

# Politecnico di Torino

*Collegio di Ingegneria Gestionale*

*Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Gestionale*

**Tesi di Laurea Magistrale:**

*“Industry 4.0: la trasformazione digitale nel settore delle telecomunicazioni. Casi studio: Central Log Management & Robotic Process Automation”*



**Relatore**

Prof.re Carlo Cambini

**Candidato**

Riccardo De Capua

Matricola: s241897

Anno Accademico 2018/2019

## **Ringraziamenti**

Innanzitutto, intendo ringraziare mio padre Andrea, mia madre Tonia, mia sorella Felicia e la mia fidanzata Rosa per il sostegno mostrato durante l'intero percorso di studi, anche nei momenti più difficili.

Desidero, inoltre, ringraziare il Prof.re Carlo Cambini, relatore di questa tesi, per la grande disponibilità e cortesia prestata.

Infine, ringrazio i compagni di università per aver condiviso con me non solo la carriera accademica, bensì l'intera esperienza a Torino.

# Indice

---

<b>Abstract</b> .....	<b>3</b>
<b>1. Introduzione</b> .....	<b>4</b>
1.1 Scopo dello studio .....	5
1.2 Limiti dello studio .....	5
1.3 Metodologia di ricerca.....	5
1.4 Struttura della tesi.....	6
<b>2. Telecommunication industry: il settore e gli operatori in Italia</b> .....	<b>7</b>
2.1 Value chain ICT.....	10
2.2 La regolamentazione ed il processo di liberalizzazione .....	14
2.2.1 La nascita della normativa Antitrust.....	14
2.2.2 I servizi a rete.....	15
2.2.3 La regolamentazione e la liberalizzazione nel settore Telco .....	18
2.2.4 Le direttive europee e il caso italiano .....	20
2.3 Analisi del settore: Modello delle 5 Forze di Porter.....	25
2.4 Contesto in Italia.....	41
2.4.1 I Network Operators (NO) in Italia.....	50
<b>3. Concetto di innovazione</b> .....	<b>59</b>
3.1 Processo di innovazione .....	61
3.2 Determinanti e tipologie di innovazione tecnologica .....	66
3.3 Dalla Closed alla Open Innovation.....	70
<b>4. Industry 4.0: le tecnologie abilitanti per il settore delle telecomunicazioni</b> .....	<b>76</b>
4.1 Cloud Computing .....	76
4.2 La rete del futuro: Network Function Virtualization (NFV) .....	83
4.3 Robotics & Automation.....	88
4.4 Internet of Things (IoT): servizi evolutivi nelle telecomunicazioni.....	90
4.5 Artificial Intelligence (AI).....	94
4.6 Big Data Analytics.....	99
4.7 Cyber Security .....	102
4.8 Augmented & Virtual Reality (AR & VR).....	106
<b>5. Casi Studio</b> .....	<b>109</b>
5.1 Adozione dell'innovazione tecnologica in Wind Tre S.p.A.....	109

5.2 Robotic Process Automation (RPA).....	112
5.2.1 Sistemi di Robotic Process Automation .....	114
5.2.2 Vantaggi attesi nel settore delle telecomunicazioni e potenziali sviluppi futuri ...	117
5.2 Central Log Management (CLM).....	119
5.3.1 Sistemi di Central Log Management .....	122
5.3.2 Vantaggi attesi nel settore delle telecomunicazioni.....	127
<b>Conclusioni.....</b>	<b>131</b>
<b>Bibliografia .....</b>	<b>132</b>
<b>Sitografia .....</b>	<b>136</b>

## Abstract

L'**Industry 4.0** è un fenomeno che sta interessando più settori industriali, tramite un processo di *digitalizzazione* o *trasformazione digitale*, con impatti differenti ed implicazioni sia economiche che sociali. Il seguente studio si focalizza sull'analisi delle tecnologie principali che stanno modificando il *Business Model* e le attività aziendali di un *Service Operator (Communication Service Provider)*, ovvero l'intera *Telecommunications Industry*.

Nella prima parte della tesi è presente un'analisi del settore industriale delle telecomunicazioni, sia dal punto di vista generale con la descrizione della *value chain* ed il modello delle cinque forze di Porter sia con una fotografia della situazione attuale in Italia, che sta attraversando un periodo estremamente dinamico. Successivamente, viene illustrato il nuovo paradigma di innovazione (*Open Innovation*), che sta acquisendo sempre maggiore importanza in molte *industry*, tra cui quella delle telecomunicazioni. Nella seconda parte del seguente elaborato vengono dapprima descritte le tecnologie innovative abilitanti la trasformazione digitale in ottica Industry 4.0, in cui vengono evidenziate alcune delle potenziali applicazioni e/o opportunità di nuove fonti di ricavo per le società operanti nel suddetto settore. Dopo tale panoramica generale, sono presenti i due casi studio, ossia la *Robotic Process Automation* e il *Central Log Management*, che confermano quanto affermato nel Capitolo precedente, oltre a sottolineare i benefici attesi ed i potenziali sviluppi futuri di entrambe le tecnologie.

Nelle conclusioni si mettono in risalto i risultati di tale studio con le relative considerazioni finali, evidenziando la possibilità di estenderli ad altri settori industriali, soprattutto nell'ambito dei servizi. Infine, si rimarca ulteriormente lo scopo e l'obiettivo di tale studio, ossia fornire un'analisi dettagliata delle capacità e delle possibili applicazioni delle tecnologie caratteristiche dell'Industry 4.0 come il Cloud Computing, l'Artificial Intelligence, la Robotica e l'Internet of Things (IoT).

## 1. Introduzione

Fino ad oggi, sono avvenute tre rivoluzioni industriali che, a partire dalla prima alla metà del '700 con l'invenzione della macchina a vapore fino alla terza con l'introduzione dei primi computer nelle aziende (1960-1970), hanno portato ad un radicale cambiamento non solo nella produzione in ambito industriale, ma anche nella società. La tecnologia, da allora, non ha mai smesso di innovarsi. Questa continua evoluzione ha dato vita alla *quarta rivoluzione industriale*, anche conosciuta come "**Industry 4.0**", concentrandosi sulle tecnologie digitali che sono in grado di aumentare l'interconnessione e la cooperazione tra le risorse, siano esse persone o sistemi informatici.

Secondo una definizione del *Ministero dello Sviluppo Economico* (MiSE), gli elementi caratterizzanti della *Industry 4.0* sono "*connessione tra sistemi fisici e digitali, analisi complesse attraverso Big Data e adattamenti real-time*". Le tecnologie abilitanti, quindi, spaziano dalle stampanti 3D ai robot programmati per determinate funzioni, passando per la gestione di dati in *cloud* e l'analisi degli stessi per rilevare debolezze e punti di forza. L'entità che sta assumendo una funzione primaria in tale rivoluzione digitale è il **dato**, considerato, in passato, una semplice e mera informazione, mentre oggi è divenuto uno strumento con cui si crea valore e rappresenta fonte di vantaggio competitivo.

L'Industria 4.0 è una rivoluzione che coinvolgerà in maniera progressiva un numero crescente di settori (manifatturiero, medicina, telecomunicazioni, istruzione, etc.) che stanno lentamente incrementando il loro livello di digitalizzazione mediante l'utilizzo di tecnologie sempre più moderne. In molti settori industriali, quindi, si sta attraversando un periodo di transizione in direzione della cosiddetta "**smart factory**" o "**impresa 4.0**", terminologia utilizzata per le aziende che intraprendono il percorso di trasformazione verso il modello digitale "**Industry 4.0**".

Le esperienze in ambito *smart factory* sono caratterizzate principalmente da un approccio *bottom-up*, che parte da iniziative di singole imprese che tendono a trovare soluzioni di problemi specifici, difficilmente replicabili in altre realtà aziendali. Oggi, invece, nascono iniziative di sistema che aiutino in maniera *top-down* a rivedere l'intera *value chain*.

Un ruolo da abilitatore della transizione verso il mondo digitale è svolto dalle imprese operanti nel settore delle telecomunicazioni (cd. **Telco**), in grado di creare piattaforme e standard di comunicazione. A loro volta, gli operatori telco potrebbero cogliere inedite

opportunità per il proprio business, divenendo essi stessi *smart factory* attraverso l'adozione dei principi definiti dal trend emergente.

### **1.1 Scopo dello studio**

Lo scopo di tale elaborato è di identificare e analizzare le tecnologie innovative che costituiscono gli elementi essenziali della industria 4.0, con una dettagliata focalizzazione per il settore industriale delle telecomunicazioni. L'obiettivo è la definizione di un modello che consenta di determinare i passi necessari alla trasformazione in *impresa 4.0* per un operatore telco.

### **1.2 Limiti dello studio**

Il fenomeno della "**Industry 4.0**", come già detto in precedenza, non interessa un unico settore industriale, quindi alcuni aspetti che non riguardano la *Telco Industry* saranno trattati in maniera generale. Inoltre, non tutte le tecnologie analizzate saranno applicabili indistintamente a qualsiasi impresa durante il processo di trasformazione digitale.

In aggiunta, sarebbe riduttivo circoscrivere tale rivoluzione esclusivamente al mondo industriale. Vi sono, infatti, implicazioni dal punto di vista sociale, morale, culturale e antropologico. Anche se questi temi non saranno trattati in maniera dettagliata, saranno presenti riferimenti all'interno di tale studio, in quanto si reputa necessario avere anche una visione globale del fenomeno studiato.

### **1.3 Metodologia di ricerca**

L'analisi è condotta utilizzando sia la letteratura disponibile per i temi trattati, sia il materiale fornito dalla società *Wind Tre S.p.A.* Infatti, tale lavoro è stato conseguito durante un'esperienza di stage presso la medesima società della durata di sei mesi, all'interno della divisione "*Technology*" e del dipartimento "*Infrastructure & Systems*". La posizione ricoperta è stata di *Business & Systems Analyst*, rendendomi partecipe su più progetti, tra cui il "**Central Log Management**" (CLM) e la "**Robotic Process Automation**" (RPA). Dunque, grazie a questa possibilità, vi è una parte empirica, in cui verrà descritto come l'azienda ha implementato al suo interno alcune delle tecnologie abilitanti il cambiamento in ottica *Industry 4.0*, con i relativi benefici attesi.

## 1.4 Struttura della tesi

Il primo capitolo della tesi, come sopra descritto, è dedicato all'introduzione generale degli argomenti cardine, oltre ad indicare in maniera sintetica lo scopo, le delimitazioni e il metodo con cui è stata condotta l'analisi.

All'interno del secondo e del terzo capitolo è analizzato il settore delle telecomunicazioni, vengono descritte le dinamiche del mercato, gli operatori in Italia e viene definito il nuovo paradigma di innovazione adottato dalle principali imprese presenti nel settore e non solo. Tale parte dell'elaborato sarà utile a comprendere il contesto in cui devono essere lette le considerazioni successive.

Il quarto capitolo è costituito dalla descrizione dettagliata delle tecnologie principali della trasformazione digitale, in particolare per le società operanti nel settore delle telecomunicazioni, sottolineando le implicazioni in termini aziendali e sociali. Inoltre, ove possibile vengono illustrati prodotti ed applicazioni degli stessi in ambito aziendale, in modo tale da avere a supporto delle evidenze empiriche.

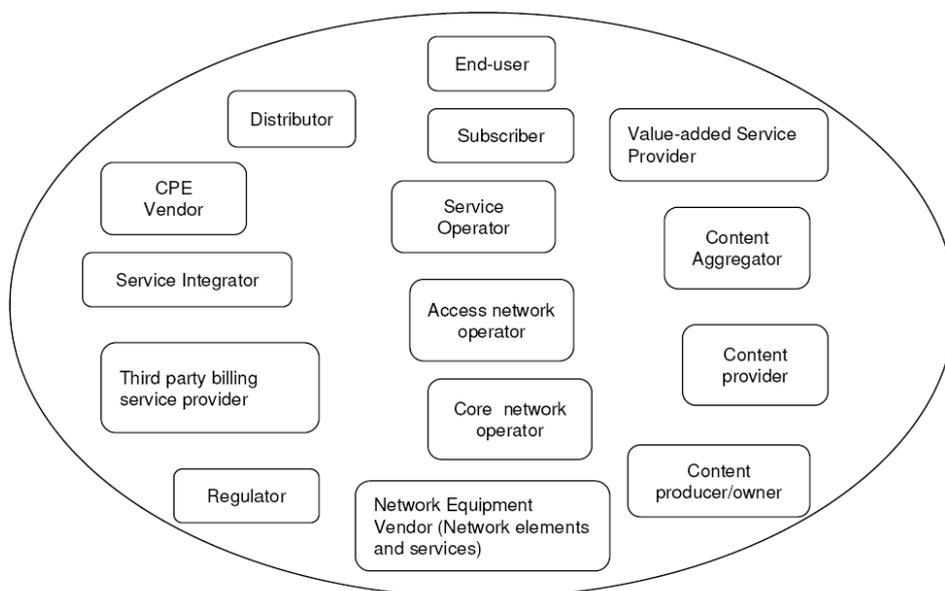
Il quinto capitolo delinea il processo di gestione e adozione dell'innovazione tecnologica in Wind Tre S.p.A., riportando le fasi del processo utilizzato in contesto aziendale. Nei paragrafi successivi sono analizzati i casi studio: il “*Central Log Management*” e la “*Robotic Process Automation*”. Dopo aver descritto i sistemi e le rispettive funzionalità, si effettuerà un'analisi dei benefici attesi e dell'impatto sulle attività interne della società Wind Tre S.p.A.

Infine, vengono riportate le conclusioni, in cui vengono riassunti i risultati dello studio con le relative considerazioni finali.

## 2. Telecommunication industry: il settore e gli operatori in Italia

Fino a pochi anni fa, il settore industriale delle telecomunicazioni, in generale, era ancora una struttura lenta e monopolistica. Successivamente, grazie alla deregolamentazione dei mercati e alla rivoluzione tecnologica, si è trasformato in una delle *industry* più dinamiche e competitive. Inoltre, negli ultimi vent'anni, l'innovazione continua e la crescente necessità di comunicazione, ovunque ed in qualsiasi istante, hanno determinato un rapido sviluppo di tale settore industriale.

Il business, nella maggior parte del mondo, è passato dall'essere un monopolio naturale in mano ai governi nazionali ad un oligopolio grazie al processo di liberalizzazione e privatizzazione iniziato negli anni '90. Allo stesso tempo, gli sviluppi della tecnologia (come Internet e Mobile) hanno generato un portafoglio di servizi offerti sempre più ampio. Le dinamiche di mercato, oggi, sono in continuo cambiamento a causa della convergenza tra le reti di telefonia, computer, TV ed altri dispositivi. Infatti, la comunicazione non si limiterà più alle persone, ma anche i dispositivi riusciranno a connettersi tra di loro grazie alle reti aperte e multifunzionali (cd. *Internet of Things*, vedere paragrafo 4.4). Da ciò si comprende che il business delle telecomunicazioni è molto complicato ed in futuro tale difficoltà è destinata inevitabilmente ad aumentare. Un indicatore di complessità, come mostra la *figura 2.1*, è il numero elevato e crescente di ruoli differenti delle aziende presenti nel mercato delle telecomunicazioni.



**Figura 2.1:** Ruoli nell'ecosistema delle telecomunicazioni <sup>1</sup> (fonte ECOSYS 2004)

<sup>1</sup> ECOSYS Report #3 (2004), "Business models in Telecommunications"

In dettaglio:

Ruoli	Funzioni e attività
<b>End-User</b>	Consumatore finale dei servizi e dei contenuti forniti dall'intero sistema delle telecomunicazioni.
<b>Subscriber</b>	<p>Colui che paga per i servizi e i contenuti ed ha una relazione diretta con il fornitore. Spesso, coincide con il consumatore finale ma non è sempre vero. Infatti, un <i>subscriber</i> può essere classificato:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Post-Paid vs Pre-Paid</i> (in base alla modalità di pagamento);</li> <li>• <i>Consumer vs Business</i> (in base alla sua natura).</li> </ul>
<b>Service Operator</b>	<p>Fornisce i servizi di comunicazione, come voce e dati, ai <i>subscribers</i> tramite il network (linea fissa o mobile). Non sempre, il <i>service operator</i> è proprietario delle reti. Si accorda attraverso i SLA (<i>Service Level Agreements</i>) con il <i>core e access network operator</i> per la capacità della rete. Le responsabilità di tale ruolo includono:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gestione dei profili, acquisizione e <i>retention</i> degli abbonati;</li> <li>• Fornitura di servizi di sicurezza;</li> <li>• Addebito e fattura agli abbonati per l'utilizzo dei servizi.</li> </ul>
<b>Access Network Operator</b>	Proprietario e amministratore degli accessi alle reti. In altre parole, vende la capacità di accesso alla rete al <i>service operator</i> , permettendogli di raggiungere i clienti.
<b>Transmission Network Operator</b>	Proprietario e amministratore delle reti di trasmissione, come ad esempio la fibra ottica. Inoltre, fornisce servizi di trasmissione ai <i>core network operators</i> .
<b>Core Network Operator</b>	Proprietario e gestore degli elementi principali del network, come il PSTN (rete telefonica generale), interruttori mobili e routers. Offre " <i>core network capacity</i> " ad Access Network Operator.
<b>Network Equipment Vendor</b>	Produttori di componenti network sia in maniera autonoma sia attraverso gli <i>Original Equipment Manufacturers</i> (OEMs), oltre alla fornitura dei relativi servizi. Inoltre, li distribuisce agli operatori ( <i>core, access e service</i> ).
<b>CPE vendor</b>	Fornisce il <i>Customer Premises Equipment</i> (CPE), come ad esempio i cellulari utilizzati dal cliente finale (end-user). Può, inoltre, fornire materiale ausiliare, sia software che hardware (esempi: sistemi operativi e batterie).

<b>Distributor</b>	Svolge il ruolo di retailer per i <i>CPE vendor</i> e per i <i>Service Operator</i> . Può essere sia un negozio fisico sia online.
<b>Value-Added Service Provider (VASP)</b>	Fornitore di servizi che sono complementari oppure aggiungono valore al <i>bundle</i> base del <i>Service Operator</i> .
<b>Third party billing service provider</b>	Intermediario finanziario tra i vari attori presenti nel sistema, principalmente tra <i>Service Operators</i> , <i>VASP</i> e <i>Content Producer/Provider/Aggregator</i> . In cambio, trattiene una quota dei ricavi fatturati. Un esempio sono le banche.
<b>Regulator</b>	La funzione obiettivo del regolatore è massimizzare il welfare sociale definendo regole e leggi, in modo tale da modulare la competitività all'interno di tale mercato. Inoltre, svolge il ruolo di mediatore o facilitatore tra i <i>Service Operators</i> , <i>Subscribers</i> e <i>Network Operators</i> . <i>Agisce</i> in maniera neutrale e rappresenta il governo.
<b>Service Integrator</b>	Fornisce dei prodotti/servizi che consentono di integrare le funzionalità e/o piattaforme esistenti.
<b>Content Producer/Owner</b>	Sviluppatore di applicazioni o contenuti, come ad esempio giochi, musica, film. Potrebbe essere proprietario del contenuto oppure solo sviluppatore dello stesso.
<b>Content Provider</b>	Pubblica e vende il contenuto che ha sviluppato egli stesso, oppure da altri <i>content producer/owner</i> . Altre attività di cui è responsabile sono: condurre delle ricerche di mercato e pubblicazione il contenuto (più in generale il marketing).
<b>Content Aggregator</b>	Intermediario (Figura intermedia) tra i <i>service operators</i> e i <i>content providers</i> . Usualmente, è un single stop o un portale su cui sono disponibili un'ampia tipologia e varietà di contenuti.

**Tabella 1:** Dettaglio sui ruoli nel sistema delle telecomunicazioni

In realtà, un'azienda può svolgere molteplici ruoli, rendendo più complesse le attività interne, anche se semplifica il mercato. Tale modello, in generale, è valido globalmente, anche se si potrebbero apportare delle modifiche in base alle peculiarità locali. A titolo di esempio:

- **NTT DoCoMo** in Giappone svolge molteplici ruoli: *service operator*, *access network operator*, *core network operator*, *handset distributor*, *content aggregator*;

- In alcuni Paesi il numero di ruoli può essere limitato dalla legge: in Finlandia fino all'aprile del 2006 vigeva il divieto di raggruppare in un bundle cellulare e abbonamento (*handset bundling prohibition*).

Da ciò si può dedurre come i confini del settore delle telecomunicazioni sono molto larghi, potendo riconoscere tali sotto-settori o segmenti:

- **Telecommunications Equipment;**
- **Telecommunications Services;**
- **Media: TV, radio, Internet.**

Tale studio si focalizza principalmente sul segmento *Telecommunications Services*, che a sua volta si può suddividere nelle seguenti categorie:

- *Telefonia fissa e connessione Internet (ADSL, Wi-Fi, Fibra Ottica);*
- *Telefonia mobile (SMS, voce, dati).*

Nel paragrafo successivo verrà illustrata la *value chain* in ambito ICT (*Information & Communication Technology*), in cui verranno aggregati dei ruoli discussi in precedenza, mettendo in evidenza soprattutto i *Network Operators*, i quali sono i principali attori del segmento *Telecommunication Services*.

Successivamente, in tale capitolo si illustrano i motivi per cui i servizi a rete necessitano di un organo regolatore ed il conseguente processo di liberalizzazione, con particolare interesse per il settore industriale delle telecomunicazioni. Inoltre, verrà analizzato tale settore sulla base del modello delle cinque forze di Porter, focalizzandosi soprattutto sul segmento legato ai servizi.

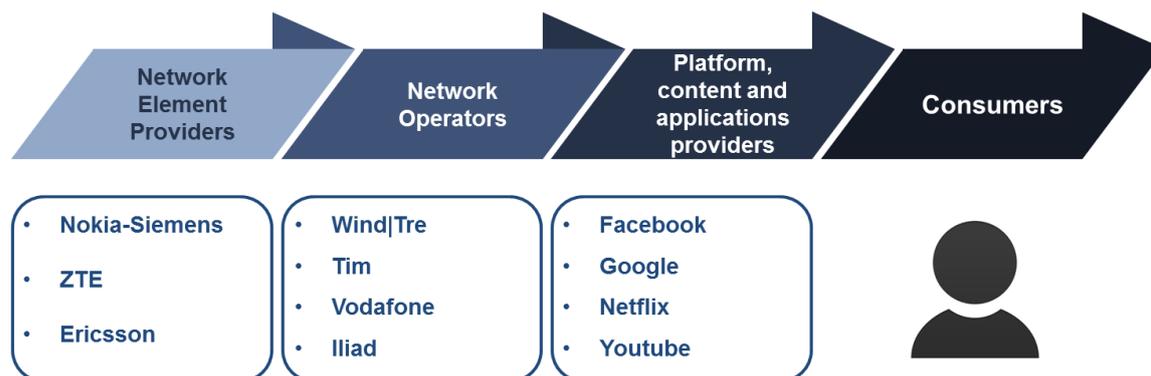
Infine, verrà descritto la condizione socioeconomica in Italia, delineando i principali operatori italiani, dalla prima fusione in Italia di due società operanti nel mercato mobile, all'ingresso di Iliad, gli altri *Mobile Network Operators* (MNOs) fino ai più recenti *Mobile Virtual Network Operators* (MVNOs), oltre agli operatori presenti nel segmento fisso.

## **2.1 Value chain ICT**

L'ambito ICT (*Information & Communication Technology*) rappresenta un fattore fondamentale quando viene misurata la crescita economica e sociale di un Paese, area geografica o settore industriale. Infatti, tali tecnologie consentono di creare l'infrastruttura di comunicazione e informazione che è un prerequisito necessario per la società moderna e per lo sviluppo delle imprese.

Il punto di partenza per descrivere l'ecosistema ICT sarà il modello di Martin Fransman<sup>2</sup> (2010), in cui lo stesso lo definisce come un sistema a quattro layer (livelli/strati), come mostrato in figura 2.1.1:

- **Networked element providers** (*primo livello*);
- **Network operators** (*secondo livello*);
- **Platform, content and applications providers** (*terzo livello*);
- **Consumers** (*quarto livello*).



