da <https://www.corrierecomunicazioni.it/telco/5g/net-neutrality-nemica-del-5g-via-alla-maxi-consultazione-europea/>

Cyber Creative Institute Co. Ltd. (2013). *Evaluation of LTE essential patents declared to ETSI*. Disponibile da <https://www.cybersoken.com/file/lte03EN.pdf>

De Marco, A. (2017). THREE ESSAYS ON MARKETS FOR TECHNOLOGY , PATENT TRANSACTIONS , *Prof . Fabio Montobbio Vilfredo Pareto Doctorate in Economics Università*

di Torino.

ENISA. (2019). *ENISA threat landscape for 5G Networks*. Disponibile da <https://www.enisa.europa.eu/publications/enisa-threat-landscape-for-5g-networks>

EPO. Espacenet Patent Search. Disponibile da <https://worldwide.espacenet.com/patent/>

Ericsson. (2019). *5G for business: a 2030 market compass - Setting a direction for 5G-powered B2B opportunities*. Disponibile da <https://www.key4biz.it/wp-content/uploads/2019/11/the-5g-for-business-a-2030-compass-report-2019.pdf>

Ericsson. (2019). *Ericsson Mobility Report*. Disponibile da <https://www.ericsson.com/4acd7e/assets/local/mobility-report/documents/2019/emr-november-2019.pdf>

ETSI. (2019). ETSI - About Us. Disponibile da <https://www.etsi.org/about>

ETSI. (2019). ETSI Standards Making. Disponibile da <https://www.etsi.org/standards/standards-making>

ETSI. (2019). Why Standards. Disponibile da <https://www.etsi.org/standards/why-standards>

European 5G Observatory. (2019). *5G Observatory Quarterly Report 5 - Up to September 2019*. Disponibile da [http://5gobservatory.eu/wp-content/uploads/2019/10/90013-5G-Observatory-Quarterly-report-5\\_final.pdf](http://5gobservatory.eu/wp-content/uploads/2019/10/90013-5G-Observatory-Quarterly-report-5_final.pdf)

European Commission. (2019). The Digital Economy and Society Index (DESI). Disponibile da <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/desi>

European Parliament's Committee on Industry, Research and Energy. (2019). *5G Deployment - State of Play in Europe, USA and Asia*. Disponibile da [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/IDAN/2019/631060/IPOL\\_IDA\(2019\)631060\\_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/IDAN/2019/631060/IPOL_IDA(2019)631060_EN.pdf)

European Patent Office. (2019). *Data Catalog - PATSTAT Global*. Disponibile da [http://documents.epo.org/projects/babylon/eponot.nsf/0/11CE75EDDF734288C125848F0048F533/\\$FILE/data\\_catalog\\_global\\_v5.14\\_autumn\\_2019\\_en.pdf](http://documents.epo.org/projects/babylon/eponot.nsf/0/11CE75EDDF734288C125848F0048F533/$FILE/data_catalog_global_v5.14_autumn_2019_en.pdf)

Fibre to the Home Council Europe. (2019). *Fixed-Mobile Network Convergence - The Key Role of Fibre*. Disponibile da [https://www.ftthcouncil.eu/documents/Reports/Technical%20Convergence\\_V17\\_FINAL\\_7mar2019\\_Bis.pdf](https://www.ftthcouncil.eu/documents/Reports/Technical%20Convergence_V17_FINAL_7mar2019_Bis.pdf)

Goodman, D. J., & Myers, R. A. (2005, June). 3G cellular standards and patents. In 2005 International conference on Wireless Networks, Communications and Mobile Computing (Vol. 1, pp. 415-420). *IEEE*.

Haapalainen, P., & Kantola, J. (2015). Taxonomy of Knowledge Management in Open Innovations. *Procedia Manufacturing*, 3(*Ahfe*), 688–695.

Hagedoorn and G. Duysters. External sources of innovative capabilities: the preferences for strategic alliances or mergers and acquisitions. *Journal of Management Studies*, 39(2):167–188, 2002.

Han, Y., & Han, Y. (2015). Technology Analysis & Strategic Management Analysis of essential patent portfolios via bibliometric mapping.