*Figura 2.1.1: Rappresentazione grafica del modello di Fransman*

Le aziende che lavorano al primo livello, come Ericsson, Nokia-Siemens e Cisco, producono e forniscono dispositivi, tecnologie e altri elementi primari. Sul secondo livello dell'ecosistema, gli operatori di rete utilizzano queste tecnologie per costruire e mantenere efficienti reti interconnesse. Esempi di *Network Operators* sono Wind Tre, AT&T, Vodafone ed Iliad, oltre ai più recenti operatori di rete virtuali (MVNOs). Al terzo livello, invece, si trovano le piattaforme che consentono di consegnare contenuti, servizi e applicazioni al consumatore finale tramite la rete dell'operatore. Google, Facebook e Amazon sono tra gli attori principali presenti a questo livello. Infine, si hanno i consumatori finali che, tramite la sottoscrizione di un abbonamento, usufruiscono di tali servizi e prodotti. Basandosi su tale modello, i cambiamenti comportamentali nei consumatori si ripercuotono sull'intera catena. Infatti, tale flusso di effetti, dovuti alla trasformazione comportamentale dell'ultimo livello, genera delle sfide e della pressione fino al primo livello: *Network Element Providers*.

<sup>2</sup> Fransman, M. 2010. *The New ICT Ecosystem: Implications for Policy and Regulation*. Cambridge University Press.

Ad esempio, secondo Xie, Lv e Liu<sup>3</sup> (2008), gli operatori di rete sono stati e sono tuttora nel mercato “voce”, ma a causa dei nuovi trend, sia lato consumer che business, si stanno concentrando maggiormente sul diventare dei fornitori di servizi integrati, in particolare sul traffico dati e sull’aggiunta di valore al cliente.

Nel nuovo ambiente i servizi di telecomunicazione tradizionali possono essere sostituiti da altri servizi su Internet (Xie et al., 2008) e, almeno parzialmente, è già avvenuto. Questo fenomeno è noto come “*convergenza tecnologica*” in ambito ICT. Esso è definito come l’integrazione di servizi di telecomunicazione, Internet, dispositivi e applicazioni, in modo tale che un unico prodotto/servizio possa essere utilizzato con più finalità. Ciò introduce nuovi concorrenti da altri mercati e crea nuove sfide per gli operatori<sup>4</sup> (Weber 2007 e Funk 2009). Tuttavia, a causa della crescente concorrenza, per i *Network Operators* non è sufficiente concentrarsi solo sul mantenimento del modello di business tradizionale (Xie et al., 2008).

La convergenza tecnologica, ad esempio, ha portato alla nuova sfida lanciata dagli **Over-The-Top (OTT)**, ossia il terzo layer del modello di Fransman, nei confronti degli operatori di rete. Infatti, si è generata una sorta di “*co-opetition*” tra tali attori, in quanto se da un lato gli OTT generano il bisogno nei consumatori di avere una connessione Internet con determinate prestazioni, d’altro canto stanno cercando di sostituire gli operatori di rete su alcuni servizi, come è già avvenuto nella messaggistica o sta accadendo nella telefonia vocale con la *Voice over IP (VoIP)*.

Molti servizi OTT sono visti dai consumatori come servizi *gratuiti*, dunque si è osservato un incremento nel tasso di utilizzo di tali servizi a scapito di quelli equivalenti erogati da un operatore di rete<sup>5</sup>. (Giere, 2012).

In virtù delle considerazioni precedenti, per avere una visione più globale e rendere ancora più attuale il modello di Fransman, si è ritenuto opportuno aggiungere un nuovo livello –i *device resellers*- e rinominare alcuni dei layer di partenza, anche se la definizione degli stessi non ha subito modifiche rilevanti.

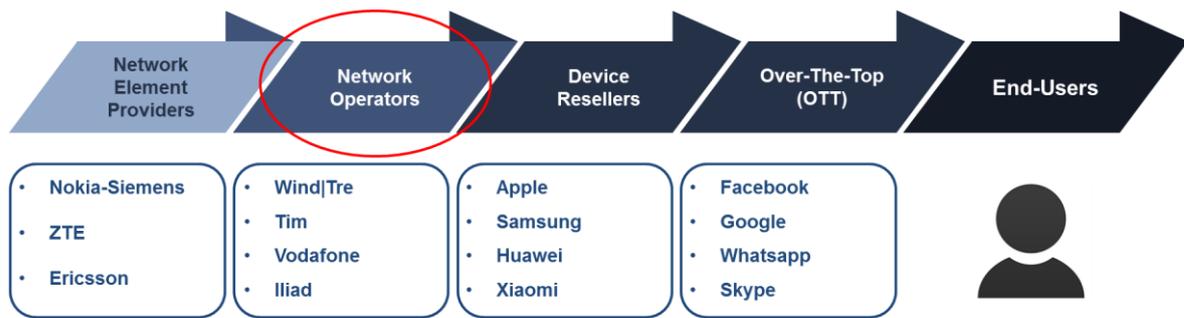
---

<sup>3</sup> Xie, X., Lv, T. and Liu, G. 2008. *The Research on Telecommunication Industry Business Ecosystem. Wireless Communications, Networking and Mobile Computing. IEEE.* p. 1–5.

<sup>4</sup> Weber, A. 2007. *The convergence of mobile data phones, consumer electronics, and wallets: lessons from Japan. Telematics and Informatics.* vol. 24. Elsevier. p. 180–191.

Funk, J. 2009. *The emerging value network in the mobile phone industry: the case of Japan and its implications for the rest of the world. Telecommunications Policy.* Vol. 33. p. 4–18.

<sup>5</sup> Giere, J. 2012. *Mobile Operators and Their Mobile Data Charging Battle with OTT Applications. Industry Blog. Openwave Mobility.*



**Figura 2.1.2:** Estensione Value Chain di Fransman

Come si può vedere da tale estensione della *value chain* in figura 2.1.2, i cinque attori identificati sono i seguenti:

- **Network Element Providers:** fornitori di componenti e attrezzatura per la rete dell'operatore;
- **Network Operators:** proprietari della rete, che permette di offrire i servizi di telecomunicazione agli utilizzatori finali;
- **Device Resellers:** produttori e rivenditori di dispositivi che consentano la comunicazione;
- **Over-The-Top (OTT):** presuppongono l'esistenza delle infrastrutture e dei servizi di base di un operatore di rete per poter fornire i propri servizi e/o contenuti. Fanno parte di tale categoria i fornitori di servizi VoIP (*Voice over IP*) e m-VoIP o VoLTE (*mobile-Voice over IP* o *Voice over LTE*), come ad esempio *Skype*, *Whatsapp* e *Viber*.
- **End-Users:** per semplicità si è fatto coincidere il consumatore finale con colui che sottoscrive l'abbonamento.

Fornitori di elementi di rete come *Ericsson*, *Cisco* e *Huawei* prevedono che la quantità di dati mobili sia in costante e crescente aumento, risultante ad esempio dal numero crescente di dispositivi connessi<sup>6</sup> (Sjöqvist 2016). L'incremento dei servizi OTT e di dati video mobili sono ulteriori cause dell'enorme crescita nell'uso e nel traffico dati (Giere 2012). Ciò genera una maggior pressione sui *Network Operators* per aumentare la loro capacità e intensificare le reti, quindi necessitano di più stazioni base per assicurare un servizio di qualità distribuito sull'intero territorio di interesse (Sjöqvist 2016). Per diminuire tale tensione, gli operatori di rete instaurano delle relazioni strette con i fornitori di elementi di rete, in modo tale che il loro successo dipende l'uno dall'altro. Si instaura una cooperazione e un processo di co-

<sup>6</sup> Sjöqvist, L. (2016) *The Growth of Mobile Data Drives the Need for Higher Data Throughput and Densified Mobile Networks*. Gapwaves.

innovazione tra le due parti, che, secondo Fransman (2010), è causato dalla competizione tra gli operatori di rete. Infatti, gli stessi hanno un grande bisogno di prodotti più economici e tecnicamente migliori rispetto ai loro concorrenti. I fornitori di *network equipment* vogliono offrire loro la soluzione che cercano e ciò porta alla cooperazione e alla co-innovazione, condividendo i rischi reciprocamente.

## 2.2 La regolamentazione ed il processo di liberalizzazione

Inizialmente, si descrive dove e come è nata la normativa Antitrust e il relativo organo che vigila per prevenire accordi illegittimi tra aziende produttrici di beni o fornitrici di servizi a danno dei consumatori o della concorrenza. Successivamente, si illustra il processo di liberalizzazione tipico dei settori industriali relativi alla produzione di beni o servizi a rete, essendo uno dei principali esempi di “**monopolio naturale**”. Inoltre, vengono dettagliate le caratteristiche principali del settore delle telecomunicazioni in ottica di tutela della concorrenza, in particolare il caso italiano.

### 2.2.1 La nascita della normativa Antitrust

La disciplina per la tutela della concorrenza è nata negli Stati Uniti d'America nel 1890. Infatti, in quel periodo, l'economia degli USA era già caratterizzata da grandi imprese, soprattutto nei settori dell'industria pesante, ferroviaria, delle comunicazioni e dell'energia. I tentativi di queste società di coprire gli ingenti investimenti effettuati e di utilizzare la totalità della capacità produttiva, ma anche le crisi economiche e l'ampliamento progressivo dei mercati, causarono una riduzione dei prezzi e portarono, in alcune occasioni, alle “*guerre di prezzo*”. Per superare questi problemi, le imprese giunsero a degli accordi, fissando i prezzi ad un livello tale da permettere il raggiungimento di margini di profitto ritenuti sufficientemente elevati.

Tuttavia, questi patti, che di fatto limitavano la concorrenza, erano fragili e instabili. È per questo che l'imprenditore statunitense dell'epoca John Davison Rockefeller li paragonò a delle “*corde di sabbia*”<sup>7</sup>. Fu proprio lui probabilmente a trovare la soluzione, il **trust**, cioè un accordo che istituisce delle posizioni giuridiche fondate su un legame fiduciario. Il disponente, chiamato *settlor* o *grantor*, trasferisce l'intestazione, ma non la proprietà, di alcuni beni a un amministratore, detto *trustee*, che si occuperà di gestirli nei limiti di quanto stabilito dall'atto di costituzione del trust. Tramite questo istituto infatti, gli amministratori di ogni impresa aderente, permettevano ai *trustee* dei concorrenti partecipanti al *trust* di

---

<sup>7</sup> F.Ghezzi, G.Olivieri (2013), *Diritto Antitrust*, G.Giappichelli Editore-Torino.

votare nel proprio consiglio di amministrazione. In questo modo era possibile accordarsi riguardo alle strategie competitive, controllare il comportamento dei concorrenti ed evitare guerre di prezzo. Gli accordi collusivi sotto forma di trust, da un lato garantivano un enorme potere alle grandi imprese, ma dall'altro colpivano duramente i settori più deboli dell'economia statunitense, in particolare agricoltori e commercianti. Questi, sebbene non avessero più alcun potere contrattuale o economico, continuavano a detenere un forte peso politico ed è per tale motivo che nella campagna elettorale del 1888 tutti i candidati promisero leggi a tutela della concorrenza, anche dette **antitrust**.

Nel 1890 venne emanato a livello federale lo *Sherman Antitrust Act*, che vietava gli accordi di restrizione del commercio, anche detti cartelli, e i tentativi di monopolizzazione del mercato. Chiaramente la normativa non eliminava l'istituto giuridico del trust nella sua accezione generale, ma lo proibiva quando avrebbe comportato la nascita di un cartello o comunque di una limitazione della concorrenza. Quindi, quando si parla di trust nell'ambito della disciplina a tutela della concorrenza, ci si riferisce precisamente agli accordi finalizzati alla restrizione del mercato e non all'istituto giuridico. Lo *Sherman Act*, tuttavia, aveva una lacuna: non disciplinava le concentrazioni tra imprese concorrenti. Questa fu vista come un'opportunità da molte compagnie per continuare a coordinare i loro comportamenti sul mercato. Per superare questo problema, nel 1914 venne emanato il *Clayton Antitrust Act*. Lo stesso, infatti, vietava la discriminazione dei prezzi, gli scambi di amministratori tra imprese concorrenti e le operazioni di concentrazione tali da ridurre effettivamente la concorrenza sul mercato.

### 2.2.2 I servizi a rete

Nei servizi a rete, il processo di liberalizzazione del mercato è risultato particolarmente lungo e complicato. Questa categoria particolare di servizi necessita di un'infrastruttura fisica al fine di poter effettuare la distribuzione degli stessi: i cavi elettrici, i binari del treno o il doppino in rame del telefono sono esempi di infrastrutture di rete. L'infrastruttura rappresenta una barriera all'ingresso impossibile da superare per le imprese che vogliono entrare nel settore, in quanto prevede un investimento eccessivamente elevato. Nei servizi a rete si verifica la tipica condizione di **monopolio naturale**, così definito nei manuali di economia industriale: se si è obbligati a realizzare una nuova infrastruttura per vendere il servizio e non vi è alcuna convenienza economica ad entrare nel mercato, allora nessuna impresa prova l'ingresso e il monopolista rimane tale.

Per liberalizzare il mercato occorre che tutti i concorrenti siano posti sullo stesso piano nei confronti dell'uso dell'infrastruttura: nessuno di essi la può possedere in via esclusiva e tutti hanno il diritto di accedere liberamente al suo utilizzo, pagando ovviamente un prezzo, che deve essere però equo, commisurato al valore degli investimenti effettuati e alle spese di manutenzione necessarie al suo mantenimento.

La presenza di un monopolio naturale influenza il processo di liberalizzazione, che deve essere strutturato per fasi. Inoltre, nella maggior parte dei casi dei servizi a rete il monopolista era pubblico, in quanto solo lo Stato aveva la disponibilità economica di effettuare l'investimento di costruzione dell'infrastruttura. Ciò, quindi, generalmente ha comportato un processo di privatizzazione antecedente alla liberalizzazione del mercato. La fase successiva riguarda il controllo e la gestione dell'infrastruttura di rete: generalmente, il monopolista viene diviso in due società, una che gestisce l'infrastruttura a rete, mentre l'altra opera nella produzione e/o erogazione del servizio. Quest'ultima società opera come una delle tante imprese entrate sul mercato grazie alla sua liberalizzazione. Chi gestisce la rete riceve un affitto per il suo utilizzo e per la sua manutenzione, in modo che sia mantenuto il livello tecnologico più aggiornato possibile.

La regolamentazione del settore legata alla fase di liberalizzazione viene pertanto svolta con intensità differente nelle due parti della filiera produttiva: la regolamentazione è molto stringente nella gestione dell'infrastruttura a rete, ove si ipotizza l'esistenza di un monopolista naturale, mentre è poco stringente nell'erogazione del servizio e in quella della sua commercializzazione e vendita. Infatti, in queste ultime due sezioni della filiera si assiste alla presenza di un numero elevato di *competitors*, quindi l'elevata concorrenza consente di avere minori restrizioni e vincoli rispetto a chi deve gestire l'infrastruttura. Inoltre, quest'ultimo, essendo monopolista, potrebbe abusare della posizione dominante ed è qui che nasce la necessità di un sistema di regolamentazione più rigoroso, il quale, spesso, non si limita alle norme generali dell'antitrust, ma prevede disposizioni specifiche di settore da rispettare. L'eliminazione della condizione di monopolio, quindi, non permette di dar luogo ad un assetto del mercato realmente competitivo, a causa del rilevante potere di mercato posseduto dagli ex-monopolisti. Ciò implica la necessità di inserimento di norme specifiche per favorire l'accesso alla rete, la concorrenza e per tutelare i consumatori. Tali obiettivi sono perseguiti attraverso disposizioni rigorose ed efficaci concernenti l'accesso regolato (*third party access*), l'implementazione di funzioni alle autorità di regolamentazione e gli obblighi di separazione (*unbundling*). La disciplina economica delinea due tipologie del principio di accesso a terzi:

- **accesso negoziato**, ossia basato su condizioni contrattuali flessibili stabilite tra l'impresa che offre il servizio di rete e le imprese che accedono;
- **accesso regolato**, ossia fondato su termini, criteri e tariffe preventivamente stabilite dalle autorità di regolazione, che i gestori sono tenuti ad applicare in modo obiettivo e senza discriminazioni a tutti gli utenti.

Occorre, inoltre, tenere presente che alcuni dei segmenti della rete sono caratterizzati da condizioni di monopolio naturale, risultando impossibile per un nuovo entrante duplicarlo, in quanto antieconomico e non sostenibile. Tali parti dell'infrastruttura sono noti come *essential facilities*. Nel settore delle telecomunicazioni, le reti di trasporto e di distribuzione sono *essential facilities*. L'accesso degli utenti alle *essential facilities* alle condizioni regolate non può, salvo deroghe tipiche delle normative di settore, essere rifiutato. L'*essential facilities doctrine*<sup>8</sup> (EFD), di origine nordamericana, è una teoria giuridica che può essere racchiusa nel concetto per cui, a certe condizioni, il rifiuto di concedere ad altri il diritto di uso di un bene è qualificato alla stregua di una strategia di monopolizzazione del mercato e dunque sanzionabile come fattispecie riconducibile all'abuso di posizione dominante. Finalità della dottrina in questione è quella di coniugare l'interesse privato del proprietario dell'infrastruttura, con quello pubblico in riguardo al *third party access*, ossia al diritto di altri imprenditori di concorrere in un mercato, consentendo l'utilizzo delle *essential facilities* della rete, in quanto indispensabili ai fini dell'erogazione del servizio. In estrema sintesi, la caratteristica dell'essenzialità della rete si ha quando il controllo sulla stessa renda impossibile l'accesso di altri concorrenti nel mercato, ossia quando il monopolista proprietario dell'infrastruttura ha il potere di eliminare la concorrenza.

La fissazione delle tariffe e le condizioni tecniche per l'accesso sono stabilite dalle **Autorità di regolazione**. Le norme stabiliscono che le tariffe di accesso siano certe, trasparenti e non discriminatorie, al fine di consentire ai potenziali nuovi entranti di sapere in anticipo e con sicurezza il relativo ammontare e di accedervi alle medesime condizioni economiche riservate alle eventuali altre imprese collegate o controllate dall'ex-monopolista. Tale funzione risulta, dunque, orientata ad evitare che l'eccessiva onerosità delle tariffe di accesso all'infrastruttura incida in maniera negativa sul prezzo finale rivolto ai consumatori.

---

<sup>8</sup> Robert Pitofsky, Donna Patterson, Jonathan Hooks, *The Essential Facilities Doctrine Under United States Antitrust Law*, 70 *Antitrust L.J.* 443-462, 2002.

Altro principio portante di ogni disciplina di liberalizzazione dei servizi a rete è rappresentato dall'**obbligo della separazione** (*unbundling*), tra proprietà della rete e gestione del servizio. Tutte le misure di regolamentazione di settori a rete liberalizzati, contengono norme finalizzate a consentire l'accesso alle infrastrutture essenziali a soggetti diversi da quelli che ne detengono la proprietà o la gestione. Le modalità per soddisfare l'utilizzo delle reti anche ai terzi sono riconducibili a due ordini di soluzioni, peraltro combinabili tra loro: *la regolazione della condotta dei gestori dell'infrastruttura*, ispirata a criteri di trasparenza, non discriminazione e pubblicità delle informazioni sulle condizioni obiettive di utilizzo; *soluzioni di tipo strutturale*, quali l'obbligo in capo alle imprese integrate *ex monopoliste* di introdurre forme di separazione tra le attività connesse alla gestione delle infrastrutture da quelle relative alle attività di produzione e fornitura del servizio. Ciò, allo scopo di limitare la naturale propensione del gestore dell'infrastruttura a favorire le imprese collegate o integrate.

Esistono varie forme di separazione: **proprietaria**, ossia è escluso che le imprese attive nei settori della produzione o della fornitura del servizio possano detenere o gestire le reti e le altre infrastrutture essenziali o strumentali; **gestionale**, cioè quando l'ex-monopolista può esclusivamente possedere l'intera rete ma non gli è consentito l'esercizio e l'amministrazione della stessa; **societaria**, nel qual caso l'integrazione tra segmenti industriali di produzione e attività di gestione della rete è esclusa per la medesima società anche se resti consentita per la holding; infine, solo **contabile**. Solitamente, il sistema di regolamentazione dei settori dei servizi a rete è frutto della combinazione di entrambe le descritte modalità, ossia di misure strutturali di separazione e misure di regolazione della condotta dei gestori.

### **2.2.3 La regolamentazione e la liberalizzazione nel settore Telco**

La disciplina delle comunicazioni elettroniche ha conosciuto, negli ultimi trent'anni, profondi mutamenti e trasformazioni. L'industria delle telecomunicazioni è stata storicamente caratterizzata in tutti i paesi, sin dalla sua nascita, dal rapido consolidamento in un'unica impresa, un monopolista, verticalmente integrato. Le ragioni della presenza di un'unica impresa possono essere individuate nei rilevanti investimenti irrecuperabili, nelle economie di scala e di scopo e nell'importanza del coordinamento tra le diverse attività che più facilmente veniva assolto all'interno di un'unica azienda rispetto al mercato. Il settore, di conseguenza, tendeva a caratterizzarsi nella sua complessità come un monopolio naturale. L'elevato grado di integrazione verticale è stato spiegato anche da motivi di

efficienza in quanto evita il problema della doppia marginalizzazione, con un conseguente aumento dei prezzi.

La regolamentazione dei servizi di telecomunicazione è stata caratterizzata da una prima fase durante la quale i poteri pubblici hanno mirato ad evitare che il monopolista abusasse del proprio potere di mercato, a discapito dei consumatori e dell'efficienza allocativa in generale. Questo obiettivo è stato perseguito sia attraverso una regolamentazione stringente delle tariffe fatte pagare agli utenti finali per i servizi erogati dall'impresa monopolista privata (negli Stati Uniti), sia direttamente attraverso un'impresa monopolista pubblica (in Europa). Poi, i processi di privatizzazione e liberalizzazione hanno investito l'industria delle telecomunicazioni a partire dagli inizi degli anni '80 e la conseguente concorrenza è stata utilizzata come strumento per ridurre il potere di mercato dell'ex-monopolista e favorire il benessere sociale (*welfare*). Di conseguenza le autorità di regolamentazione hanno spostato la loro attenzione sulla creazione delle condizioni per favorire la nascita e la diffusione della concorrenza. Più precisamente il processo di liberalizzazione ha inizio negli Stati Uniti con la suddivisione di AT&T in sette imprese che gestivano le reti locali (*Bell Companies*) e una sola, la residua AT&T, che gestiva la lunga distanza. Successivamente, il processo di liberalizzazione è iniziato in numerosi mercati mondiali. La concorrenza tra operatori alternativi, dunque, è cresciuta in tutti i segmenti del settore e i processi di convergenza tecnologica hanno reso possibile l'utilizzo di infrastrutture diverse per fornire i medesimi servizi, ma, nonostante ciò, questo resta uno dei settori più fortemente regolamentati dell'economia.

La prima fase del processo di liberalizzazione nel settore si presentava, dal punto di vista del regolamentatore, abbastanza complessa. Le autorità preposte alla regolamentazione non solo dovevano predisporre meccanismi di fissazione dei prezzi dei servizi al consumatore, come avveniva quando vi era un solo operatore monopolista, ma anche regolamentare l'interconnessione. Il problema era quello di evitare che l'ex-monopolista mantenesse la posizione di dominanza ed impedisse il nascere della concorrenza. Il costo della duplicazione dell'intera infrastruttura è così elevato che, almeno per la rete fissa, le nuove imprese saranno inclini a sviluppare la propria attività solo se potranno utilizzare parti della rete (*essential facilities*) del precedente monopolista. Nella seconda fase del processo di liberalizzazione, al fine di sviluppare la concorrenza nei segmenti competitivi si è introdotto la regolazione del *thirdy part access* e l'*unbundling*. Esso consiste, come già descritto nel paragrafo precedente, in tutti quei provvedimenti diretti ad introdurre forme di separazione tra le varie parti della filiera produttiva. I nuovi entranti, dunque, invece di duplicare l'intera

rete, potevano scegliere alcuni segmenti altrui, generalmente quelli che avevano le caratteristiche di monopolio naturale, per costruire la propria rete. Ciò ha consentito la nascita della concorrenza nel settore delle comunicazioni elettroniche, anche se bisogna tenere in considerazione che il regolatore ha dovuto affrontare non poche problematiche per favorire lo sviluppo della competizione nei servizi di telecomunicazione basati sulla rete fissa. Nei servizi a rete mobile è stato possibile implementare un modello *facility-based competition*<sup>9</sup>, permettendo ai nuovi entranti di costruire la propria rete indipendente. L'alternativa di mantenere un monopolio per la proprietà della rete avrebbe, infatti, frenato la concorrenza e l'innovazione in un campo, come quello delle tecnologie di rete, in cui le trasformazioni sono state enormi, e sono ancora oggi, in continua evoluzione. L'investimento, infatti, è impegnativo ma sostenibile, a differenza della rete fissa in cui è impensabile duplicare l'intera infrastruttura. Per rendere possibile la concorrenza nel segmento fisso negli Stati Uniti si sono utilizzati rimedi strutturali, quali la separazione proprietaria e la disintegrazione verticale dell'ex monopolista, mentre in altri paesi, soprattutto Europei, hanno puntato sulla regolamentazione della condotta lasciando la proprietà della rete all'ex-monopolista, ma definendo condizioni in modo tale da non limitare lo sviluppo della competizione sui servizi. In entrambi i casi il modello è maggiormente *service-based competition*<sup>10</sup>, in cui buona parte dell'infrastruttura è condivisa.

In definitiva, libertà d'accesso in tutti i segmenti del settore, presenza di una regolazione pro-competitiva, tendenzialmente transitoria, affidata ad autorità di settore, con parallela applicazione del diritto generale *antitrust*, rappresentano gli elementi che, a distanza di molti anni dall'avvio delle politiche di liberalizzazione, caratterizzano i moderni sistemi di regolazione delle telecomunicazioni.

#### **2.2.4 Le direttive europee e il caso italiano**

Fino agli anni '80, l'assetto giuridico delle imprese operanti nel settore delle telecomunicazioni si caratterizza, in Europa, per la sussistenza di un monopolio statale (o comunque di imprese parastatali) e di una gestione basata su concessioni di diritti speciali od esclusivi.

---

<sup>9</sup> Termine utilizzato nel settore delle telecomunicazioni per indicare la competizione tra fornitori di stessi servizi o simili utilizzando reti proprietarie differenti

<sup>10</sup> In questo caso, invece, gli operatori condividono alcuni segmenti della rete proprietaria dell'ex-monopolista, solitamente le *essential facilities*, in cambio di un corrispettivo economico per l'accesso.

La liberalizzazione europea del settore delle telecomunicazioni, in ritardo rispetto a quella attuata negli Stati Uniti, si basa sull'idea diffusa che la proprietà privata e la competizione possano dare maggiori benefici e garanzie rispetto al monopolio. Questa valutazione è stata formulata successivamente allo sviluppo delle nuove tecnologie, che hanno profondamente mutato il settore delle telecomunicazioni, consentendo la suddivisione del mercato in più segmenti, le cui competenze spaziano dall'installazione e possesso delle infrastrutture, all'esercizio e gestione delle stesse, all'erogazione di singoli servizi e/o contenuti. Tuttavia, chi possedeva le originarie infrastrutture si trovava, comunque, in una naturale posizione dominante, soprattutto nel segmento della telefonia fissa, in cui risulta complesso e non sostenibile economicamente la duplicazione dell'intera infrastruttura.

Inoltre, è importante considerare il processo di unificazione europea, in quanto, al fine di compiere tale progetto in maniera generale, anche il settore delle telecomunicazioni è interessato in maniera preponderante da tale processo. L'obiettivo primario è, quindi, quello di offrire i servizi di telecomunicazione in ogni stato membro della Comunità. Saranno, poi, gli utenti a scegliere liberamente il proprio fornitore, indipendentemente dalla nazionalità ed ubicazione. In concreto, il processo di liberalizzazione inizia nei primi anni ottanta, con la costituzione da parte della Commissione di un gruppo di lavoro, poi trasformatosi nella Direzioneale Generale per la regolamentazione del mercato delle comunicazioni elettroniche. Il documento di riferimento è il *Green Paper*<sup>11</sup> del 1987, da cui emerge come sia necessario costituire un mercato comune di tali servizi, attuabile attraverso la realizzazione ed integrazione di una rete europea pienamente accessibile, che garantisca l'ampliamento del mercato e una concorrenza non ristretta alle imprese presenti nei confini nazionali. Vi sono, però, degli ostacoli per la realizzazione di un progetto così ambizioso, ovvero, la presenza dei regimi monopolistici, basati su diritti speciali ed esclusivi per l'erogazione dei servizi, oltre alla grande varietà di *standard* tecnologici usati dai diversi operatori di rete nazionali. Nel Libro Verde (*Green Paper*), infatti, si definiscono due concetti fondamentali:

- **Servizio Universale:** definito come *“un insieme minimo definito di servizi di determinata qualità disponibile a tutti gli utenti a prescindere dalla loro ubicazione geografica e, tenuto conto delle condizioni specifiche nazionali, ad un prezzo abbordabile”*. Tale servizio, ex direttiva 95/62 *“deve essere garantito a chiunque ne*

---

<sup>11</sup> *Green Paper on the Development of the Common Market for Telecommunications Services and Equipment (1987), European Commission.*

*faccia richiesta all'interno della Comunità, nel rispetto del principio di non discriminazione, anche relativamente alla disponibilità dell'accesso tecnico, alle tariffe, alla qualità del servizio, al tempo di consegna, alla equa distribuzione di capacità nel caso di scarsità di risorse, ai tempi di intervento e riparazione, alla fornitura dei servizi di informazione e assistenza al cliente". Vi rientrerebbero, quindi, anche la fornitura di servizi di assistenza tramite operatore, servizi di emergenza e informazioni, l'installazione di telefoni pubblici; resterebbe esclusa (art. 1 direttiva 95/62), invece, la telefonia mobile, che viene configurata come un servizio supplementare. Tale servizio è stato ricompreso, invece, nella successiva elaborazione del concetto di servizio universale ad opera della dir. 97/33. Il servizio universale, occorre osservare, è una nozione dinamica e in continua evoluzione, per il modificarsi delle esigenze sociali e dello sviluppo tecnologico;*

- **Interconnessione della rete:** definito come *“il collegamento fisico e logico tra reti di telecomunicazione di un solo o di diversi gestori diretto a consentire agli utenti di un gestore di comunicare con gli utenti e di accedere a servizi dello stesso o di altro gestore"*. In altri termini, *l'interconnessione* consiste nel collegamento tra diverse reti di telecomunicazioni, realizzato in modo da consentire il trasferimento dei segnali di comunicazione da una rete all'altra. In sostanza è necessario consentire il collegamento tra le molteplici reti presenti, altrimenti incapaci di accedere ai terminali (e quindi agli utenti) di ogni rete.

La Commissione, quindi, per perseguire gli obiettivi sopra esposti, decise di approvare due diverse tipologie di direttive:

- **Direttive di Liberalizzazione:** determinano l'illegittimità della posizione di monopolio naturale/legale, abolendo i diritti esclusivi sia nell'installazione degli apparati di rete sia nella fornitura dei servizi;
- **Direttive di Armonizzazione:** sono finalizzate a rendere omogenee all'interno della Comunità e, ove possibile, a livello mondiale, le condizioni giuridiche e tecniche di fornitura dei servizi e di accesso alle reti, in modo da consentire agli operatori dei diversi Stati membri di entrare direttamente in competizione tra loro.

Le direttive principali sancite dalla Commissione Europea e costituenti il cosiddetto *Pacchetto Telecom 2002* sono le seguenti:

- **La Direttiva Autorizzazioni (2002/20/CE)** ha la funzione di introdurre una disciplina meno onerosa in tema di accesso ai mercati delle reti, al fine di

promuovere lo sviluppo di nuovi servizi. Lo strumento di verifica dell'accesso è costituito dall'*autorizzazione generale* con riguardo a tutte le reti e servizi, senza che sia necessaria una decisione esplicita o un atto amministrativo, essendo imposto all'impresa interessata unicamente l'obbligo di notifica. Viene quindi abolito il previgente ed esclusivo regime della licenza.

- **La Direttiva Accesso e Interconnessione (2002/19/CE)** armonizza la modalità di disciplina dell'accesso alle reti di comunicazione elettronica e le interconnessioni delle medesime, al fine di istituire un quadro normativo compatibile con i principi del libero mercato. La normativa richiama, oltre al generale diritto/obbligo di interconnessione, gli obblighi di trasparenza, non discriminazione, separazione contabile ed il controllo dei prezzi e di contabilità dei costi.
- **La Direttiva Servizio Universale (2002/22/CE)** definisce l'insieme minimo di servizi di qualità specifica a cui tutti gli utenti hanno libero accesso ad un prezzo consono, tenuto conto delle diverse circostanze nazionali.
- **La Direttiva Vita Privata e Comunicazioni Elettroniche (2002/58/CE)** disciplina il trattamento dei dati personali nel quadro della fornitura dei servizi di telecomunicazione. In essa si prevedono una serie di obblighi a carico del fornitore di un servizio di comunicazione elettronica. Infatti, lo stesso deve salvaguardare la sicurezza dei suoi servizi, garantendo che i dati personali siano accessibili soltanto al personale autorizzato. In tema di riservatezza delle comunicazioni, la direttiva ricorda, come principio di base, che gli Stati membri devono garantire, con la legislazione nazionale, la riservatezza delle comunicazioni effettuate tramite una rete pubblica di comunicazioni elettroniche.

Viene lasciata alla discrezionalità degli Stati membri la scelta sia in tema di determinazione delle sanzioni, incluse quelle penali, da emettere in caso di violazione delle disposizioni della presente direttiva e sia in tema di attribuzione di competenze alle autorità nazionali per sorvegliare e controllare il rispetto delle disposizioni nazionali adottate al momento del recepimento della direttiva.

Ulteriore direttiva estremamente significativa è correlata all'evoluzione tecnologica delle comunicazioni elettroniche, in particolare al fenomeno della convergenza tecnologica, che ha consentito il progressivo utilizzo di diverse infrastrutture appartenenti ad operatori differenti per tutti i servizi. La **Direttiva 2009/140/CE**, infatti, generalizza la trasferibilità

dei diritti d'uso delle frequenze ed introduce la possibilità di mutamenti nella destinazione d'uso delle stesse.

Il recepimento delle direttive nei vari Stati membri dell'Unione Europea (UE), in generale, è stata una procedura molto lenta e disomogenea. Ciò è stato dovuto principalmente dalle significative differenze tra le Nazioni, sia dal punto di vista delle caratteristiche dell'operatore storico sia per la visione politico-economica, passando dall'impostazione statalista francese a quella liberalista inglese. Un ulteriore vincolo era rappresentato dalla presenza pervasiva della proprietà pubblica nelle telecomunicazioni europee: nel 1993, quando il processo di liberalizzazione era iniziato già da sei anni, solo nel Regno Unito ed in Spagna la percentuale azionaria statale era scesa sotto il 40%, ed ancora nel 1999 vi erano sei Stati membri in cui gli operatori storici erano controllati dallo Stato. Nella successiva parte si descriverà con maggior dettaglio le fasi del processo di liberalizzazione avvenute in Italia.

Il processo di liberalizzazione nel settore delle telecomunicazioni in Italia può essere suddiviso in tre fasi principali:

- *implementazione delle direttive di liberalizzazione europee;*
- *istituzione del regolatore italiano per le telecomunicazioni e i media;*
- *l'implementazione di varie politiche regolamentari ad hoc.*

L'anno di svolta per la liberalizzazione italiana è rappresentato dal 1997, anno in cui il Governo italiano avvia il processo di privatizzazione dell'operatore unico, fondendo Telecom Italia con STET. In realtà, l'evento più importante avvenuto nel 1997 è stata l'approvazione della **Legge Maccanico** con la previsione di nuove regole *antitrust* legate al processo di convergenza tecnologica in atto e l'istituzione di CORECOM<sup>12</sup> e AGCOM, attribuendo a quest'ultima la responsabilità di rilasciare autorizzazioni generali e licenze individuali per l'esercizio delle reti e l'erogazione dei relativi servizi, oltre alla licenza per l'attività di installazione. Ulteriori compiti di tale autorità sono<sup>13</sup>:

- Obiettività, trasparenza, non discriminazione e proporzionalità nella competizione;
- L'obbligo delle disposizioni del servizio universale;
- Protezione dei diritti dei consumatori e la loro libertà di scelta tra gli operatori;

---

<sup>12</sup> Con funzioni consultive in materia prevalentemente di radio-tv e stampa, ma anche con funzioni di controllo e vigilanza su tutta la materia comunicativa, compresa la telecomunicazione.

<sup>13</sup> *Andrea Michele Sacripanti, (1999) "Liberalizing telecommunications in Italy: the role of the regulator", info, Vol. 1 Issue: 5, pp.449-453.*

- L'uso efficace delle risorse;
- Determinazione di interconnessione;
- Regolamentazione tariffaria;
- Assegnazione della frequenza;
- Qualità del servizio.

Pochi mesi dopo la nascita delle suddette autorità, ufficialmente il primo gennaio 1998, il mercato delle telecomunicazioni italiano era finalmente liberalizzato. Negli anni seguenti sono state recepite le direttive europee suddette, in modo tale da colmare le lacune o soddisfare la nascita di nuove esigenze, rendere sempre più semplice l'ingresso nel mercato con una procedura meno rigorosa e aggiornarsi parallelamente all'evoluzione tecnologica. Dunque, si è seguito un processo di deregolamentazione (*deregulation*), come negli altri Paesi europei, il quale ha favorito sempre più la concorrenza con nuovi entranti anche di altri settori industriali, sotto il controllo e la vigilanza continua delle Autorità.

### **2.3 Analisi del settore: Modello delle 5 Forze di Porter**

Nel 1979, un giovane professore associato alla *Harvard Business School* di nome Michael E. Porter pubblicò il suo primo articolo per *Harvard Business Review*, intitolato “*How Competitive Forces Shape Strategy*”, in cui vengono definite cinque forze che determinano e influenzano la redditività a lungo termine in qualsiasi settore industriale<sup>14</sup>.

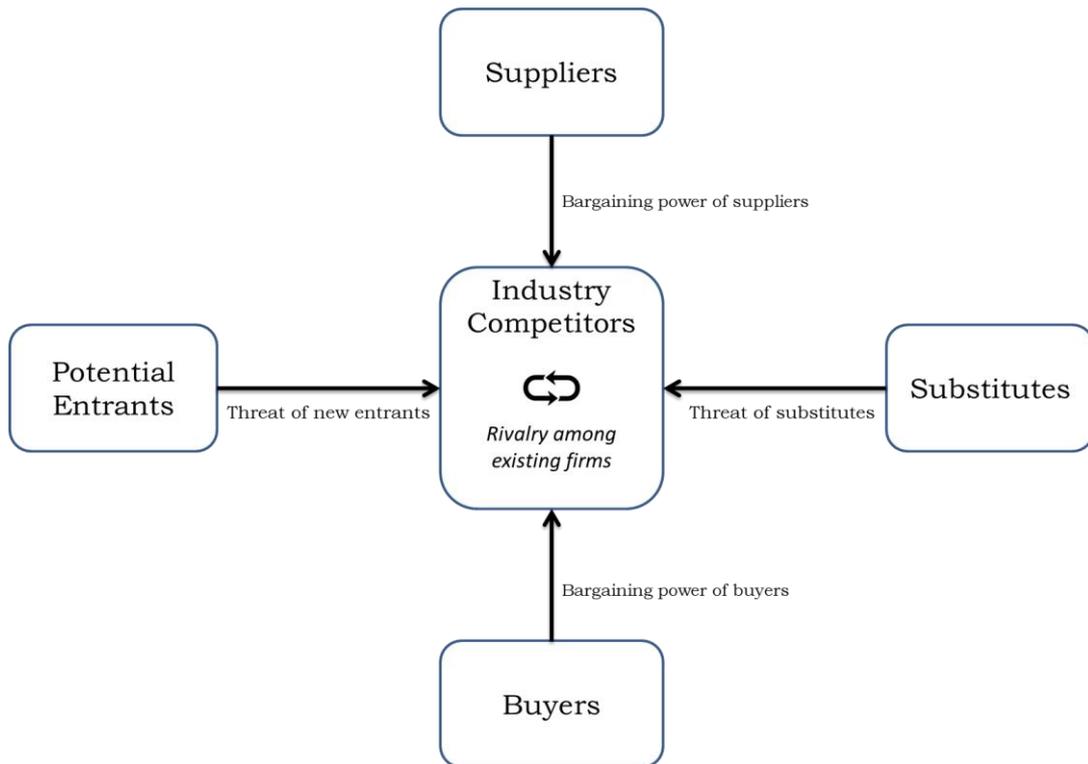
Il modello delle 5 forze di Porter, secondo Gartner, è uno strumento di gestione strategica per studiare una *industry* e comprendere le leve di profittabilità relative a quel determinato settore<sup>15</sup>. Risulta essere, tuttora, il framework maggiormente utilizzato per analizzare la competizione all'interno di un settore industriale.

Le cinque forze individuate da Porter, come mostrato in figura 2.3.1, includono tre fonti di competizione “*orizzontale*”: *sostituti, nuovi entranti, imprese/rivali esistenti*; e due fonti di concorrenza “*verticale*”: *il potere di contrattazione dei fornitori e dei clienti*.

---

<sup>14</sup> Michael E. Porter (1979), “*How Competitive Forces Shape Strategy*”, *Harvard Business Review* (HBR).

<sup>15</sup> <http://fernfortuniversity.com/term-papers/porter5/analysis/3644-gartner--inc-.php>



**Figura 2.3.1:** Rappresentazione grafica del “Modello delle 5 Forze di Porter”

Si seguirà, in questo elaborato, tale modello per analizzare il settore industriale delle telecomunicazioni, concentrandosi principalmente sul segmento dei servizi e sulla posizione assunta dagli operatori di rete.

- **SUBSTITUTES**

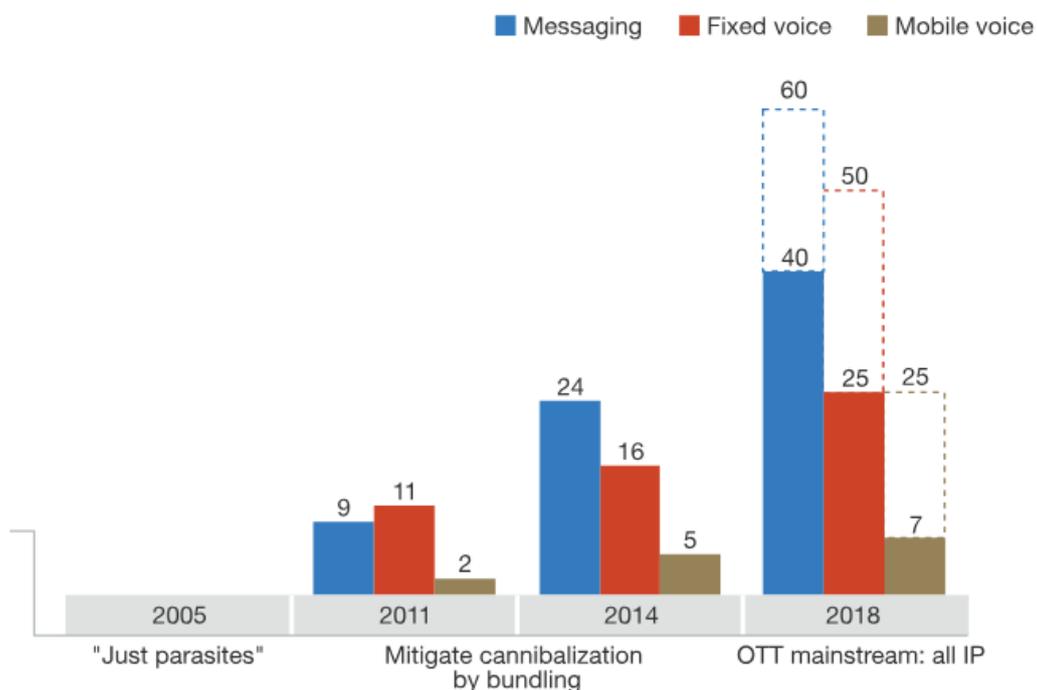
Un **prodotto sostitutivo** (o semplicemente **sostituto**) svolge la stessa funzione rispetto a quella di un prodotto presente in un determinato settore industriale, ma lo fa utilizzando mezzi diversi.

In generale, il prezzo che un consumatore è disponibile a pagare per un prodotto/servizio dipende, in parte, dalla disponibilità sul mercato di prodotti sostitutivi. L’assenza, infatti, di prodotti/servizi sostitutivi molto simili comporta un’insensibilità dei consumatori ai prezzi, in altre parole la domanda è inelastica rispetto al prezzo. I consumatori, invece, si mostrano sensibili al prezzo (domanda elastica rispetto al prezzo) quando sono presenti sostituti affini sul mercato, causando dei probabili *switch* in risposta ad un aumento dei prezzi.<sup>16</sup>

Nel settore industriale delle telecomunicazioni, in particolare sul servizio SMS e Voce, alcuni degli **Over-The-Top (OTT)** stanno fornendo le stesse o maggiori funzionalità, ma

<sup>16</sup> Robert M. Grant (2015), "Contemporary Strategy Analysis: Text and Cases Edition, 9th Edition", John Wiley & Sons.

in maniera totalmente gratuita (o quasi), sfruttando la rete Internet. Le nuove applicazioni OTT, infatti, con una estrema facilità d'utilizzo per gli utenti, sia per la Voce sia per la messaggistica, insieme alla crescente penetrazione di *smartphone* e la sempre maggiore familiarità verso tali tecnologie da parte di più tipologie di consumatori, rappresentano una seria minaccia alla profittabilità degli operatori di rete. Negli ultimi anni, ad esempio, *Whatsapp* ha cannibalizzato il segmento della messaggistica, offrendo un servizio di comunicazione semplice da usare e innovativo, in quanto, dopo aver scaricato l'applicazione, è possibile inviare e ricevere anche contenuti multimediali, come messaggi vocali, foto, video oltre ai classici messaggi di testo. Come mostrato dalla figura 2.3.2, fino a pochi anni fa (2011) gli OTT detenevano il 9%, 11% e 2% dei ricavi rispettivamente nel servizio di messaggistica, Voce fissa e mobile. Dopo una crescita, come mostrano i dati relativi al 2014, si prevede<sup>17</sup> un aumento esponenziale entro il termine del 2018. Nello scenario più aggressivo le quote delle entrate di competenza degli OTT rappresentano il 60% nel segmento della messaggistica, il 50% e il 25% rispettivamente della Voce fissa e mobile, divenendo gli OTT *mainstream* in tali servizi.



**Figura 2.3.2:** Cannibalizzazione dei ricavi da parte degli OTT (in percentuale %)<sup>18</sup>

<sup>17</sup> <https://www.mckinsey.it/idee/overwhelming-ott-telcos-growth-strategy-in-a-digital-world>

<sup>18</sup> Fonte: Ovum, McKinsey Analysis

Secondo Ovum<sup>19</sup>, questa scalata degli OTT si tradurrà in un calo del 36% della spesa per i servizi di comunicazione tradizionali nei prossimi dieci anni, rilegando gli operatori di rete a svolgere un ruolo marginale nella fornitura dei servizi di messaggistica e Voce.

Tale situazione si ripercuote anche sul traffico sulle reti di telecomunicazioni, infatti una delle più vistose conseguenze è stato il determinante passaggio dalla centralità della voce a quella dei dati<sup>20</sup>, visto che i contenuti che gli OTT offrono agli utenti sono tutti implementati nella forma di comunicazioni “**dati**”. In questo contesto, mentre da un lato si sono ampliati esponenzialmente - e sempre più con alta remunerazione (diretta o indiretta) - i servizi innovativi forniti dagli OTT, dall'altra le società telco hanno visto diminuire le entrate ed i margini di profitto sui servizi *core*, anche quelli legati alla connettività per la forte competizione seguita alla liberalizzazione delle telecomunicazioni. Gli operatori nel mondo delle telecomunicazioni, di conseguenza, hanno avuto una scarsa propensione ad effettuare nuovi investimenti nella rete perché considerati non profittevoli, nonostante il massiccio aumento del traffico IP (*Internet Protocol*). Questi problemi di sostenibilità economica-finanziaria delle telco mettono pertanto a rischio proprio gli investimenti indispensabili per nuovi accessi, fissi e mobili a banda larga e larghissima (broadband e ultra-broadband). Si è così verificato il fenomeno che ha preso il nome di “**Network paradox**” (conosciuto anche come “*Telco Paradox*”)<sup>21</sup>, ossia il forte incremento dei volumi di traffico IP associati ad una massiccia riduzione di fatturato per i soggetti che sviluppano e gestiscono le reti. Questo è dovuto anche alla presenza della regolamentazione che ha determinato il principio di “**Net Neutrality**”, non permettendo agli operatori di rete di discriminare i prezzi del traffico dati in base alla velocità e alla qualità richiesta dall'applicazione. A causa di tali condizioni, i costi legati al traffico dei dati sono aumentati ed il trend dei ricavi non proporzionale ha frenato gli investimenti delle società telco su tecnologie innovative di rete, in quanto non riescono a giustificare un ritorno economico con tali vincoli. Di conseguenza, sono nati i “**Content Delivery Network providers**” (CDN) che hanno conquistato un importante spazio di mercato quando Internet ha cominciato ad essere utilizzata per trasmettere contenuti “pesanti” - come ad esempio film, video e *gaming online* - installando propri apparati (es.