Icom. (2019). *POLICY PAPER - Lo sviluppo del 5G in Italia tra competitività e sicurezza nazionale*. Disponibile da [https://d110erj175o600.cloudfront.net/wp-content/uploads/2019/09/Paper-I-Com\\_-Lo-sviluppo-del-5G-in-Italia-tra-competitivit%C3%A0-e-sicurezza-nazionale-002.pdf](https://d110erj175o600.cloudfront.net/wp-content/uploads/2019/09/Paper-I-Com_-Lo-sviluppo-del-5G-in-Italia-tra-competitivit%C3%A0-e-sicurezza-nazionale-002.pdf)

International Organization for Standardization. (2004). *ISO/IEC GUIDE 2:2004*. Disponibile da [https://ec.europa.eu/eurostat/cros/system/files/iso\\_iec\\_guide\\_2\\_2004%20-%20EN-FR-RU%20it-es-nl.pdf](https://ec.europa.eu/eurostat/cros/system/files/iso_iec_guide_2_2004%20-%20EN-FR-RU%20it-es-nl.pdf)

International Organization for Standardization. (2019). Standards in Our World. Disponibile da [https://www.iso.org/sites/ConsumersStandards/1\\_standards.html](https://www.iso.org/sites/ConsumersStandards/1_standards.html)

Kang, B., & Bekkers, R. (2015). Just-in-time patents and the development of standards. *Research Policy*, 44(10), 1948-1961.

Liuc Business School. (2019). Innovation Patent Index, il nuovo indicatore della capacità innovativa di imprese e territori. Disponibile da <http://www.liucbs.it/notizie-ed-eventi/innovation-patent-index-il-nuovo-indicatore-della-capacita-innovativa-di-imprese-e-territori/>

Luiss DREAM, & Itmedia Consulting. (2018). *La migliore regolazione per lo sviluppo della Gigabit Society. Tecnologie abilitanti, evoluzione dei servizi e best option infrastrutturali*. Disponibile da <https://d110erj175o600.cloudfront.net/wp-content/uploads/2018/04/Migliore-regolazione-per-la-Gigabit-Society.-Tecnologie-abilitanti-evoluzione-dei-servizi-e-best-option-infrastrutturali.pdf>

Mallinson, K. (2015). Smartphone Revolution: Technology patenting and licensing fosters innovation, market entry, and exceptional growth. *IEEE Consumer Electronics Magazine*, 4(2), 60-66.

Ministero dello Sviluppo Economico. (2018). Determina direttoriale di aggiudicazione delle bande 5G. Disponibile da [https://www.mise.gov.it/images/stories/documenti/Determina\\_Direttoriale\\_aggiudicazione-FIRMATA.pdf](https://www.mise.gov.it/images/stories/documenti/Determina_Direttoriale_aggiudicazione-FIRMATA.pdf)

Network and Information Security. (2019). La NIS in pillole. Disponibile da <https://www.sicurezzanazionale.gov.it/sisr.nsf/wp-content/uploads/2018/06/La-NIS-in-pillole.pdf>

Open Fiber. (2019). Architettura di rete. Disponibile da <https://openfiber.it/tecnologie/tecnologia-gpon/>

Principali, L. (2019, 15 Maggio). Il Fixed Wireless Access: cos'è, a cosa serve in Italia e prospettive di mercato. Disponibile da <https://www.agendadigitale.eu/infrastrutture/il-fixed-wireless-access-cose-a-cosa-serve-in-italia-e-prospettive-di-mercato/>

Rewheel. (2019, Ottobre). The state of 4G & 5G pricing, 2H2019: more-for-less. Disponibile da [http://research.rewheel.fi/insights/2019\\_oct\\_pro\\_2h2019\\_release/](http://research.rewheel.fi/insights/2019_oct_pro_2h2019_release/)

Schilling, M. A. (2013). *Strategic Management of Technological Innovation* (4<sup>a</sup> ed.). New York, USA: McGraw-Hill.