---

<sup>19</sup> Ovum è una società indipendente di analisi e consulenza specializzata nei settori industriali relativi alle Telecomunicazioni, Media e Tecnologia.

<sup>20</sup> IBM Global Business Services, *Telco 2015: Five telling years, four future scenarios - Executive Report, 2010*.

Ericsson AB, *Ericsson Mobility Report - Interim Report, August 2013*

<sup>21</sup> Guido Vannucchi (2015), *Internet e le dinamiche dei ruoli degli OTT (“Over The Top”) e Telco nel panorama ICT*.

*server, cache* private) sempre più in prossimità delle utenze per ottenere significativi miglioramenti in termini di qualità del servizio e prestazioni di rete soddisfacenti per il cliente finale. La stessa esigenza di qualità, a fronte di una eccezionale crescita del traffico, ha spinto aziende di distribuzione di contenuti (come Netflix) a dotarsi di proprie soluzioni CDN, e Google a realizzare una propria rete *backbone* a livello mondiale per migliorare la qualità del trasporto IP dai propri data center fino ai punti di interconnessione con gli operatori di telecomunicazioni nei diversi Paesi.

Nel tempo si è pertanto creata tra OTT e Telco una situazione che è possibile definire come una *co-opetition*, in altre parole su alcuni aspetti si instaura tra i due una collaborazione, mentre da un'altra prospettiva sono in competizione tra loro. Gli OTT tendono a guardare agli operatori di rete come puri fornitori di connettività - assolutamente vitale per il loro business - e naturalmente auspicano prezzi del trasporto dati particolarmente contenuti in modo da poter sostenere il loro modello di business, raggiungendo sempre più clienti ad un costo ridotto. Inoltre, gli OTT spingono per uno sviluppo continuo delle reti di accesso moderne e innovative da parte delle Telco, in modo tale da garantire una qualità del servizio sempre più elevata. Gli operatori di rete, invece, tendono a vedere gli OTT come coloro che, con i loro nuovi servizi, hanno senza dubbio aumentato l'entità del traffico dati e le richieste di connessione alla rete ma che, al tempo stesso, traggono il massimo profitto economico dalle nuove possibilità offerte dalle reti con uno sproporzionato sbilanciamento a loro favore. Le Telco, inoltre, si sono ritrovate con alcuni OTT come nuovi concorrenti diretti che, "appoggiandosi" alla rete, offrono servizi di telecomunicazione con metodi innovativi ad un prezzo nettamente inferiore rispetto alle offerte tradizionali. Come reazione, gli operatori di telecomunicazione hanno cercato di entrare nella distribuzione dei contenuti. ma spesso, in particolare gli europei, solo su scala nazionale o quantomeno su un numero limitato di utenti, sottovalutando il fatto che un grande punto di forza che caratterizza il modello di business degli OTT è proprio l'offerta su scala globale, anziché verso una base di utenti intrinsecamente circoscritta.

Anche se risulta estremamente complicato a causa delle differenti tipologie di servizi offerti, è possibile suddividere gli OTT in due classi distinte, come viene mostrato nella Tabella 2.

	OTT «PURI»	OTT «IBRIDI»	TELCO
ATTORI TIPICI	Google*, Yahoo, Facebook, Twitter, Instagram, Youtube, Netflix	Apple, Samsung, Microsoft, IBM, Amazon, Alibaba, Ebay	AT&T, Verizon, Wind Tre, Telecom Italia, Vodafone, Deutsche telekom, Iliad
RISORSE E CARATTERISTICHE CHIAVE	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Operatori su scala globale</li> <li>• Applicazioni indifferenziate</li> <li>• Controllo degli «end point»</li> <li>• Impiego di bande molto larghe</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Distribuzione contenuti associati a prodotti hardware</li> <li>• Distribuzione di prodotti fisici su scala mondiale</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Oligopoli Locali/Nazionali</li> <li>• Livelli di qualità differenziata</li> <li>• Servizi di «customer care»</li> <li>• Controllo infrastruttura di rete</li> </ul>
VINCOLI	LIMITATI (grazie ad extraterritorialità legale/fiscale)		FORTI (Regolamentazione)
PARAMETRI ECONOMICI E FINANZIARI	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Per la maggior parte proventi indiretti (pubblicità)</li> <li>• Dinamica crescita molto alta</li> <li>• Alta generazione di cassa</li> <li>• Capacità finanziaria elevata</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Etereogeneità elevata in Ricavi, Dipendenti, Utili</li> <li>• Crescita differenziata per attività</li> <li>• Generazione cassa differenziata</li> <li>• Livelli di investimento differenziati</li> <li>• Buona capacità finanziaria</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aziende di grande dimensioni</li> <li>• Crescita limitata o negativa</li> <li>• Margini ridotti per concorrenza</li> <li>• Necessità di elevati investimenti</li> <li>• Alto indebitamento</li> <li>• Posizione finanziaria indebolita</li> </ul>

**Tabella 2:** *Classificazione degli OTT*<sup>22</sup>

Gli OTT definiti “*puri*” sono quelli che per erogare il proprio servizio sfruttano esclusivamente la rete, mentre quelli denominati “*ibridi*” sono caratterizzati dall’affiancare alla loro tradizionale attività di produzione e distribuzione di prodotti, un’attività secondaria, tipicamente OTT, per migliorare il loro *core business*.

Inoltre, si può dedurre come, tra i servizi OTT, alcuni possono essere considerati complementari rispetto a quelli offerti dalle Telco (ad esempio motori di ricerca come Google, social network come Facebook, Twitter e Instagram) e contribuiscono ad aumentarne le relative entrate, mentre altri, come già visto, sono in diretta competizione (o sostitutivi) con i servizi principali di una società di telecomunicazione (messaggistica, Voce fissa e mobile). I nuovi servizi sostitutivi della telefonia vocale sono anche noti come VoIP o VoLTE, rispettivamente per quella fissa e mobile, infatti il primo utilizza il protocollo IP, mentre l’altro sfrutta la rete ***Long Term Evolution***, conosciuta anche come 4G.

Per quanto riguarda i prodotti/servizi complementari, vista la loro importanza nella maggior parte dei settori industriali, la teoria economica suggerisce di considerare anche

<sup>22</sup> Guido Vannucchi (2015), *Internet e le dinamiche dei ruoli degli OTT (“Over The Top”) e Telco nel panorama ICT*.

tale tipologia di relazione come ulteriore forza di Porter, estendendo quindi il modello originario. In generale, a differenza dei prodotti/servizi sostitutivi, quelli complementari aumentano il valore all'interno della filiera produttiva, quindi è importante comprendere come viene distribuito. Nel mondo dei servizi di telecomunicazione, a causa della concorrenza nata dal processo di liberalizzazione, abbassando i prezzi tariffari e aumentando la pressione sull'innovazione tecnologica delle reti, la maggior parte dei benefici sono a favore degli OTT, anche per i vincoli imposti dal regolatore. Gli operatori di rete potrebbero essere relegati ad un ruolo di semplici fornitori di connettività, oppure dovrebbero puntare su altri segmenti di mercato che stanno nascendo insieme allo sviluppo di tecnologie innovative come ad esempio l'*Internet of Things* (IoT).

#### - POTENTIAL ENTRANTS

Più è facile entrare per le nuove società in un settore industriale, più la competizione sarà aggressiva e di conseguenza diminuirà la profittabilità di quella *industry*. I fattori che possono limitare la minaccia di nuovi entranti sono conosciuti come **barriere all'entrata**. In altre parole, qualsiasi svantaggio che i nuovi entranti si trovano ad affrontare rispetto ad un'impresa già presente in quel settore può essere considerato una barriera all'entrata. La dimensione e l'impatto di tale svantaggio determina l'altezza della barriera. Le stesse possono essere strutturali o istituzionali. Le prime sono presenti quando la tecnologia e la struttura dei costi sono tali da creare delle condizioni asimmetriche di concorrenza tra *incumbents* e *new entrants*, mentre le seconde non sono strutturate su aspetti economici e/o tecnologici, bensì sono basate su leggi, normative o diritti di protezione, come ad esempio le licenze e i brevetti. Le fonti principali di barriere all'entrata sono<sup>23</sup>:

- **Fabbisogno di capitale:** Può essere veramente alta quando il nuovo entrante deve investire un'elevata quantità di risorse finanziarie per competere sul mercato. Se l'investimento è troppo elevato potrebbe scoraggiare i nuovi potenziali concorrenti ad entrare in quel determinato settore;
- **Economie di scala:** Sono legate ai volumi e al costo unitario del prodotto. Tali economie di scala aumentano quando crescono i volumi, potendo così spalmare i costi fissi su più unità di prodotto, implementare la tecnologia più efficiente e contrattare termini migliori con i fornitori, riducendo di conseguenza il costo unitario. Il problema per i nuovi entranti è che, tipicamente, posseggono una bassa

---

<sup>23</sup> Robert M. Grant (2015), "Contemporary Strategy Analysis: Text and Cases Edition, 9th Edition", John Wiley & Sons.

quota di mercato e, quindi, sono costretti ad accettare uno svantaggio in termini di costo unitario. Se la scala minima efficiente è molto elevata, allora le economie di scala rappresentano una barriera all'entrata;

- **Vantaggi assoluti di costo:** Possono risultare da varie motivazioni, come ad esempio la possibilità di accedere a fonti di materie prime a basso costo, da economie di apprendimento, utilizzo di una tecnologia più avanzata oppure sussidi forniti dal governo a favore degli *incumbents*. In generale, tali vantaggi non dipendono dalla dimensione dell'impresa.
- **Differenziazione di prodotto:** In un settore industriale in cui i prodotti/servizi sono differenziati, le imprese già presenti godono di benefici legati all'affermazione del marchio (*brand recognition*) e fedeltà dei clienti (*customer loyalty*). I nuovi entranti, per accedere a tali mercati, devono investire ingentemente in pubblicità e promozione per far conoscere il loro brand (*brand awareness*);
- **Accesso ai canali distributivi:** Potrebbe risultare una barriera all'entrata nel momento in cui lo stesso risulta ostacolato dalla concorrenza o dalle competenze richieste. Un importante impatto competitivo di Internet, tramite l'e-commerce, ha permesso ai nuovi entranti di eludere le difficoltà ad accedere nella distribuzione;
- **Barriere legali e regolamentari:** Per introdursi in alcune *industry*, come ad esempio nelle telecomunicazioni o nel settore bancario, è richiesta una licenza concessa da un'autorità pubblica. Ciò rappresenta un notevole ostacolo per coloro che vogliono entrare in tali settori. Un ulteriore esempio sono i brevetti, i quali proteggono la proprietà intellettuale da potenziali imitatori, ma non sempre sono sufficienti ad evitare l'entrata di nuovi concorrenti. Inoltre, i requisiti regolamentari, ambientali e gli *standard* di sicurezza spesso rappresentano una barriera per i nuovi entranti, poiché i costi di conformità tendono ad essere più ingenti su questi ultimi.
- **“Retaliation”:** È il comportamento anticoncorrenziale tenuto dagli *incumbents*, che può manifestarsi in un taglio aggressivo dei prezzi (prezzi predatori), incremento della pubblicità o vendite promozionali. Per evitare la “*retaliation*”, spesso, i nuovi entranti iniziano con una scala ridotta in segmenti di mercato marginali (nicchie di mercato);
- **Switching Costs:** Potrebbe rappresentare una barriera all'entrata quando i clienti finali devono sostenere delle spese elevate per cambiare un fornitore di un certo bene e/o servizio.

La barriera all'entrata più alta, spesso, per un potenziale nuovo entrante nel settore industriale dei servizi di telecomunicazione è l'investimento iniziale. Una nuova società, infatti, necessita di un'infrastruttura per erogare i propri servizi, ma è impensabile che un nuovo operatore possieda una rete estesa e distribuita geograficamente sul territorio interessato. Di conseguenza, almeno all'inizio, il nuovo entrante necessiterà delle infrastrutture esistenti, pagando una *fee* in base all'utilizzo ai proprietari delle stesse. Ottenere l'accesso alle infrastrutture non è così semplice, in quanto bisogna instaurare relazioni commerciali con gli operatori già presenti e di grandi dimensioni. Ciò potrebbe comportare per un'azienda medio-piccola delle difficoltà a garantire le richieste degli *incumbents*, come ad esempio una relazione di lungo termine o alti volumi. Oltre il fabbisogno di capitale, è veramente complesso accedere al canale distributivo, anche per le competenze richieste per gestire l'infrastruttura. Tali barriere sono parzialmente attenuate all'interno del segmento mobile, in quanto è possibile entrare come operatore completamente **virtuale**, in altre parole senza possedere alcuna attrezzatura di rete. In tal modo risulta estremamente ridotta la necessità di capitale per l'investimento iniziale e le competenze richieste per entrare, anche se si ha l'esigenza di un accordo commerciale con un operatore dotato di un'infrastruttura capillare. Nel paragrafo seguente verranno indicati i principali ***Mobile Virtual Network Operators*** presenti in Italia.

Un ulteriore fattore da considerare per tale settore industriale sono le relazioni che sorgono tra le grandi società. Infatti, ognuna di esse può offrire più collegamenti tra due destinazioni geografiche con un elevato livello di qualità di trasmissione, il che potrebbe interessare ad un'altra impresa e viceversa. Tale reciproco interesse rappresenta la base per stabilire degli accordi bilaterali, denominati SWAPS, in cui le società concordano dei prezzi speciali (inferiori a quelli normali) per i percorsi interessati, impegnandosi per un determinato volume di traffico voce e dati. Un nuovo operatore, almeno all'inizio, non può offrire nulla in cambio, quindi non potrà ottenere nessun accordo. Ciò genera dei vantaggi per gli *incumbents*.

Le barriere politiche e legali presenti nell'*industry* delle telecomunicazioni sono estremamente elevate: gli operatori di rete sono sottoposti ad una stretta regolamentazione, dovendo assicurare, ad esempio, un livello minimo di qualità del servizio e un limite massimo ai prezzi imposti al mercato. Inoltre, è necessaria una licenza o autorizzazione per entrare nel mercato ed essa deve essere approvata dal governo, ad esempio in Italia l'ente responsabile è il *Ministero dello Sviluppo Economico* (MiSE). Un tassello aggiuntivo, anche

se i monopoli controllati dai governi sono scomparsi nella maggior parte dei Paesi, potrebbe essere rappresentato da una quota elevata posseduta dallo Stato del pacchetto azionario di un operatore telco. Ciò potrebbe rappresentare un ulteriore ostacolo per i nuovi entranti, in quanto ai governi risulta conveniente effettuare lobbying e agire, quindi, a favore delle prestazioni degli *incumbents*.

Le economie di scala, le possibilità di differenziazione del servizio erogato e i costi di *switching*, generalmente, in tale settore non rappresentano un ostacolo. Per quanto riguarda la prima, dopo aver costruito l'infrastruttura non esistono curve che mostrano come all'aumentare dei volumi diminuiscano i costi unitari. I servizi offerti dalle società di telecomunicazioni consistono esclusivamente in un flusso di segnali digitali o elettrici. Per la stessa identica ragione, risulta estremamente complesso differenziare il servizio erogato rispetto ai concorrenti. Gli unici elementi su cui si può, almeno un minimo, distinguersi è la qualità del servizio erogato e ciò che viene inserito all'interno dei bundle offerti (esempio nella telefonia mobile: quantità di SMS/MMS, traffico di voce, dati e servizi aggiuntivi), anche se in quest'ultimo caso solitamente gli operatori tendono ad uniformare le proprie offerte. L'unico fattore realmente differenziante è il prezzo, a parità di altri fattori. Questo può essere quasi considerato una limitazione e una barriera di accesso al settore: le imprese sono in competizione per gli stessi servizi senza alcuna nicchia di mercato e l'unico elemento su cui è possibile differenziare è il prezzo. Una conseguenza della bassa possibilità di differenziazione è che la lealtà dei clienti finali non è molto alta: i servizi offerti sono praticamente identici e grazie alla portabilità, i clienti possono facilmente passare da un operatore all'altro, mantenendo lo stesso numero di telefono e con costi di transizione trascurabili o nulli. Nonostante questo, gli operatori hanno cercato di aumentare la fedeltà della propria *customer-base* tramite molteplici iniziative, come ad esempio l'inserimento in bundle ad un prezzo molto conveniente di telefono cellulari con SIM di un operatore inclusa con un contratto annesso, che lega il cliente all'operatore per un certo numero di anni e ad un determinato canone mensile. Si è cercato di raggiungere lo stesso obiettivo permettendo ai clienti di raccogliere punti virtuali di fedeltà che possono essere scambiati con sconti sulle tariffe applicate o sugli abbonamenti attivi. Un ulteriore esempio tipico del mercato della telefonia fissa riguarda la modalità con cui viene attivata una connessione Wi-Fi, tramite l'inserimento nei termini contrattuali di un periodo minimo in cui la rescissione comporta il pagamento di una penale, tipicamente dai 12 ai 24 mesi, generando un effetto *lock-in* sul cliente.

## - **INDUSTRY COMPETITORS**

In molti settori industriali, il determinante principale dell'intensità della competizione e del livello generale di profittabilità è la rivalità tra le imprese presenti all'interno della *industry*. Un'elevata concorrenza si traduce in possibilità minori di realizzare ricavi e viceversa. In alcuni settori industriali, le imprese competono aggressivamente sui prezzi, può anche accadere che scendono sotto il livello dei costi, causando delle perdite, per ottenere magari un obiettivo diverso dal massimo profitto. In altre *industry*, invece, non è il prezzo il fattore principale su cui si compete, ma la rivalità è focalizzata anche su altre dimensioni, come ad esempio l'advertising (Booking, Tripadvisor, Trivago), l'innovazione e la qualità. Vi possono essere molteplici ragioni per cui la concorrenza è alta: *una concentrazione bassa del mercato; un elevato numero di competitors; un basso tasso di crescita della domanda; eccessiva capacità di produzione*, che implica il disallineamento tra domanda e offerta; *diversità dei concorrenti con strategie differenti*, poco chiare e indefinite; *elevati interessi strategici*, se una determinata *industry* rappresenta un elemento *core* per gli *incumbents*, allora la competizione sarà elevata; *stagionalità e irregolarità della domanda; eccessive barriere all'uscita*, costringendo le imprese a competere più aggressivamente pur di essere presente su quel mercato; *struttura dei costi*, quando i costi fissi sono superiori a quelli variabili e vi è una situazione di eccesso di capacità, le società abbassano i prezzi fino a coprire almeno i costi variabili; *economie di scala*, le stesse possono incoraggiare le imprese a competere fortemente sui prezzi per ottenere dei benefici sui costi dovuti all'incremento dei volumi<sup>24</sup>.

La concentrazione di un mercato indica il grado di accentrimento della produzione o dei ricavi di un determinato settore industriale. Gli indicatori più utilizzati in economia sono due<sup>25</sup>:

- **Indice di concentrazione delle quattro imprese** (*four-firm concentration ratio - CR4 ratio*);
- **Indice di Herfindahl-Hirschman (HHI)**.

Il primo è uguale alla somma delle quote di mercato (fatturato impresa/fatturato mercato) delle quattro aziende più grandi. Questo indice è compreso in un intervallo tra 0 e 1 (in forma percentuale tra 0% e 100%), in cui un valore basso indica poca concentrazione e

---

<sup>24</sup> Robert M. Grant (2015), "Contemporary Strategy Analysis: Text and Cases Edition, 9th Edition", John Wiley & Sons.

<sup>25</sup> <https://www.borsaitaliana.it/notizie/sotto-la-lente/indici-concentrazione-settore.htm>

viceversa. L'estremo inferiore rappresenta la condizione di concorrenza perfetta, mentre quello superiore di monopolio.

$$CR4 = (Ricavi A + Ricavi B + Ricavi C + Ricavi D) / Ricavi S$$

Con A, B, C, D che indicano le 4 società più grandi e con S riferito al settore

L'indice di Herfindahl-Hirschman, invece, viene ottenuto dalla sommatoria delle quote di mercato delle imprese del settore al quadrato.

$$HHI = \sum (Q_i)^2$$

Dove Q indica la quota di mercato dell'impresa i (valore compreso tra 0 e 100)

Valori bassi dell'indice (inferiori ai 1.000 punti) indicano un settore molto competitivo. Se l'indice è compreso tra i 1.000 e i 1.800 punti il comparto viene definito moderatamente competitivo. Sopra i 1.800 punti nel settore c'è poca competizione. Un indice pari a 10.000 punti significa monopolio.

Le barriere all'uscita sono i costi associati alla decisione di lasciare una *industry* e la loro presenza è influenzata dai seguenti fattori<sup>26</sup>:

- **Risorse altamente specializzate** che, quindi, non possono essere riutilizzate e adattate per un altro settore industriale;
- **Cancellazione di contratti e accordi;**
- **Sinergie strategiche:** quando una società ha la necessità di essere presente in una determinata *industry*, ad esempio, per implicazioni strategiche legate al brand;
- **Restrizioni sociali, politiche o sindacali;**
- **Barriere emotive.**

Nel settore industriale delle telecomunicazioni, la rivalità tra le imprese è veramente alta, anche se, nella maggior parte delle Nazioni, il numero di operatori di rete non è estremamente elevato e, spesso, il mercato presenta un indice di concentrazione notevole. La presenza di una spiccata concorrenza è dovuta ad altri fattori. Il primo tra tutti è lo sbilanciamento tra costi fissi e variabili, in quanto quest'ultimi rappresentano una minima parte del totale, soprattutto nella fase iniziale di creazione dell'infrastruttura. Un ulteriore determinante della notevole competitività è la scarsa possibilità di differenziare i propri

---

<sup>26</sup> Robert M. Grant (2015), "Contemporary Strategy Analysis: Text and Cases Edition, 9th Edition", John Wiley & Sons.

servizi rispetto la concorrenza. Inoltre, le barriere all'uscita sono anch'esse alte: sia gli *asset* industriali sia le competenze sviluppate come operatore telco sono specifiche e, dunque, difficilmente convertibili e adattabili ad altri modelli di business in una *industry* differente. Oltre a ciò, la capacità di un operatore è praticamente illimitata, come nel settore dell'energia, di conseguenza il volume della domanda, anche se aumenta, non diminuisce il livello concorrenziale tra gli *incumbents*.

#### - SUPPLIERS

Il potere contrattuale tra azienda e fornitori è sbilanciato a favore di questi ultimi, se sono presenti alcune delle seguenti condizioni: *la concentrazione nel settore industriale del fornitore è superiore rispetto a quella dell'azienda considerata; non esistono prodotti sostitutivi; i fornitori sono presenti anche in altri mercati più profittevoli; capacità del fornitore di integrarsi verticalmente a valle*, divenendo egli stesso un diretto concorrente; *alti costi di switching* a causa ad esempio delle specificità delle risorse fornite, mentre il fornitore sarebbe svantaggiato nella contrattazione se è dotato di *particolari asset non riutilizzabili per altri prodotti*. In tale relazione, quindi, si potrebbe incorrere nel problema di *hold-up* di una delle due parti, generandosi degli effetti di *lock-in* a seconda della tipologia di bene scambiato e delle risorse necessarie a produrlo<sup>27</sup>.

Per un operatore presente nel settore delle telecomunicazioni vi sono tre principali categorie di fornitori, esse sono: *i Network Element Providers, gli altri operatori Telco e i fornitori di energia*.

Le aziende che si occupano di telecomunicazioni effettuano investimenti annuali sul miglioramento, l'aggiornamento e l'espansione delle loro reti: ciò viene fatto con l'aiuto di fornitori, che forniscono le attrezzature, la forza lavoro e le competenze adatte per rendere più efficiente ed ampliare la rete. I prodotti ed i servizi richiesti ai *Network Element Providers* sono piuttosto specifici e strategicamente fondamentali per il business degli operatori telco. Inoltre, i costi di *switching* potrebbero essere elevati, in quanto prodotti leggermente diversi potrebbero compromettere la compatibilità con la rete esistente. Di conseguenza, è possibile considerare che il potere contrattuale esercitato da tali fornitori è notevole.

---

<sup>27</sup> Robert M. Grant (2015), "Contemporary Strategy Analysis: Text and Cases Edition, 9th Edition", John Wiley & Sons.

In secondo luogo, un operatore telco può instaurare degli accordi commerciali con gli altri *incumbents* per l'accesso e l'utilizzo di percorsi di comunicazione. In generale, il potere contrattuale dipende dalle dimensioni del fornitore, in quanto se dispone già di una rete capillare potrebbe non essere interessato ad accordarsi con altri competitors. Inoltre, per quanto riguarda la telefonia mobile, sempre più frequentemente gli operatori stipulano degli accordi di roaming internazionali, in modo tale da consentire alla propria di clientela di usufruire degli stessi servizi anche al di fuori dei confini nazionali. In tal caso, se vi è un reciproco interesse, l'accordo potrebbe essere un vero e proprio scambio di accessi ai rispettivi Paesi, bilanciando il traffico in eccesso con un conguaglio economico. Risulterebbe, invece, molto più complesso stipulare un contratto se solo una delle due parti mostra questa intenzione.

Le società del settore delle telecomunicazioni, spesso, stabiliscono relazioni di lungo termine con i fornitori di energia elettrica, visto il notevole consumo dell'infrastruttura, dovuto alla trasmissione dei segnali, alla conversione AC/DC (corrente alternata-continua) e DC/DC (continua-continua), ai sistemi di raffreddamento e alle perdite di alimentazione. Il potere di contrattazione del fornitore, in questo caso, risulta relativamente basso poiché i costi di *switching* per l'operatore telco non sono elevati e i servizi erogati sono praticamente indifferenziati (omogenei): il prezzo è l'unica determinante fondamentale. Recentemente, tra questi attori, spesso, si instaurano delle *partnership*, in modo tale da abilitare delle innovazioni che consentono l'erogazione di nuovi servizi oppure per ridurre il consumo energetico, visto il notevole interesse sia ambientale che economico. Ad esempio, utilizzare l'infrastruttura esistente per le *public utilities* riduce notevolmente i costi per la costruzione della rete in fibra ottica. In molti Paesi europei, come l'Italia, la Norvegia, l'Irlanda e la Romania, le società fornitrici di energia hanno autorizzato l'accesso alle proprie infrastrutture per l'installazione della nuova rete oppure è stata implementata direttamente da loro, o in altri casi, invece, si sono formate delle *joint venture*.

Caso particolare nella telefonia mobile sono gli MVNO, i quali si suddividono in due categorie principali: *Full MVNO* ed *Enhanced Service Provider (ESP) MVNO*. Entrambi necessitano esclusivamente di un operatore telco per erogare i propri servizi, anche se i *Full MVNO*, a differenza degli *ESP MVNO*, si producono in maniera autonoma le SIM, non obbligandoli a dover cambiare le SIM dell'intera *customer base* in caso di variazione negli accordi di roaming. In questo modo, il *Full MVNO* potrà negoziare un nuovo accordo con l'operatore di rete più conveniente in qualsiasi momento, senza creare disagi ai propri clienti

(che non dovranno sostituire la propria SIM) o, addirittura, come avvenuto ad esempio in Francia con NRJ Mobile, avere accordi con due o più operatori contemporaneamente<sup>28</sup>. Dunque, gli operatori di rete non riescono ad esercitare un forte potere durante la contrattazione con un *Full MVNO*, mentre con gli *ESP MVNO* riescono a generare degli effetti *lock-in*. Inoltre, il *Full MVNO* può stipulare in maniera indipendente degli accordi di roaming internazionale, mentre *ESP MVNO* sfrutta quelli dell'operatore di rete, riducendo ulteriormente la sua libertà rispetto al fornitore.

## - BUYERS

Le imprese in una *industry*, oltre alle relazioni instaurate con i loro fornitori per le materie prime e i componenti, si interfacciano anche a valle con i loro clienti, o come vengono definiti da Porter: *buyers*. Con tale termine non si indicano solo i consumatori finali del prodotto e/o servizio, ma possono essere anche distributori o altri produttori, quindi sia il mercato B2C che B2B. L'abilità dell'acquirente di far scendere i prezzi dipende da due determinanti principali, che a loro volta possono essere generate da molteplici fattori. Esse sono<sup>29</sup>:

- **La sensibilità al prezzo del cliente:**

- *Maggiore è l'impatto del prezzo del bene sui costi totali, più elevata sarà la sensibilità dell'acquirente (es: i produttori di bevande sono altamente sensibili ai costi delle lattine in alluminio, in quanto hanno un peso rilevante sui costi);*
- *Meno i prodotti e/o servizi sono differenziati, maggiore sarà la disponibilità del cliente a cambiare fornitore in base al prezzo, in altre parole vi sono bassi costi di switching per l'acquirente;*
- *Maggiore è la competizione nel settore industriale dei compratori, più elevata sarà la pressione esercitata per ottenere riduzione di prezzi e sconti (es: nel mercato automobilistico, dopo l'intensificarsi della concorrenza, i fornitori di componentistica sono stati sollecitati a ridurre i prezzi);*
- *Maggiore è l'impatto sulla qualità del prodotto dell'acquirente, minore sarà la sensibilità a modifiche di prezzo, in altre parole la domanda è più rigida vista l'importanza del bene fornito (es: i microprocessori come ad esempio*

---

<sup>28</sup> <https://www.mvnonews.com/cose-un-full-mvno/>

<sup>29</sup> Robert M. Grant (2015), "Contemporary Strategy Analysis: Text and Cases Edition, 9th Edition", John Wiley & Sons.

Intel e AMD sono un componente vitale per un PC, dunque i produttori di computer sono più inelastici al prezzo).

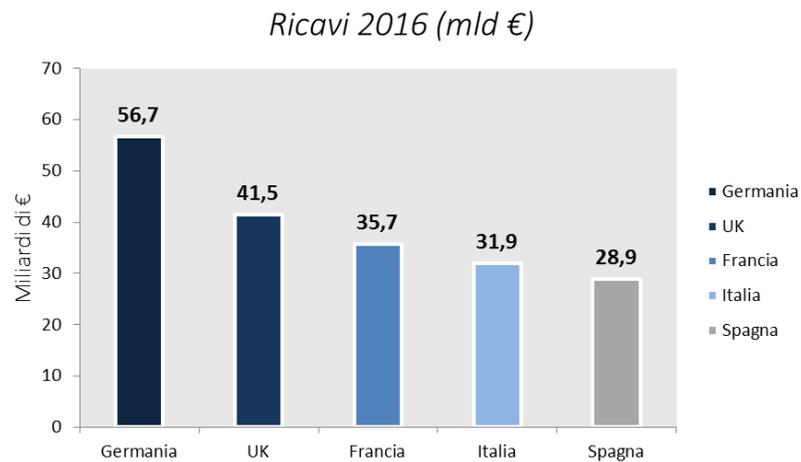
- Il **potere di contrattazione**, l'aspetto chiave è legato ai costi in cui ogni parte potrebbe incorrere nell'eventualità in cui la contro-parte rinunciasse all'accordo:
  - *Dimensione e concentrazione degli acquirenti*. Minore è il numero di clienti e più ingenti sono i loro acquisti, maggiore sarà il costo di perderne uno. Studi empirici, infatti, mostrano che la concentrazione degli acquirenti diminuisce i prezzi e i profitti nella *industry* a monte;
  - *Informazioni a disposizione del cliente*. Più gli acquirenti sono a conoscenza dei fornitori, dei loro costi e dei loro margini, migliore sarà la loro abilità nella contrattazione;
  - *Capacità di integrazione verticale*. Rappresenta un'alternativa al contratto o all'accordo, il cliente si integra a monte producendo egli stesso il bene. Può anche essere utilizzata come minaccia per esercitare potere contrattuale e ottenere, quindi, delle condizioni migliori;

Nel settore industriale delle telecomunicazioni, i clienti *consumer* risultano molto sensibili al prezzo a fronte di un livello di servizio affidabile, in quanto, come già visto, vi è una minima marginalità nel differenziare i servizi erogati. La variabile fondamentale è il prezzo. Inoltre, nella maggior parte dei casi, i costi di *switching* sono nulli o trascurabili, quindi ne deriva un elevato potere contrattuale per i consumatori.

Come già descritto nella parte inerente i fornitori, le società telco possono accordarsi per condividere percorsi di comunicazione. Il cliente, come accade per il fornitore, gode di un potere di contrattazione elevato se è di dimensione elevate e possiede già una rete capillare. Si dimostra, invece, inelastico al prezzo se il percorso in questione incide notevolmente sulla qualità del servizio fornito. Le riflessioni viste per il caso particolare degli MVNO possono essere ribaltate nell'ottica del cliente, che nell'eventualità in cui sia un *Full* MVNO esercita un potere di contrattazione superiore rispetto ad un ESP MVNO, anche per una maggiore capacità di integrarsi verticalmente oltre che per i minori costi di *switching*.

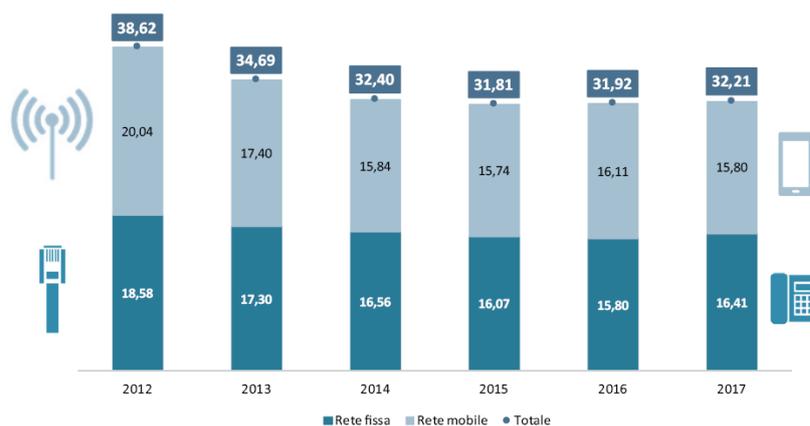
## 2.4 Contesto in Italia

L'Italia rappresenta il quarto mercato nei servizi di telecomunicazioni in Europa, dove il primo è la Germania, seguita da UK e Francia, mentre la Spagna occupa il quinto posto. La figura sottostante mostra i ricavi del 2016 della *telco industry* nei rispettivi Paesi.



**Figura 2.4.1:** Fatturato nel mercato delle telecomunicazioni dei primi cinque Paesi europei<sup>30</sup>

Il settore delle telecomunicazioni in Italia, a partire dal 2006 fino al 2015, ha subito una continua contrazione. Tale trend negativo, come viene esposto in figura 2.4.2, si inverte nel 2016, con una minima variazione positiva rispetto all'anno precedente (+0,35%), mantenendo un andamento favorevole nel 2017 (+0,91% rispetto al 2016).



**Figura 2.4.2:** Telecomunicazioni fisse e mobili: ricavi complessivi in Italia (miliardi di €)  
(AGCOM)

<sup>30</sup> Focus sui principali operatori delle telecomunicazioni 2012-2016 e primi nove mesi 2017, R&S-Mediobanca.

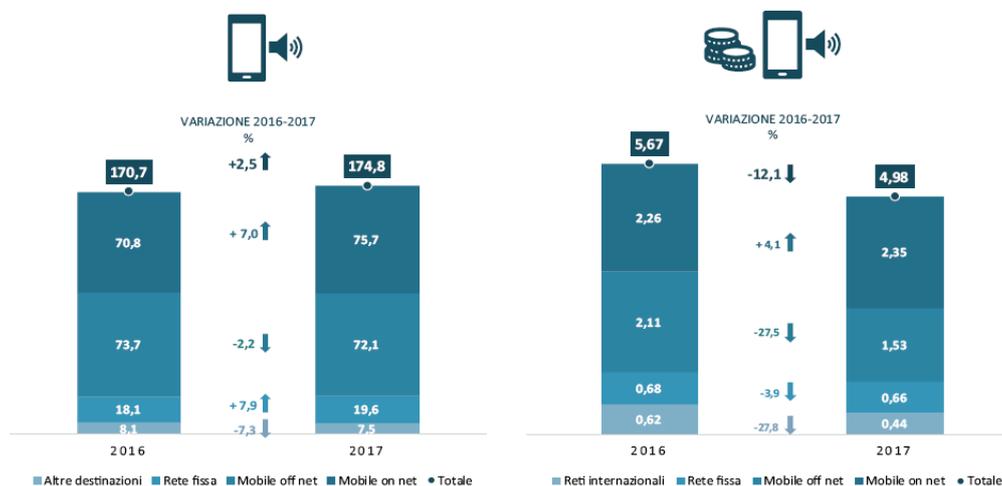
La crescita del mercato delle telecomunicazioni nel 2017 è dovuta essenzialmente all'accelerazione registrata nella diffusione degli accessi *broadband* e *ultrabroadband* da rete fissa. L'incremento (+3,8%) dei ricavi nei servizi di rete fissa compensa la riduzione registrata per i servizi di rete mobile (-1,9%) da attribuirsi principalmente alla *guerra di prezzo*, scaturita dall'intensificarsi della concorrenza. L'unica variazione positiva nel segmento mobile è localizzata nel 2016, dovuta principalmente ad un incremento di ricavi derivanti dai servizi **dati**, dalla maggiore adozione di bundle con i dispositivi di nuova generazione (*smartphone, tablet, etc.*) e una contrazione contenuta dei ricavi provenienti dai servizi tradizionali. Di seguito sono effettuate delle analisi di maggior dettaglio per entrambi i segmenti, individuando le cause degli scostamenti registrati.

#### - *Segmento Mobile*

Il mercato dei servizi di telecomunicazione da rete mobile negli ultimi anni è stato caratterizzato da profondi mutamenti correlati in particolare all'attività dell'Autorità regolatrice, alla continua pressione concorrenziale sui prezzi, nonché all'evoluzione delle modalità di consumo, con particolare riferimento all'utilizzo dei "*social*" e dei servizi disponibili *online*. Una delle decisioni dell'Autorità maggiormente impattanti sul settore è stata l'autorizzazione alla prima fusione di due operatori mobili, formalizzata nel dicembre 2016 tra **Wind** e **Tre**. Il permesso a procedere è stato concesso previo l'impegno delle due parti nei confronti della Commissione europea a supportare l'ingresso sul mercato del quarto operatore mobile dotato di infrastruttura: **Iliad**, avvenuto definitivamente nel maggio 2018. Inoltre, l'Autorità, nel settembre 2015, ha stabilito tariffe di terminazione pari a 0,98 centesimi di euro al minuto per tutti gli operatori. Di conseguenza, la pressione competitiva, soprattutto sul prezzo, è aumentata notevolmente nell'ultimo periodo ed è destinata ad avere un trend crescente nei prossimi anni. Le previsioni, infatti, sul valore stimato del mercato italiano di telefonia mobile nel 2018 è di circa 13 miliardi di euro, in ulteriore discesa rispetto agli ultimi due anni. Le cause del continuo trend negativo, con l'eccezione del 2016, sono da ricercarsi nella continua diminuzione dei ricavi derivanti dai servizi tradizionali, sia voce che SMS.

Per quanto riguarda i servizi voce, i volumi (miliardi di minuti) nel 2017 sono aumentati del 2,5% rispetto all'anno precedente. Come viene illustrato dal grafico a sinistra della figura 2.4.3, si evince che a crescere sono, sostanzialmente, le chiamate verso rete fissa e quelle *on net* (sulla propria rete), a testimonianza della progressiva diffusione di offerte integrate (convergenza) fisso-mobile. I minuti di traffico *off-net* (sulle reti di altri operatori)

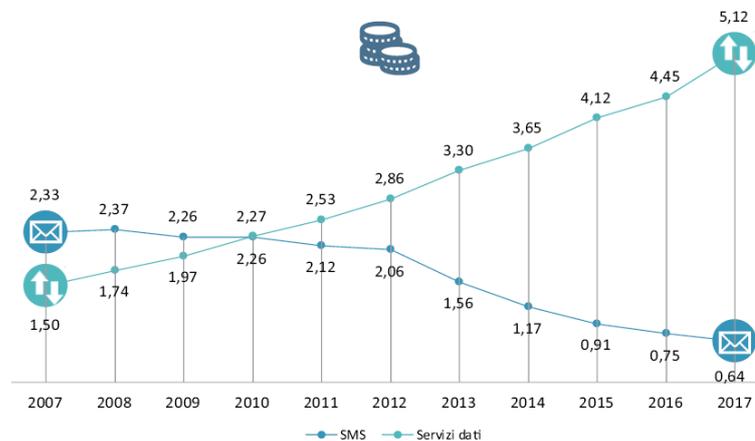
subiscono una leggera flessione, anche se negli anni precedenti a seguito della riduzione dei prezzi di terminazione imposta dall’Autorità, che ha incoraggiato le comunicazioni inter-operatore, aumentarono di poco meno del 11% (2015-2016). I servizi voce su rete internazionale (“altre destinazioni”), invece, subiscono la variazione percentuale negativa più consistente, particolarmente penalizzati dalla progressiva diffusione di servizi alternativi *online*, come ad esempio: *Skype*, *WhatsApp*, *Viber*, *Messenger* di *Facebook*. Essi, infatti, permettono di effettuare anche video-chiamate, nella maggior parte dei casi in maniera gratuita anche oltre i confini nazionali, sfruttando esclusivamente una connessione internet veloce (***broadband o ultrabroadband***). Situazione diversa si verifica, invece, nei ricavi nel segmento del servizio voce, come viene illustrato nel grafico a destra della medesima figura. Infatti, gli stessi assumono un valore inferiore rispetto al 2016, registrando un decremento di circa il 12%. Ciò è dovuto, come già introdotto precedentemente, dalla maggiore spinta competitiva e dall’utilizzo sempre più diffuso dei servizi innovativi erogati dagli OTT, denominati in questo mercato **m-VoIP** (*mobile Voice over IP*) o **VoLTE** (*Voice over LTE*). Risulta interessante notare come i ricavi *off-net* subiscono un decremento consistente, dovuto anche alla diminuzione del numero di operatori nel mercato mobile, a seguito della prima fusione di due brand in tale segmento, unificando le proprie reti, oltre che per il degradamento del livello dei prezzi e per la riduzione dei volumi di tale categoria.



**Figura 2.4.3:** Volumi e ricavi nel segmento mobile per il servizio voce (AGCOM)

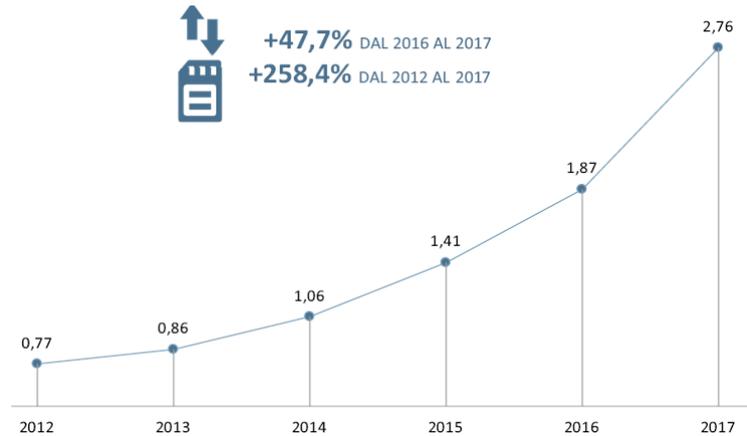
L’uso del servizio SMS ha seguito una dinamica negativa, come già accaduto negli anni precedenti al 2017, subendo una flessione media annuale dei volumi di più del 30%. L’espansione di piattaforme di messaggistiche alternative *online* ha determinato la quasi estinzione degli SMS, determinando anche un cambiamento sociale nel comportamento del

consumatore medio. Infatti, tali applicazioni e/o servizi forniti da alcune aziende OTT consentono una comunicazione in tempo reale, la possibilità di condividere immagini, video, GIF e presentano maggiori funzionalità, come ad esempio creare gruppi o l'utilizzo anche da altri dispositivi. Tutto ad un costo iniziale molto contenuto o, nella maggior parte dei casi, in maniera totalmente gratuita per il consumatore. Unico requisito fondamentale è quello di avere una connessione Internet, fissa o mobile a seconda dei casi d'uso. Come già introdotto in termini generali, tra gli OTT e gli operatori di rete si genera, molto spesso, una sorta di *co-opetition*, in cui da un lato sono in concorrenza, ma in altre situazioni può essere considerata una collaborazione, in cui gli OTT generano la necessità e l'esigenza di un servizio fornito dalle società telco. Nel segmento mobile, oramai, i principali bundle degli operatori italiani (e non solo) non sono più caratterizzati dalla presenza di SMS, sostituiti da una quantità sempre maggiore di *giga*, in altre parole servizio *dati*. La figura 2.4.4 conferma la costante crescita dei ricavi derivanti dal servizio dati, mentre la messaggistica classica presenta un trend negativo, ricoprendo un ruolo sempre più marginale per le società presenti in tale segmento. Mentre nel 2007 gli introiti da SMS rappresentavano oltre il 60% del totale, a partire dal 2010 sono stati superati da quelli da accesso a Internet e il divario si è progressivamente ampliato, con il 2017 che vede i servizi di messaggistica tradizionale rappresentare oramai poco più del 11% del totale.



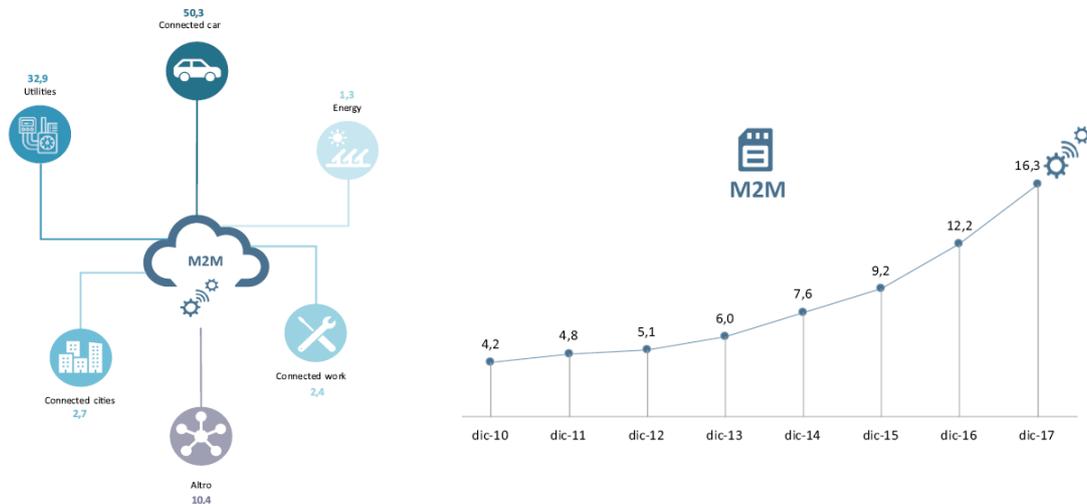
**Figura 2.4.4:** Andamento dei ricavi derivanti dal servizio (AGCOM)

A testimonianza di quanto affermato, si riportano nella figura 2.4.5 i volumi mensili medi di consumo di gigabyte in Italia. I dati esprimono la nuova richiesta del lato domanda del mercato: in cinque anni (dal 2012 al 2017) il consumo giornaliero è quasi quadruplicato (moltiplicatore di poco superiore al 3,5X). Inoltre, si prevede che i tassi di crescita saranno sempre più cospicui nei prossimi anni.



**Figura 2.4.5:** Volume di consumo giornaliero di Gb/mese (AGCOM)

Un ulteriore fenomeno interessante, sviluppatosi negli ultimi anni in Italia, è la sempre maggiore adozione di **SIM M2M** (*Machine-To-Machine*) in settori diversi, offrendo agli operatori di rete dei modelli di business alternativi oppure la possibilità di instaurare delle *partnership* innovative. Ciò è dovuto al crescente interesse in tema di **IoT** (*Internet of Things*), che permette l'interconnessione e la comunicazione tra più dispositivi.