Statista Research Department. (2019, 14 Novembre). Internet of Things (IoT) connected devices installed base worldwide from 2015 to 2025. Disponibile da <https://www.statista.com/statistics/471264/iot-number-of-connected-devices-worldwide/>

Telecom Italia. (2019). La roadmap di standardizzazione del 5G. Disponibile da <https://www.telecomitalia.com/tit/it/notiziariotecnico/edizioni-2019/n-1-2019/N4-La-roadmap-standardizzazione-5G.html>

Texas Instruments. (2019). *Preparing for a 5G world: An overview of the enabling technologies and hardware requirements*. Disponibile da <http://www.ti.com/lit/wp/slwy003/slwy003.pdf>

TIA, & Tolaga Research. (2017). *5G Operator Survey*. Disponibile da [https://www.tiaonline.org/wp-content/uploads/2018/05/5G\\_Operator\\_Survey.pdf](https://www.tiaonline.org/wp-content/uploads/2018/05/5G_Operator_Survey.pdf)

Trappey, A. J., Chen, L. W., Chang, J. Y., & Yeh, M. F. (2014). Strategic Development of LTE Mobile Communication Technology Based on Patent Map Analysis. *In ISPE CE* (pp. 825-833).

USPTO. Public Patent Application Information Retrieval. Disponibile da <https://portal.uspto.gov/pair/PublicPair>

W. Cohen and D. Levinthal. Absorptive capacity: a new perspective on learning and innovation. *Administrative Science Quarterly*, 35(1):128–152, 1990.

W. Lin, W.-C. Chen, and P.-Y. Chu. Mergers and acquisitions strategies for industry leaders, challengers, and niche players: interaction effects of technology positioning and industrial environment. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 62(1):80–88, 2015.

## Ringraziamenti

In primo luogo, vorrei ringraziare il Professor Carlo Cambini per avermi dato l'opportunità di conoscere a fondo l'affascinante ed innovativo mondo del 5G, ma soprattutto per la sua grande disponibilità, pazienza e professionalità dimostrate durante tutto il percorso di studi, nonché nell'ideazione e nella stesura dell'elaborato.

Ringrazio allo stesso modo il Professor Antonio De Marco, che con grande diligenza, competenza e serietà ha assistito me e il mio collega durante le fasi cruciali del percorso di tesi fornendoci sempre l'apporto necessario.

Ringrazio il mio compagno di tesi Mattia, con cui ho condiviso questo lungo e tortuoso percorso durato mesi, durante i quali siamo riusciti a supportarci l'un l'altro e a collaborare intensamente per portare a compimento il nostro lavoro. È stato davvero un piacere aver condiviso gioie e dolori durante le lunghe giornate passate insieme.

Il ringraziamento più grande è rivolto senza dubbio alla mia famiglia, che sin dal primo giorno in cui ho messo piede al Politecnico non ha mai smesso di sostenermi ed ascoltarmi nei momenti più critici, gioendo sempre al mio fianco anche per i piccoli successi conseguiti durante la mia carriera universitaria. Vorrei soprattutto ringraziarli per tutti i sacrifici che hanno fatto in questi anni per consentirmi di vivere e studiare in una nuova città, colma di possibilità per il futuro; penso già lo sappiate, ma ve ne sarò per sempre grato.

Vorrei inoltre ringraziare la mia seconda famiglia, gli amici conosciuti qui a Torino che hanno reso ancor più indimenticabili questi anni di studio. Una menzione particolare va a Fabio ed Alessandro con i quali ho condiviso i momenti più belli, dalle interminabili giornate di studio alle meritate uscite serali.

Non meno importanti i miei amici di sempre, i quali anche se distanti e un po' trascurati mi hanno supportato durante questi anni. Anche in questo caso mi preme ringraziare in particolare Giulia e Mariagiulia, sempre pronte ad ascoltarmi e darmi consigli anche nei periodi più difficili.

Infine, vorrei ringraziare i miei colleghi di Accenture, coi quali ormai condivido intere giornate da circa nove mesi. Sin dal primo giorno, arrivato timido e un po' impacciato, sono stato accolto da un gruppo fantastico, che mi ha sempre fatto sentire a mio agio; con il tempo sono tutti diventati non solo colleghi, ma veri amici di cui potermi fidare.