**Figura 2.4.6:** Settori di applicazione delle SIM M2M e trend dei volumi (milioni) (AGCOM)

Ulteriore aspetto di grande interesse per comprendere le dinamiche del segmento in questione è l'andamento dei ricavi medi (c.d. **ARPU**). Nel mobile, gli ARPU per SIM<sup>31</sup> e per utente rimangono nel complesso sostanzialmente stabili, rispettivamente intorno ai 160 e 270 €/anno<sup>32</sup>. Osservando la composizione degli introiti, emerge come per la prima volta

<sup>31</sup> Escludendo le SIM M2M.

<sup>32</sup> L'ARPU per SIM è inferiore a quello per utente, in quanto alcuni consumatori possiedono più di una SIM.

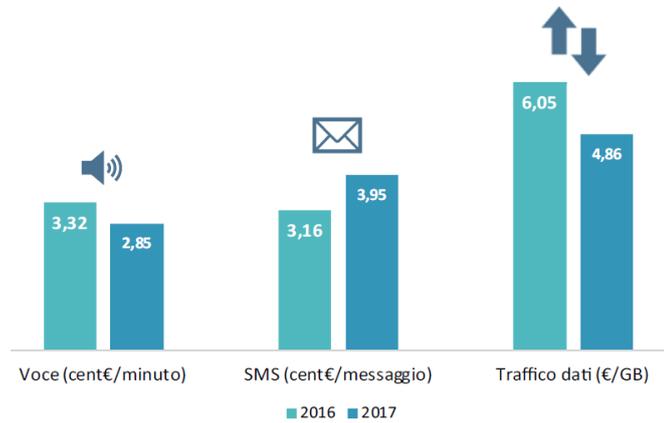
nella telefonia mobile la spesa in servizi dati<sup>33</sup> risulti maggiore di quella del segmento voce, arrivando a superare il 40% della spesa complessiva.



**Figura 2.4.7:** ARPU (Average Revenue Per Unit) per SIM e per utente (AGCOM)

La composizione dei ricavi unitari per tipologia di servizio è naturalmente funzione degli andamenti relativi ai ricavi e ai volumi totali. In particolare, i ricavi unitari registrano una contrazione del 14,2% per i servizi voce e del 19,6% per i servizi di accesso e connessione ad Internet. Con riferimento agli introiti unitari degli SMS si osserva invece una significativa crescita (+24,8%). Tale risultato sembra confermare una strategia delle imprese volta a gestire la strutturale riduzione dei volumi di un servizio utilizzato in prevalenza da una clientela con ridotti volumi di consumo, poco incline all'adozione dei nuovi servizi e, pertanto, con una ridotta percezione delle variazioni di prezzo unitario. Gli SMS, ad oggi, sono ancora utilizzati per le comunicazioni B2C (ossia per le comunicazioni che le imprese, come ad esempio nel settore bancario, inviano alla propria clientela), vista la necessità di raggiungere il consumatore indipendentemente dall'accesso ad Internet.

<sup>33</sup> Vengono considerati anche i ricavi da SMS, ma in base a quanto affermato precedentemente è facile intuire che tale evento è dovuto all'accesso e alla connessione ad Internet



**Figura 2.4.8:** Ricavi unitari nei rispettivi segmenti (AGCOM)

**- Segmento Fisso**

L'andamento negativo degli ultimi anni della telefonia fissa in Italia è stato invertito nel 2017, in cui si è verificata una variazione positiva del 5,4% nei ricavi *retail*, in altre parole al netto dei servizi intermedi. La figura 2.4.9 illustra i trend delle categorie di servizio del segmento fisso, in cui si può notare la continua contrazione subita dagli introiti derivanti dai servizi vocali, mentre quelli correlati ai dati seguono un andamento positivo, con una crescita vicina al 11%, in notevole accelerazione rispetto a quanto registrato nel 2016 (+3,8%). Ulteriore aspetto da evidenziare è l'aumento della categoria *altro*, in cui sono inclusi i ricavi da vendita/noleggio di apparati, terminali e accessori e altre tipologie non espressamente considerate in precedenza.



**Figura 2.4.9:** Ricavi retail delle categorie del segmento fisso (miliardi di €) (AGCOM)

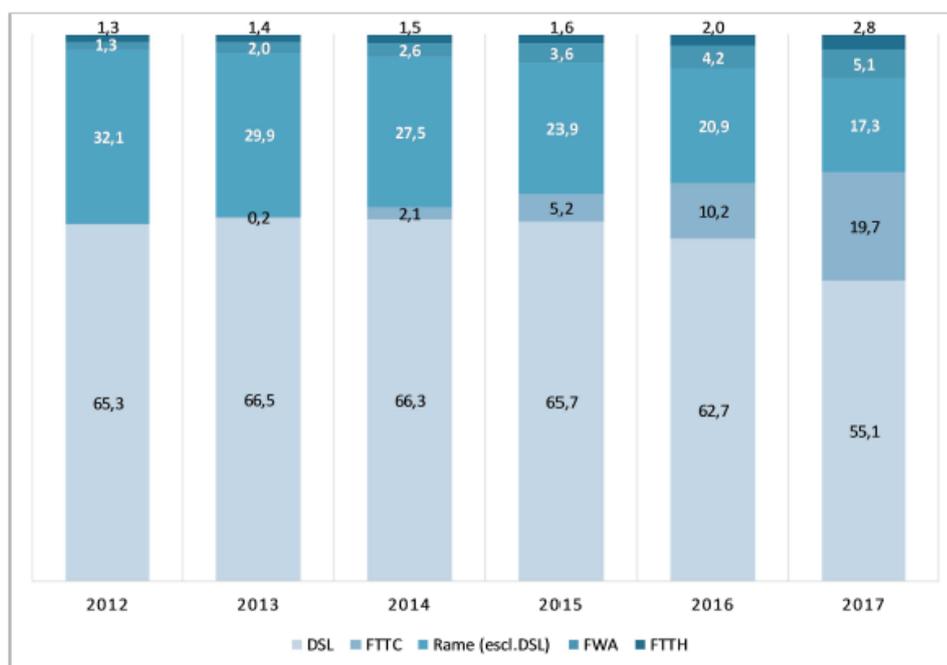
Tale dinamica è riconducibile al numero maggiore di abbonamenti *broadband* e *ultra-broadband* su rete fissa, i quali forniscono prestazioni più elevate, per le quali il mercato è disposto a riconoscere un *premium price*. Si evidenzia, infatti, in figura 2.4.10 come il peso degli accessi con velocità pari o superiore a 30 Mbit/s sia quasi raddoppiato, mentre sono diminuiti in misura rilevante gli abbonamenti correlati a prestazioni inferiori.

	2016	2017	Diff. p.p.
<b>Volimi medi annui</b>			
< 10 Mbit/s	55,7	38,6	-17,1
≥ 10 e <30 Mbit/s	32,6	40,0	7,4
≥ 30 Mbit/s	11,7	21,3	9,4
<b>Totale</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	
<b>Ricavi</b>			
< 10 Mbit/s	45,5	25,5	-20,0
≥ 10 e <30 Mbit/s	35,1	43,1	8,0
≥ 30 Mbit/s	19,4	31,4	12,0
<b>Totale</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	

**Figura 2.4.10:** Dati percentuali della rete fissa in base alle prestazioni di velocità (AGCOM)

L'Autorità per le garanzie delle comunicazioni (AGCOM) conseguentemente stima che i ricavi medi mensili per i collegamenti a banda larga siano compresi tra i 18,8 euro dei servizi con prestazioni inferiori a 10 Mbit/s e i 42 euro per i collegamenti con velocità superiore a 30 Mbit/s, per un valor medio pari a 28,4 €/mese, in aumento del 6,6% rispetto al 2016.

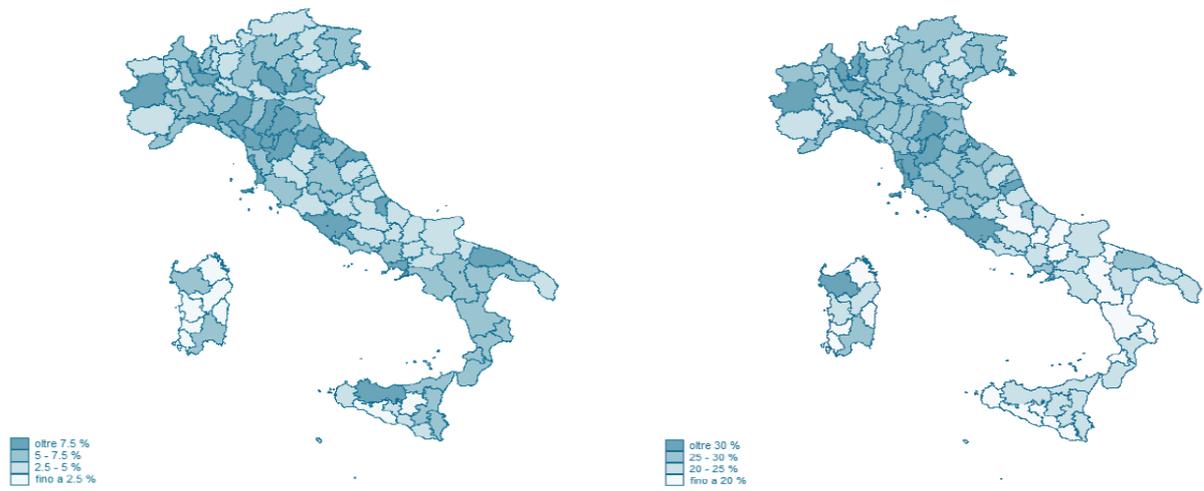
Inoltre, negli ultimi anni la rete fissa ha vissuto un periodo di profondo cambiamento nella composizione delle tecnologie utilizzate per erogare i servizi (Figura 2.4.11). Se da un lato gli accessi complessivi alla rete fissa hanno sperimentato una flessione di poco superiore al milione rispetto al 2012 (ma con un aumento di 460 mila unità nel 2017), dall'altro lato gli accessi in rame, che nel 2012 rappresentavano oltre il 97% del totale, scendono a poco più del 70%, mentre quelli in tecnologia mista (rame-fibra) **FTTC** (*Fiber-To-The-Cabinet*), non presente nel 2012, arrivano a sfiorare il 20%. Analogamente, è cresciuto il peso degli accessi **FWA** (*Fixed Wireless Access*), con una variazione positiva del 3,8%, arrivando a una *customer base* superiore al milione di linee. Allo stesso tempo, va segnalata la crescita della componente interamente in fibra (*Fiber-To-The-Home*, **FTTH**), il cui peso è vicino al 3%.



**Figura 2.4.11:** Accessi alla rete fissa per tecnologia (AGCOM)

L'aumento congiunto degli abbonati e della velocità media di connessione impatta sulla crescita del traffico dati su rete fissa -che a fine 2017 risulta stimabile in circa 17.500 Petabyte- superiore al 37% rispetto a quello dell'anno precedente. Sono in decisa crescita (+30% circa rispetto al 2016) i consumi unitari, valutabili in oltre 90 Gigabyte/mese per abbonato. Tale risultato appare fortemente correlato alla crescente fruizione di contenuti video *online e on demand*, la cui offerta si è arricchita sia attraverso l'entrata sul mercato di nuovi soggetti (ad esempio, Netflix e Amazon Prime Video), sia con il potenziamento di offerte da parte di attori (come TIM e Sky) già presenti sul mercato generale dei mezzi di comunicazione. Da non trascurare, dunque, i fattori culturali e le nuove esigenze di alcuni segmenti della società italiana che stanno condizionando la diffusione di tali innovazioni tecnologiche. Infatti, il 91,6% delle famiglie in cui vi è almeno un minorenni dispone di una connessione a banda larga (fissa e mobile), ma solo il 24,5% dei nuclei composti unicamente da ultrasessantacinquenni dispone di un accesso *broadband*. Allo stesso tempo, il 92,7% delle famiglie con almeno un componente laureato ha una connessione a banda larga, valore che scende al 59,9% per i nuclei familiari in cui il titolo di studio più elevato è la licenza media. Ciò evidenzia ancora una volta l'importanza di prendere in considerazione le esigenze del segmento di consumatori a cui è destinato il servizio/prodotto per la diffusione di una tecnologia, soprattutto quando è *Internet-based*.

Infine, è altrettanto importante analizzare gli aspetti demografici, infatti a livello geografico in Italia si denota un tasso di adozione delle nuove tecnologie disomogeneo. Su base nazionale, la diffusione dei servizi di accesso a banda larga si attesta a fine 2017 al 27,4% della popolazione (25,7% a fine 2016), mentre la tecnologia *ultrabroadband* si è diffusa per il 7,5% della popolazione (3,8% nel 2016). Per quanto riguarda la diffusione nelle varie province italiane, come riportato in figura 2.4.12, è evidente la netta distinzione tra Meridione e Centro-Nord, a favore di quest'ultimo.



**Figura 2.4.12:** Diffusione della banda larga (a destra) e ultra-larga (a sinistra) nelle province italiane (2017, %) (AGCOM)

#### 2.4.1 I Network Operators (NO) in Italia

Lo stato competitivo del mercato delle telecomunicazioni in Italia, come anche in molti altri Paesi, ha presentato una spiccata dinamicità dopo il processo di liberalizzazione. Negli ultimi anni, sia nel segmento mobile che fisso, il numero di operatori e di concorrenti è aumentato notevolmente, determinando una netta crescita della pressione competitiva. Inoltre, anche in Italia, si sta assistendo ad un fenomeno di convergenza tra i mercati delle telecomunicazioni, della tecnologia dell'informazione (IT, *Information Technology*), dei media e dell'elettronica di consumo. Ciò complica ulteriormente il contesto da analizzare e crea per gli operatori di tali settori opportunità di crescita o minacce competitive.

Nella parte seguente è riportata l'analisi dello stato competitivo per entrambi i segmenti, delineando i tratti distintivi tra gli *incumbents* e le caratteristiche principali delle nuove categorie di operatori.

- **Segmento Mobile**

Gli operatori di rete mobile possono essere suddivisi in due macro-categorie:

- **Mobile Network Operators (MNOs):** sono in possesso della licenza per lo spettro radio e gestiscono la propria infrastruttura di rete e di trasmissione. In Italia al momento sono presenti quattro MNO: *Wind Tre*, *TIM*, *Vodafone* ed il neoentrato *Iliad*;
- **Mobile Virtual Network Operators (MVNOs):** fornisce servizi di telefonia mobile senza essere proprietario degli impianti di rete e di trasmissione. In Italia sono presenti più di 40 operatori virtuali, i principali sono: *Poste Mobile*, *Coop Italia*, *Fastweb*, *Lycamobile*, *Tiscali* e i nuovi arrivati *Kena Mobile* e *Ho.Mobile*, risposte rispettivamente di TIM e Vodafone all'entrata di Iliad.

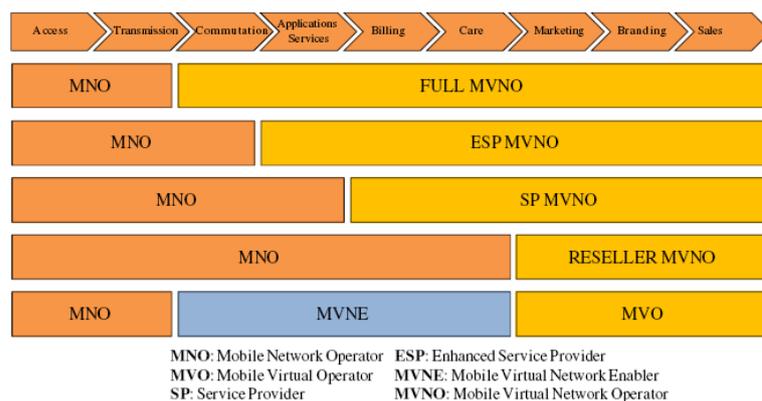
L'evento che ha causato enormi cambiamenti allo stato competitivo del segmento mobile è stata la prima fusione tra due operatori mobili, Wind e H3G (Tre), ufficializzata nel dicembre 2016. Infatti, tale operazione di concentrazione è stata consentita dagli enti regolatori nazionali ed europei solo dopo aver ottenuto la promessa di aiutare e favorire l'accesso nel mercato italiano del quarto operatore mobile dotato di un'infrastruttura (MNOs): **Iliad**, che dopo aver rivoluzionato il mercato della telefonia mobile in Francia, vuole confermarsi anche in Italia. Il nuovo operatore mobile ha lanciato la sua prima offerta nel mercato italiano a fine maggio 2018, circa sei mesi in ritardo rispetto alla data prevista. L'offerta di Iliad è sicuramente aggressiva, infatti, dopo aver comprato la SIM ad un prezzo pari a 9,99€, con 5,99€ al mese Iliad fornisce ai propri clienti 30 Gigabyte in 4G, minuti e SMS illimitati. Essa è stata riservata al primo milione di clienti, le successive offerte sono caratterizzate da un aumento incrementale di 1 €/mese e 10 Gb/mese. In realtà, l'offerta di Iliad avrebbe potuto essere ancora più attraente per i consumatori, come invece è accaduto in Francia, ma per far sì aveva bisogno di un modello di business in grado di sostenere i costi dell'accordo di roaming con Wind Tre, almeno nel breve periodo. L'impatto di Iliad sugli operatori italiani sarà importante, ma sicuramente non sarà dirompente come avvenuto in Francia, in cui il mercato era meno competitivo, presentava prezzi più elevati (ARPU in Francia nel 2012, prima dell'ingresso di Iliad: 40€/mese; mentre in Italia ARPU nel 2017: 13,5 €/mese) ed aveva un accordo di roaming *Orange*, il quale deteneva la rete *Universal Mobile Telecommunications System* (UMTS, 3G) migliore della nazione. Il segmento target di clientela è rappresentato dai consumatori attenti al trade-off servizi offerti (valore)/costi e quelli definiti *data-hungry*, in altre parole coloro che necessitano e desiderano avere una

maggior quantità di dati a disposizione. Un aspetto del mercato italiano a favore di Iliad è sicuramente i bassi costi di *switching* a carico dei clienti, oltre alla **mobile number portability**, elemento a favore della competizione che consente di mantenere il proprio numero anche con un altro operatore. La società che sarà maggiormente impattata è Wind Tre, la cui *customer base* è costituita, in buona parte, dalla fascia medio-bassa, soprattutto per il brand Wind. Ciò viene confermato dai primi dati a disposizione, in cui è la quota di mercato di Wind Tre a risentirne di più (perdita tra il 2% e il 3%), seguita da Vodafone (-0,8%), mentre TIM riesce a mantenerla stabile, grazie all'operatore virtuale low-cost *Kena Mobile* lanciato nel marzo 2017. Anche Vodafone, nel giugno 2018, ha lanciato sul mercato il proprio MVNO in risposta all'entrata di Iliad: *Ho.Mobile*. Entrambi, quindi, hanno scelto di seguire una strategia di separazione dei brand, in tal modo, forti delle loro reti, continuano a presentarsi sul mercato come *premium* brand per una clientela maggiormente interessata alla qualità del servizio. Ovviamente, sono interessati anche alla fascia basso-spendente ed è qui che entrano in gioco gli operatori virtuali, i quali permettono di competere *vis-à-vis* con Iliad senza intaccare la reputazione del marchio.

Come ampiamente discusso da Jaspers et al. (2007)<sup>34</sup>, si possono distinguere diverse tipologie di operatori virtuali (MVNOs), in base a fin dove si estende il controllo del MNO sulle attività di un operatore di rete, dunque dipendente dalla scelta del modello di business dell'operatore virtuale (vedi figura 2.4.13). Ad un estremo, i **Service Providers** (SP) sono gli operatori virtuali più semplici, infatti comprano traffico e lo rivendono direttamente ai clienti con il proprio brand, senza essere coinvolti in nessuna attività di rete, come ad esempio l'instradamento delle chiamate. All'altro estremo, vi è la categoria più complessa e costosa di operatore virtuale: **Full MVNO**. Essi non comprano esclusivamente l'accesso alla rete, ma bensì capacità di rete, emettono le proprie SIM e possiedono un **Home Location Register** (HLR), in cui sono contenuti i dati della propria *customer base*. Ciò assicura una ampia libertà di azione sia in termini di prezzo sia in relazione allo sviluppo dei servizi offerti. In media ottengono margini più elevati rispetto ai SP, anche perché vengono pagati per la terminazione delle chiamate. Una figura intermedia è rappresentata dai **Enhanced Service Provider** (ESP), di cui si sono delineate le caratteristiche principali nel modello delle cinque forze di Porter (paragrafo 2.3).

---

<sup>34</sup>Jaspers, F., Hulsink, W., & Theeuwes, J. (2007). "Entry and innovation in maturing markets: Virtual operators in mobile telecommunications"; *Technology Analysis and Strategic Management*, 1(2), 205–225.

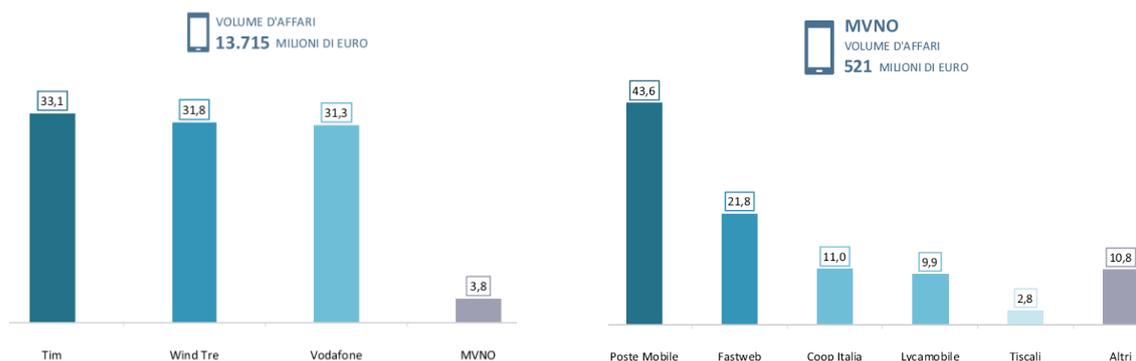


**Figura 2.4.13: MVNOs business model<sup>35</sup>**

Dal punto di vista concorrenziale, il mercato mobile si configura come un oligopolio ristretto in cui Wind Tre, Vodafone e TIM servono la maggior parte dei consumatori, anche se bisogna considerare che Iliad è presente in Italia da meno di un anno ed è possibile che nel medio-lungo termine la situazione potrebbe modificarsi. Dagli ultimi dati disponibili, Iliad ha raggiunto una customer base di circa 2,5 milioni, ottenendo una quota di mercato, in termini di volumi, pari al 3,6% in pochi mesi. Il fondatore di Iliad -Xavier Niel- afferma che l'obiettivo è raggiungere una quota di mercato pari al 10% in tre anni. La competizione, di conseguenza, è incrementata notevolmente durante il 2018, sviluppandosi principalmente tramite l'offerta di pacchetti dati con un numero crescente di gigabyte. Il servizio voce, ormai, è divenuto una *commodity*, con il proliferarsi di offerte con minuti *unlimited*, mentre acquisiscono una maggiore importanza i servizi innovativi, quali streaming audio e video.

Come riportato dalla relazione annuale di AGCOM, nel 2017 TIM risulta essere il primo operatore mobile del mercato con il 33,1% dei ricavi, seguito da Wind Tre (31,8%) e Vodafone (31,3%). Per gli operatori mobili virtuali (MVNO) si registra, nel complesso, un lieve aumento del fatturato (+1,5%), che si attesta su di un giro di affari di circa 521 milioni di euro. In relazione al quadro competitivo, Poste Mobile si conferma *market leader* del segmento MVNO con il 43,6% e aumenta la quota di Coop Italia (+2,4 p.p.) e Fastweb (+5,7 p.p.), quest'ultimo con un *business model* basato sull'integrazione con l'offerta di servizi di rete fissa. L'indice di concentrazione CR4 in Italia nel 2017 assume un valore vicino al 98%, anche se quasi sicuramente nei prossimi anni potrebbe subire una riduzione per l'entrata sul mercato di Iliad, Ho. Mobile e Kena Mobile (se gli ultimi due venissero considerate entità distinte rispetto a Vodafone e TIM).

<sup>35</sup>“Diversification strategies in network-based services: The case of mobile virtual network operators” (2013); Nicoletta Corrocher, Laura Lasio; *Telecommunications Policy* 37 1110–1123



**Figura 2.4.14:** Quote di mercato di MNO e MVNO (% dei ricavi) (AGCOM)

Anche se un settore estremamente concentrato, risulta essere molto competitivo, grazie anche ai provvedimenti sanciti dal regolatore, come ad esempio la *mobile number portability*. L'utilizzo di tale servizio da parte degli utenti permette di valutare le dinamiche del mercato della telefonia mobile. Le operazioni complessive del servizio di *mobile number portability* nel 2017 sono state pari a 15,2 milioni, in crescita di circa il 20% rispetto all'anno precedente, mentre il valore cumulato assume un valore pari a 117 milioni di unità. I volumi osservati testimoniano l'efficacia del percorso regolamentare intrapreso dall'Autorità con la riduzione dei tempi per l'attivazione del servizio di portabilità del numero e la totale gratuità per il cliente che lo richiede. L'andamento dell'indice di mobilità, calcolato come il rapporto tra il totale delle linee acquisite/cedute tramite il ricorso a tale servizio rispetto alla *customer base* complessiva del mercato<sup>36</sup>, che misura la propensione al passaggio a un nuovo operatore, registra un incremento di oltre 6 punti percentuali.



**Figura 2.4.15:** Operazioni di mobile number portability ed indice di mobilità (AGCOM)

<sup>36</sup> In termini di SIM complessive al netto delle linee M2M, note anche come SIM “human” (nel 2017 pari a 83,9 milioni).

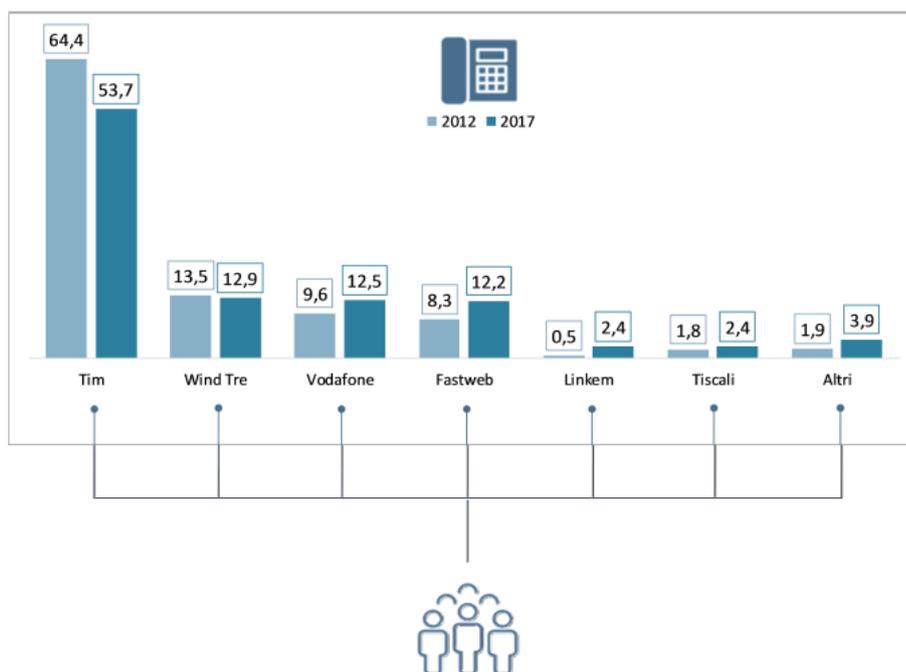
### - *Segmento Fisso*

Gli operatori del segmento fisso, come già introdotto nel paragrafo precedente, possono erogare diversi servizi. Quelli *core* sono sicuramente il tradizionale servizio **voce** e la connessione ad **Internet**. Non tutti gli operatori presenti in Italia offrono entrambi i servizi, bensì esistono delle società specializzate esclusivamente nella fornitura della seconda tipologia. Infatti, per il servizio **dati**, è possibile distinguere due categorie distinte in base alla tecnologia utilizzata per fornire la possibilità di connettersi ad Internet:

- Gli operatori che erogano tale servizio, usando la tecnologia *Asymmetric Digital Subscriber Line (ADSL)* o la più innovativa e potente **fibra ottica**. Quest'ultima può essere ulteriormente suddivisa in **FTTC** (*Fiber-To-The-Cabinet*: fibra fino alla centralina in strada e poi classico collegamento in rame fino all'abitazione interessata) e in **FTTH** (*Fiber-To-The-Home*: la connettività è ottenuta in fibra fino alla casa del cliente). Esse hanno permesso la rapida diffusione della banda larga e ultra-larga. Le principali società, in Italia, che sfruttano tali tecnologie nel settore delle telecomunicazioni sono: *Telecom Italia* (ex-monopolista), *Wind Tre* (ex-Infostrada), *Vodafone* e *Fastweb*.
- Gli operatori specializzati nell'uso del *Fixed Wireless Access (FWA)*. Essi utilizzano onde radio e antenne per fornire la connessione domestica ad Internet, rappresentando l'unica alternativa alla fibra ottica per la banda larga e ultra-larga. Le principali aziende in Italia caratterizzate dall'utilizzo della tecnologia FWA nel loro modello di business sono: *Linkem* ed *Eolo*.

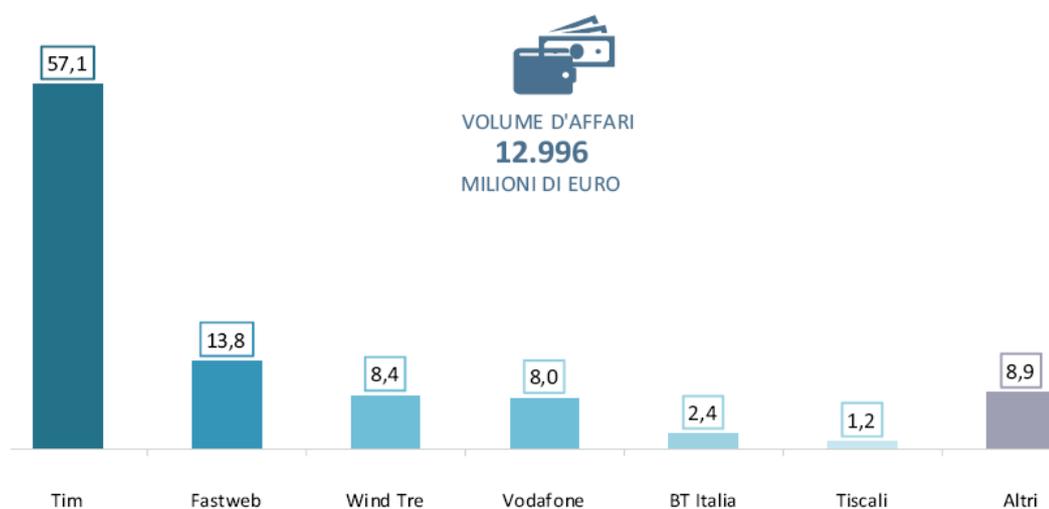
Da sottolineare che non è una separazione netta, come mostra il caso di Tiscali che ha scelto la FWA, mentre continua ad utilizzare la tecnologia ADSL. Ciò si verifica poiché l'Italia attualmente sta vivendo un periodo di transizione verso l'alta velocità e gli operatori hanno adottato strategie e tecnologie differenti per offrire la banda larga e ultra-larga.

Osservando lo scenario competitivo, dal punto di vista degli accessi alla rete fissa, rappresentati in figura 2.4.16, si nota che dal 2012 al 2017 l'ex-monopolista Telecom Italia è sceso al 53,7%, perdendo 10,7 p.p. a vantaggio degli altri *incumbents*. Fastweb e Vodafone hanno mostrato il maggior incremento di accessi nel periodo di analisi, mentre Wind Tre ha subito una leggera flessione (0,6 p.p.). Anche Linkem e Tiscali hanno avuto un andamento positivo, soprattutto il primo dei due, dimostrandosi una valida alternativa per la connessione ad alta velocità, in particolare nelle aree geografiche non coperte dalla fibra.



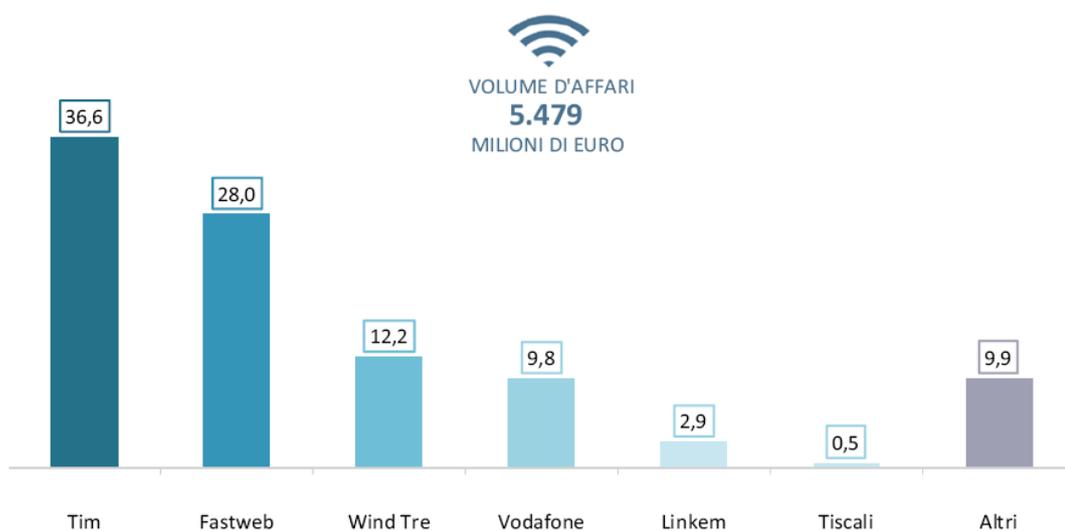
**Figura 2.4.16:** Accessi alla rete fissa per operatore (%) (AGCOM)

Per quanto riguarda la suddivisione del mercato, Telecom Italia detiene una quota di mercato circa pari al 57% (figura 2.4.17), occupando una posizione da leader in questo segmento. Subito dopo vi è Fastweb con quasi il 14%, seguita subito dopo da Wind Tre e Vodafone con una quota che si attesta per entrambi intorno al 8%. L'indice di concentrazione CR4 risulta, dunque, pari a 87%, dimostrandosi un settore concentrato, ma meno rispetto al segmento mobile.



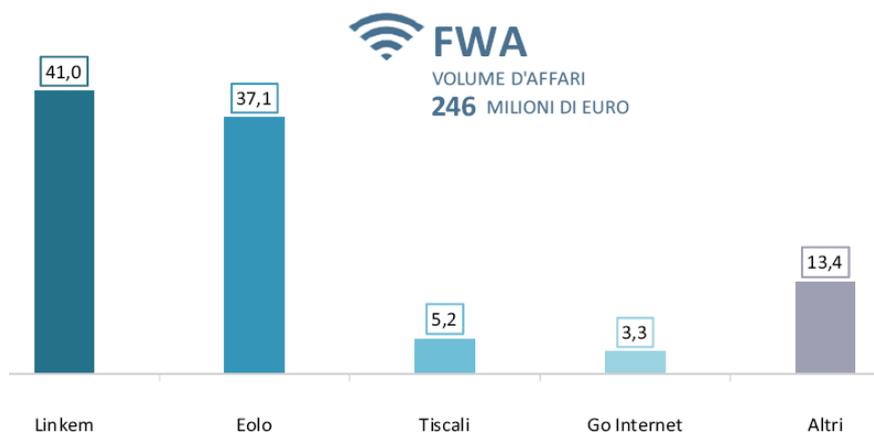
**Figura 2.4.17:** Quota di mercato degli operatori nel segmento fisso (% ricavi) (AGCOM)

Come descritto nel paragrafo precedente, i ricavi derivanti dal servizio di connessione ad Internet sono cresciuti notevolmente nel 2017 (+12,2% rispetto al 2016), raggiungendo quasi il valore di 5,5 miliardi di euro. Ciò è dovuto ai profondi cambiamenti tecnologici che hanno caratterizzato le telecomunicazioni su rete fissa negli ultimi anni, con i crescenti investimenti effettuati sia da TIM sia dagli *Other Authorised Operator* (OAO) in reti di nuova generazione. Interessante notare come lo scenario competitivo risulta differente rispetto alla visione generale, anche se Telecom Italia mantiene il ruolo di leader del mercato, la sua quota si attesta a poco meno del 37% (Figura 2.4.18). Fastweb, invece, in tale sotto-segno detiene il 28%, nettamente superiore rispetto al mercato generale in quanto tale servizio risulta il *core business* della società. Anche Wind Tre e Vodafone presentano dei valori in questo mercato al di sopra delle quote detenute nel segmento fisso totale. I dati affermano, dunque, una maggiore pressione concorrenziale.



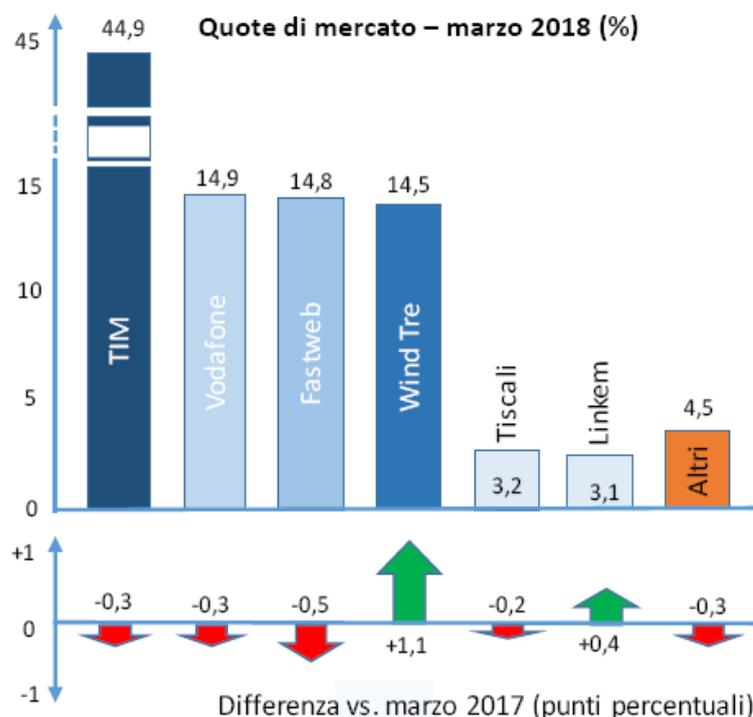
**Figura 2.4.18:** Quota di mercato degli operatori nel servizio dati (% ricavi) (AGCOM)

Anche se di dimensioni ancora contenute, si segnala il dinamismo del sotto-segno dei servizi FWA. Nel 2017 si è attestata una variazione positiva dei ricavi prossima al 30%, raggiungendo un volume d'affari quasi di 250 milioni di euro. Tale dinamica sembra soprattutto legata all'adozione di *business model* diversi dai grandi operatori, come ad esempio l'offerta di servizi *broadband* rivolta alle aree rurali e ai piccoli centri urbani, la sostituzione della linea fissa con quella *wireless* ad alta velocità nel segmento delle "seconde case", anche se quest'ultimo risulta in fase discendente. Le principali società sono Linkem ed Eolo, che detengono circa l'80% dei ricavi derivanti dai servizi FWA (figura 2.4.19).



**Figura 2.4.19:** Quota di mercato degli operatori nel servizio dati erogato con FWA (% ricavi) (AGCOM)

Infine, in figura 2.4.20, si riportano la distribuzione degli accessi *broadband* e *ultra-broadband* per operatore, comparando i dati registrati nel marzo 2018 rispetto a quelli nel marzo 2017. Le imprese che mostrano una crescita sono Wind Tre e Linkem, rispettivamente di 1,1 p.p. e 0,4 p.p., mentre TIM, Vodafone e Fastweb perdono circa 0,5 p.p.



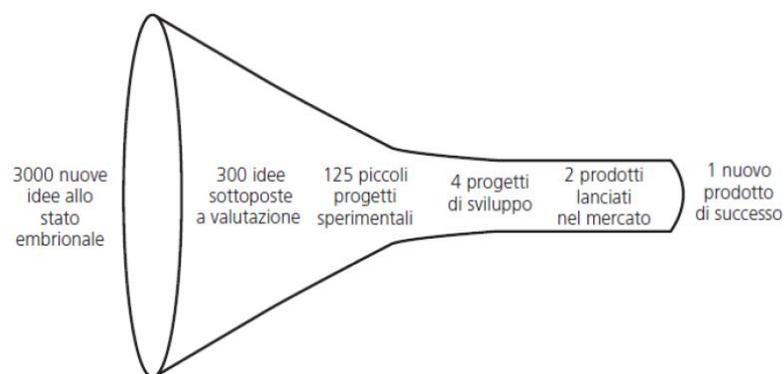
**Figura 2.4.20:** Accessi broadband-ultrabroadband per operatore (%) (AGCOM)

### 3. Concetto di innovazione

L'innovazione è definita come “l'atto o il processo di introdurre nuove idee, dispositivi, sistemi o metodi”<sup>37</sup>, valutando gli effetti che la stessa può avere sull'organizzazione e sul modello di business dell'impresa in questione o, in rari casi, sull'intera *value chain*. La suddetta definizione permette di notare le differenze tra:

- **Scoperta:** atto di venire a conoscenza di qualcosa che in precedenza era sconosciuto in natura. La scoperta è il risultato della *Scienza*;
- **Invenzione:** atto di ricercare e trovare una soluzione ad un problema, spesso come risultato dell'attività nota con il nome di *Tecnologia*;
- **Innovazione:** atto di sfruttamento economico di un'invenzione, dunque significa che quest'ultima deve portare un vantaggio reale e quantificabile.

L'innovazione, quindi, può essere definita come un'invenzione che ha avuto successo sul mercato, generando dei profitti per chi ha investito tempo e denaro, ma è importante considerare che non tutte le invenzioni diventano innovazioni. Ciò è dovuto alla difficoltà riscontrata dall'impresa nel combinare o acquisire conoscenze, competenze e risorse diverse, ma necessarie alla trasformazione. Il percorso da idea/invenzione ad innovazione, infatti, viene rappresentato graficamente come un *imbuto* ed è anche conosciuto con il nome di **innovation funnel**, in cui nella parte iniziale vi sono molteplici ipotesi alternative, ma alla fine solo poche di esse risulteranno di successo. Secondo alcuni studi empirici, come illustrato in figura 3.1, solo un'idea su 3.000 riesce ad attraversare il *funnel*, divenendo un prodotto di successo<sup>38</sup>.



**Figura 3.1:** Il “funnel” dell'innovazione

<sup>37</sup>“[Innovation](#)”. Merriam-webster.com. Merriam-Webster. Retrieved 2016-03-14.

<sup>38</sup> Schilling M., Izzo F. (2013), Gestione delle innovazioni. McGraw-Hill 3/ed.

Il fondatore dell'economia dell'innovazione può essere individuato in *Joseph Schumpeter*, infatti, nel 1911 con il libro *“Teoria dello Sviluppo Economico”*, fu il primo a correlare il sistema economico con l'atto di innovare, affermando che vi erano delle reciproche influenze, oltre a distinguere il concetto di invenzione da quello di innovazione. Inoltre, Schumpeter ha studiato i principali responsabili di questo cambiamento continuo, individuando due categorie differenti:

- **Innovatori-Imprenditori:** individui capaci di sfruttare le conoscenze tecniche con intuito e di introdurre nuove soluzioni nel mercato. In relazione a questi casi, Schumpeter ha introdotto il termine *“widening innovations”*, per enfatizzare la novità dei prodotti, settori e mercati correlati, descrivendo il fenomeno come *“a gale of creative destruction”* che impatta sulle entità economiche precedenti e ne stabilisce di nuove;
- **Grandi Imprese:** anche loro si impegnano nell'attività innovativa tramite lavoro e capitale per migliorare prodotti, processi e servizi. A differenza dei precedenti, la natura di questi miglioramenti, nella maggior parte dei casi, non è di creare soluzioni molto distanti dalla realtà, ma di migliorare quelle esistenti in modo incrementale. Dunque, anche i miglioramenti ridotti di un qualcosa già presente sono da considerare delle innovazioni se hanno un minimo impatto economico.

Successivamente, il dibattito riguardo alle categorie di attori innovatori è continuato, facendo emergere altre due tipologie<sup>39</sup>:

- **Reti di Aziende:** negli ultimi anni la complessità della tecnologia è aumentata notevolmente, rendendo difficile avere la totalità delle competenze necessarie internamente a sviluppare nuovi prodotti. Allo stesso tempo, l'ICT ha fornito alle società modalità e strumenti di cooperazione e coordinazione, anche a distanza. Dunque, sempre più innovazioni sono state sviluppate da gruppi di imprese diverse quali start up, grandi aziende, università e centri ricerca. Ciò è alla base del nuovo paradigma di innovazione, conosciuto come *“Open Innovation”*;
- **Co-creazione col Cliente:** vi è un coinvolgimento del cliente durante le fasi del processo innovativo, divenendo egli stesso un attore innovatore<sup>40</sup>.

---

<sup>39</sup>*“Management of Innovation and Product Development” (2016); Marco Cantamessa, Francesca Montagna.*

<sup>40</sup>*Ramaswamy V, Gouillart F (2010); “The power of co-creation: build it with them to boost growth, productivity, and profits”; Simon and Schuster Inc, New York.*

Con il passare degli anni, dunque, è divenuto sempre più complesso trasformare un'invenzione in un'innovazione, coinvolgendo un numero sempre crescente di *stakeholders*.

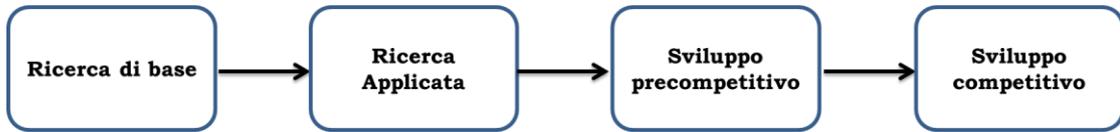
### 3.1 Processo di innovazione

Le modalità con cui viene condotta l'innovazione si sono evolute nel tempo e diversi economisti hanno provato a modellare il processo, considerato inizialmente come una *black-box*, ossia una scatola nera di cui risulta estremamente complesso definire le attività svolte.

Uno dei primi schemi sviluppati è il “**modello lineare dell'innovazione**”, in cui viene affermato che l'innovazione è generata dal processo di Ricerca & Sviluppo (R&S). Quest'ultimo è definito come l'insieme di attività che uno o più enti, siano essi industriali o scientifici, conducono per l'introduzione di nuovi prodotti, sistemi o processi con un lo scopo di un ritorno economico. Il modello, come è rappresentato in figura 3.1.1, suddivide il processo di R&S in quattro fasi distinte e sequenziali:

- **Ricerca di base:** lavoro teorico e/o sperimentale allo scopo di approfondire e sviluppare nuova conoscenza scientifica. L'obiettivo non è un'applicazione specifica, bensì il progresso scientifico;
- **Ricerca applicata:** attività focalizzata all'acquisizione di conoscenze ed evidenze empiriche di una specifica applicazione. In tale fase, dunque, si giunge ad un'invenzione di una nuova tecnologia. Il risultato tangibile è un *dimostratore*, il cui scopo è mostrare che l'invenzione è tecnicamente fattibile. Nella maggior parte dei casi è molto distante dal prodotto definitivo;
- **Sviluppo precompetitivo:** in tale stadio vi è la concretizzazione dei risultati della ricerca, in cui vengono valutati fattori legati alla definizione del prezzo, dei costi e dei relativi margini. In questa fase, infatti, vengono prodotti dei *prototipi* che permettono di confrontare più soluzioni tecniche su più aspetti come la producibilità, la sicurezza, l'usabilità, la logistica, la redditività industriale e il potenziale interesse del mercato. La finalità è individuare le caratteristiche del prodotto definitivo, dunque i prototipi non hanno alcun valore commerciale;
- **Sviluppo competitivo o industrializzazione:** in quest'ultima fase vengono effettuate le scelte che porteranno al prodotto definitivo e alla sua diffusione sul

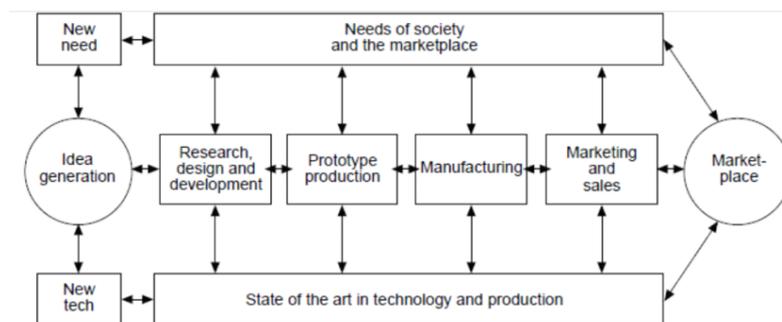
mercato. Successivamente, viene avviata la produzione, rendendo il prodotto disponibile agli utenti finali.



**Figura 3.1.1:** Modello lineare dell'innovazione

Il modello rappresentato in figura 3.1.1, però, risulta essere molto distante dalla realtà, in quanto non tiene in considerazione le richieste e le esigenze dei consumatori, in altre parole trascura la domanda. Un'ulteriore versione, infatti, del modello lineare sostiene che il processo di innovazione non venga attivato grazie al progresso scientifico (Ricerca di base), bensì dai fabbisogni dei potenziali clienti. Anche in questo caso vi è una notevole lontananza dal mondo reale, poiché il processo di innovazione è molto più complesso. In primis, l'impostazione di tipo lineare ignora le relazioni e i feedback tra le diverse fasi, che potrebbero portare a revisioni di attività precedentemente svolte. Inoltre, nella realtà industriale sia le scoperte scientifiche e tecnologiche sia le richieste della domanda influenzano i singoli stadi del processo di innovazione.

Nel 1985 *Rothwell e Zegveld* hanno sviluppato il **coupling model** - anche noto come **interactive model** - (figura 3.1.2), in cui il processo innovativo è descritto come “una complessa rete di modelli di comunicazione, sia intra-organizzativi sia al di fuori dei confini aziendali, collegando le varie funzioni interne e connettendo l'impresa alla più ampia comunità scientifica e tecnologica ed al mercato”.<sup>41</sup>



**Figura 3.1.2:** Coupling model di Rothwell e Zegveld

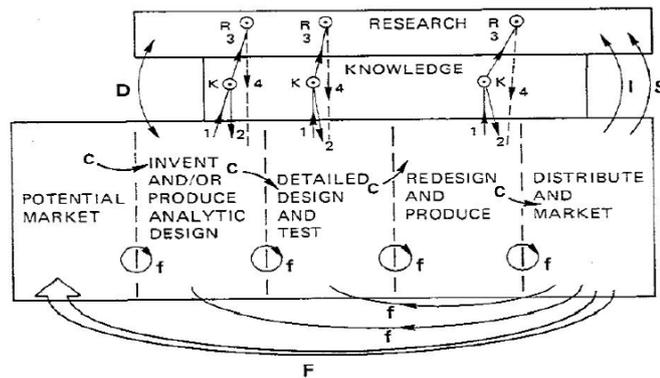
<sup>41</sup> Definizione di *Rothwell e Zegveld* del *coupling model*, contenuta nel libro “*Reindustrialization and technology*”. Esso amplia e formalizza la teoria sviluppata nel 1979 da *Mowery e Rosenberg*, che furono i primi a sostenere l'importanza delle interazioni delle funzioni coinvolte durante il processo innovativo e ad affermare l'influenza sia delle nuove scoperte tecnologiche (technology push) sia delle esigenze del mercato (demand pull).

Dalla definizione è possibile intuire l'importanza posta sulla comunicazione tra le varie fasi interne e il mondo esterno all'impresa. In altre parole, il *coupling model* rappresenta il processo innovativo come conseguenza della spinta tecnologica e dei bisogni del mercato, anche se la dinamica rimane sequenziale, in quanto le attività sono interdipendenti e funzionali alle successive.

Nel 1986 *Kline e Rosenberg* hanno ideato il "**chain-linked model**"<sup>42</sup> (figura 3.1.3) per superare il limite sopra esposto. Rispetto ai modelli precedenti, inoltre, presenta l'aggiunta di un ulteriore elemento: la "*knowledge*" come elemento distinto dalla ricerca e dallo sviluppo. Con tale termine, oltre alle scoperte e alle teorie più o meno conosciute, si intende anche la cosiddetta "*prior knowledge*", ossia la conoscenza delle persone coinvolte attivamente nell'impresa o nel processo innovativo. La dinamica non è più sequenziale, in quanto non vi è un unico percorso possibile, bensì sono presenti ben cinque percorsi alternativi. Il primo è il processo lineare visto nei modelli precedenti ed è quello che Kline definisce "*central-chain-of-innovation*", indicato con la lettera "C". Risulta importante notare che, contemporaneamente, sono presenti una serie di feedback, contrassegnati dalla lettera "F" o "F". Essi permettono la connessione tra le varie fasi, oltre alla possibilità di effettuare delle rilavorazioni a fronte di un cambiamento, apportando, se fattibile, dei miglioramenti al risultato del processo di innovazione. Un ulteriore percorso è rappresentato dalla lettera "D" e dai feedback "K-R", mettendo in evidenza che il collegamento tra scienza ed innovazione non è presente solo negli stadi iniziali, ma si estende lungo l'intero processo. I feedback "K-R" si riferiscono alla situazione in cui si riscontra una problematica durante lo sviluppo, in quanto dapprima si ricerca una risposta all'interno del proprio bagaglio di conoscenze (*knowledge*) e solo successivamente si ricorre alla scienza (*research*). Infine, gli ultimi due percorsi sono denotati dalle lettere "I" ed "S". Il primo indica le funzioni di supporto, in termini di macchinari, procedure o strumenti forniti dai prodotti dell'innovazione verso la scienza, mentre il secondo si riferisce alla rara eventualità in cui un'innovazione generi nuova conoscenza e comporta un cambiamento radicale in uno o più settori industriali.

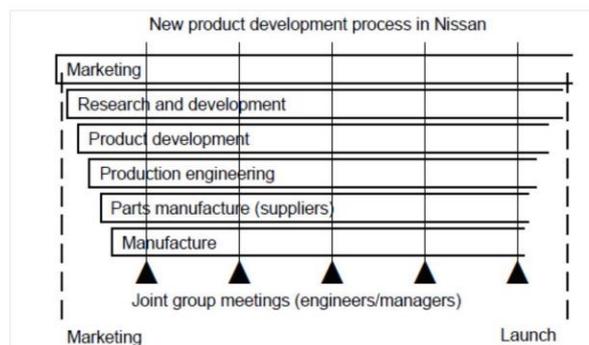
---

<sup>42</sup> "*An Overview of Innovation*", *Stephen J. Kline, Nathan Rosenberg, 1986;*



**Figura 3.1.3:** Chain-linked model di Kline e Rosenberg

Nello stesso periodo -tra gli anni '80 e '90- gli studi sui processi d'innovazione nel settore automobilistico ed elettronico, in Giappone, hanno fornito un'ulteriore versione alternativa: il **“modello integrato”**. Tale approccio, come mostrato in figura 3.1.4, è basato su un'elevata integrazione funzionale e l'esecuzione di attività in parallelo, con un notevole scambio e condivisione di informazioni in riunioni congiunte tra i vari dipartimenti aziendali.



**Figura 3.1.4:** Modello integrato per il processo di sviluppo nuovo prodotto in Nissan<sup>43</sup>

Lo sviluppo cross-funzionale consente un maggior coinvolgimento dell'intera organizzazione, con un processo più rapido ed una riduzione dei costi. Numerose aziende giapponesi, grazie a questo modello, sono state in grado di ottenere e mantenere il vantaggio competitivo.

Nel periodo successivo si assiste alla nascita di un ulteriore tipologia di modello innovativo, definito **“modello di networking”**<sup>44</sup>. Esso si è diffuso poiché è divenuto sempre più importante la velocità con cui vengono serviti i mercati (*time-based strategy*),

<sup>43</sup> Graves, A. (1987), “Comparative Trends in Automotive Research and Development”, DRC Discussion Paper No. 54, Science Policy Research Unit, Sussex University, Brighton, Sussex.

<sup>44</sup>Roy Rothwell, (1994) “Towards the Fifth-generation Innovation Process”, International Marketing Review, Vol. 11 Issue: 1, pp.7-31.

soprattutto nei settori industriali high-tech, in cui i cicli di vita del prodotto sono brevi e il tasso di cambiamento tecnologico, spesso, è notevole. Inoltre, in particolare in questi settori, è estremamente difficile che un'unica impresa possieda tutte le risorse e le competenze necessarie per innovare in maniera radicale. Da ciò la necessità di cooperare con altre imprese o con altri enti, come ad esempio Università, centri di ricerca, clienti e fornitori, in modo tale da integrare informazioni, risorse e capacità per il processo di sviluppo. A partire da questo modello si è sviluppato un nuovo paradigma completamente diverso rispetto al passato, definito *Open Innovation* (descritto in maniera approfondita nel paragrafo 3.3), in cui viene accentuata l'importanza della collaborazione e dello scambio di conoscenza tra attori diversi.

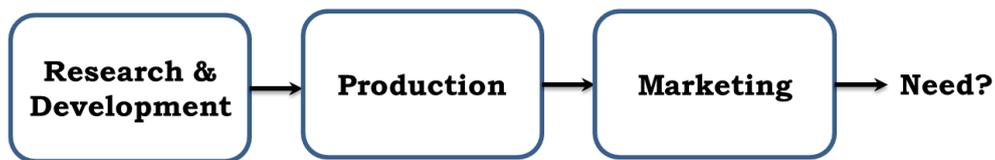
Le prime fasi del processo di innovazione, generalmente, presentano un rischio di fallimento estremamente elevato e un ritorno economico molto lontano dal punto di vista temporale. Dunque, la maggior parte delle imprese private non sono interessate a svolgere queste attività. Ciò è chiaramente un fallimento di mercato ed i governi sono chiamati a risponderne per il benessere dell'intera società, infatti è pratica comune finanziare tramite fondi pubblici (provenienti, ad esempio, dalle casse dello Stato o della Unione Europea) gli stadi iniziali di un processo di innovazione. Gli attori maggiormente coinvolti sono i centri specializzati di ricerca oppure le Università, ossia enti con un fine diverso dalla redditività dell'innovazione, bensì alla produzione di nuova conoscenza scientifica e tecnologica. Inoltre, è socialmente inadeguato far finanziare tali processi ai privati, i quali renderebbero segrete le loro scoperte, causando inefficienza e rallentamenti nel processo innovativo per la duplicazione degli sforzi all'interno del settore industriale. I finanziamenti pubblici e il coinvolgimento degli enti non industriali, invece, permette di produrre conoscenza pubblica, in altre parole a disposizione di tutte le imprese di una *industry*. L'intervento pubblico diminuisce verso le fasi finali del processo, dove le organizzazioni industriali si assumono sempre maggiori responsabilità, accettando una certa quantità di rischio a fronte di un potenziale profitto. La presenza del rischio, anche se da un punto di vista culturale presenta un'accezione negativa, risulta essere fondamentale per il processo di innovazione, in quanto lo rende competitivo e selettivo. Le imprese cercheranno di imporre la propria soluzione, proponendo un numero elevato di alternative da cui emergeranno esclusivamente le migliori (come nel *funnel* definito nel paragrafo precedente). Questa spinta concorrenziale produce un sistema di incentivi corretto per raggiungere il miglior risultato possibile.

### 3.2 Determinanti e tipologie di innovazione tecnologica

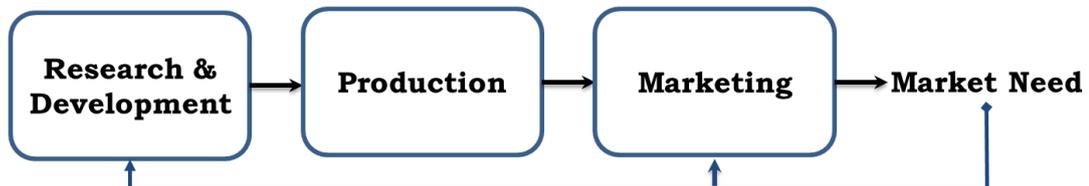
Molti studiosi, negli anni, hanno ricercato le fonti e le determinanti dell'innovazione (figura 3.2.1), come si è letto anche nel paragrafo precedente, individuandone due in particolare:

- **Technology Push:** l'innovazione avviene esclusivamente grazie ad uno sviluppo della tecnologia, ossia ad una nuova scoperta non correlata ad uno specifico bisogno espresso dal mercato. Successivamente, viene implementata in uno o più settori industriali, incontrando un'esigenza latente dei consumatori;
- **Demand Pull:** l'innovazione è generata da un bisogno del mercato o della società, che spinge l'attività di ricerca e di sviluppo tecnologico in una determinata direzione per migliorare il prodotto.

#### Technology Push



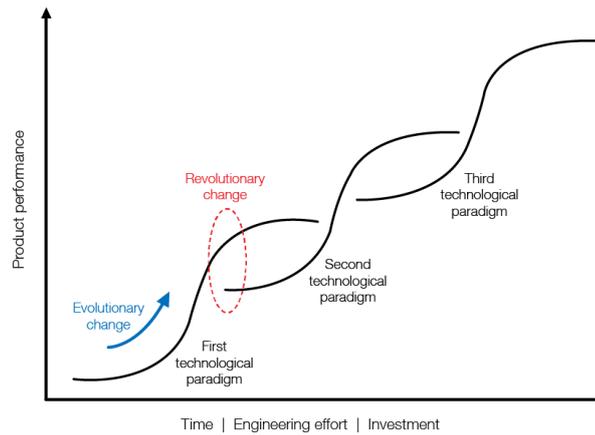
#### Demand Pull



*Figura 3.2.1: Determinanti dell'innovazione*

La disputa tra le due teorie è stata intensa e duratura, fin quando non si è intuito che l'innovazione tecnologica dipende da entrambe, a seconda dello stadio e della tipologia di innovazione. La tecnologia, infatti, non segue una traiettoria lineare e continua, bensì quello di una curva ad S o meglio una sequenza di esse (figura 3.2.2), in cui si alternano fasi di progresso *evoluzionario* e *rivoluzionario*<sup>45</sup>.

<sup>45</sup> Tushman ML, O'Reilly CA III (1996) Ambidextrous organizations. Calif Manag Rev 38(4):8–30  
Iansiti M (2000) How the incumbent can win: managing technological transitions in the semiconductor industry. Manage Sci 46(2):169–185



**Figura 3.2.2:** *Curve ad S*

Come si può vedere dal grafico soprastante, l'asse delle ascisse può essere rappresentato dal tempo, dallo sforzo di sviluppo o dall'investimento in R&S, mentre sull'asse delle ordinate vi è un indicatore della performance della tecnologia in analisi. Le imprese che intendono innovare i loro prodotti dovranno adottare nuove soluzioni tecnologiche, scegliendo tra più alternative possibili. Solitamente, questa fase risulta critica in quanto una sola di esse definirà il nuovo *paradigma tecnologico* (successiva curva ad S). Un ulteriore aspetto fondamentale, oltre che su quale tecnologia investire, è quando effettuare l'investimento, ossia la tempistica. Nel caso in cui viene effettuato in maniera prematura, potrebbe generare dei ritorni finanziari non profittevoli oppure, nelle situazioni peggiori, determinare una decisione errata sulla tecnologia. Se, invece, l'investimento nella soluzione innovativa è realizzato in ritardo non permetterebbe di sviluppare l'esperienza necessaria ad un accesso anticipato sul mercato rispetto ad altre potenziali tecnologie innovative. La teoria, in tema di innovazione, secondo la quale essere i primi ad adottare, sviluppare e commercializzare una nuova tecnologia rappresenta un vantaggio rispetto ai concorrenti è nota come *first mover advantage*.

Inoltre, come viene illustrato in figura 3.2.2, la fase *evoluzionaria* si riferisce al percorso seguito lungo una data curva ad S, mentre quella *rivoluzionaria* riguarda la transizione verso una nuova traiettoria tecnologica (nuova curva ad S). La determinante *demand pull* si rivela essere predominante nel progresso *evoluzionario*, durante la quale una data tecnologia viene migliorata e perfezionata in base alle richieste del mercato. La determinante *technology push*, invece, è prevalente nel progresso *rivoluzionario*, in quanto le imprese sono obbligate ad esplorare ed analizzare nuove tecnologie per superare i limiti di quella attuale.

Da ciò si deduce che all'interno delle organizzazioni si verificano più tipologie di innovazioni, classificabili in base a diversi criteri e prospettive. Una prima distinzione

riguarda la natura dell'innovazione, inizialmente proposta Joseph Schumpeter nella “*Teoria dello sviluppo economico*” (1911), in **prodotto** e **processo**. Successivamente, la letteratura ha introdotto l'*innovazione organizzativa*<sup>46</sup> per l'adozione di tecnologie e/o innovazioni di processo che hanno un forte impatto sul modo con cui opera l'impresa. Esempi di quest'ultima categoria possono essere quelle pratiche aziendali come il metodo agile, la *Lean Production* e il *Six Sigma* oppure l'introduzione di nuovo *Enterprise Resource Planning* (ERP) o *Customer Relationship Management* (CRM). In tempi recenti, si è diffuso il termine **business model innovation**<sup>47</sup>, riferendosi a quelle innovazioni che modificano e impattano sul modo di relazionarsi ai clienti, sulla proposta di valore dell'impresa, sui flussi di ricavi e sulla struttura dei costi. Un ulteriore criterio di differenziazione è la portata del cambiamento, suddividendo le innovazioni in **incrementali** e **radicali**<sup>48</sup> (Dutton e Thomas, 1984). La prima categoria si riferisce agli adattamenti e ai miglioramenti apportati ad un prodotto, servizio o processo già esistente, mentre la seconda tipologia crea nuove soluzioni con funzionalità innovative. Seguentemente, Henderson e Clark<sup>49</sup> (1990), in maniera specifica per l'innovazione tecnologica, hanno ampliato la suddetta classificazione, ottenendo una matrice in cui vengono inserite le definizioni di *innovazione modulare* e *architetturale*. Per comprendere tale distinzione è necessario definire che cosa si intende per architettura: essa è costituita dai componenti principali del prodotto e dalle rispettive relazioni mutuali. Dunque, un'innovazione è modulare quando cambia la tecnologia del componente specifico, ma le relazioni tra le varie parti non sono modificate, mentre è architetturale quando queste ultime cambiano e le tecnologie dei moduli restano invariate. Negli altri due quadranti della matrice sono presenti l'innovazione incrementale e l'innovazione radicale.

---

<sup>46</sup> Lam, Alice (2004), *Organizational Innovation, Working Paper, No. 1.*

<sup>47</sup> Henry Chesbrough (2010), *Business Model Innovation: Opportunities and Barriers.*

<sup>48</sup> Dutton J, Thomas A (1984) *Treating progress functions as a managerial opportunity. Acad Manag Rev* 9:235–247.

<sup>49</sup> Henderson R, Clark KB (1990) *Architectural innovation: the reconfiguration of existing product technologies and the failure of established firms. Administrative Sciences Quarterly* 35:9–30

Relationships between components Reference technologies	Do not change	Change
Change	Modular innovation (e.g. high capacity batteries in cell phones)	Radical innovation (e.g. PCs vs typewriters)
Do not change	Incremental innovation (e.g. faster spinning hard drives)	Architectural innovation (e.g. rear-wheel vs front-wheel drive cars)

**Figura 3.2.3:** Matrice di Henderson & Clark

Una prospettiva diversa è fornita da Christensen (1997) che discrimina le innovazioni in base al loro impatto sul settore industriale, suddividendole in *sustaining* e *disruptive*. Infatti, Christensen in “*The innovator’s dilemma: when new technologies cause great firms to fail*” definisce come ***sustaining innovations*** quelle che migliorano le prestazioni del prodotto consolidato e che non causano cambiamenti significativi sulle quote di mercato delle imprese presenti in un settore. Inoltre, sostiene che le *sustaining innovations* possono essere anche radicali, infatti può succedere che queste ultime non modificano le posizioni delle società leader in una *industry*. Molto più raramente, si verificano ***disruptive innovations***, definite da Christensen come “*innovazioni che si traducono in un prodotto con performance peggiori, almeno nel breve periodo. Ironia della sorte, in ciascuna dei casi studiati in questo libro, è stata una tecnologia disruptive che ha fatto fallire le aziende leader*<sup>50</sup>”. Dunque, questa tipologia di innovazione comporta un rovesciamento delle posizioni all’interno di un settore industriale, a favore di imprese che prima ricoprivano un ruolo marginale, nuovi entranti oppure anche startup.

Considerando la conoscenza come elemento differenziante nello sviluppo di nuovi prodotti o processi, le innovazioni possono essere ***competence enhancing*** oppure ***competence destroying***<sup>51</sup> (Anderson e Tushman, 1990). La prima tipologia riguarda le innovazioni conseguite dall’impresa quando fa leva sulle conoscenze presenti all’interno dei confini aziendali. Nel secondo caso l’innovazione comporta lo sviluppo di nuove competenze e capacità, molto spesso non correlate a quelle già possedute, anzi potrebbe causare l’esclusione di parte della conoscenza esistente. Infine, le innovazioni possono

<sup>50</sup> Christensen CM (1997) *The innovator’s dilemma: when new technologies cause great firms to fail*. Harvard Business School Press, Boston

<sup>51</sup> Anderson P, Tushman ML (1990) *Technological discontinuities and dominant designs: a cyclical model of technological change*. *Adm Sci Q* 35:604–633

essere distinte in *core* e *peripheral* in base alle funzionalità su cui impattano, rispettivamente se su quelle primarie o su quelle di supporto.

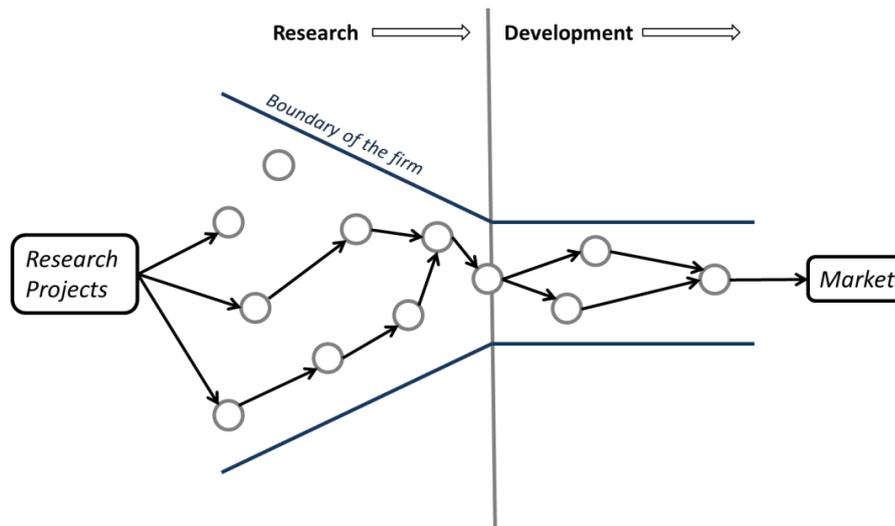
### 3.3 Dalla Closed alla Open Innovation

Nel passato, il processo di Ricerca e Sviluppo (R&S) interno era un *asset* di estremo valore strategico e rappresentava una delle fonti principali di vantaggio competitivo, oltre ad innalzare un'elevata barriera all'entrata. Infatti, solo le grandi società, come ad esempio IBM e AT&T, erano in grado di condurre tutte le attività di R&S internamente, causando considerevoli difficoltà per l'ingresso nei relativi settori industriali, visto l'investimento economico richiesto e le competenze necessarie. Questo paradigma è stato definito per la prima volta da Henry W. Chesbrough, nel suo libro "*Open Innovation: The New Imperative for Creating and Profiting from Technology*", con il nome di **Closed Innovation**. Tale modello, rappresentato graficamente in figura 3.3.1, sostiene che l'impresa è un sistema verticalmente integrato, in cui l'innovazione è ottenuta esclusivamente tramite il processo di R&S interno. All'inizio vi sono molteplici progetti di ricerca, anche se, come si può notare dalla figura sottostante, un unico prodotto viene consegnato ai consumatori finali. L'obiettivo durante i vari stadi interni del processo innovativo è di eliminare i cosiddetti "*falsi positivi*", ossia quelle idee che inizialmente sembravano interessanti, ma poi si sono rivelate deludenti. L'ipotesi, infatti, su cui si basa il *Closed Innovation Model* è che "**una innovazione di successo richiede controllo**. Le imprese devono generare le proprie idee, poi svilupparle, costruirle, commercializzarle, distribuirle, servirle, finanziarle e supportarle, il tutto internamente"<sup>52</sup>. Dunque, le regole implicite di questo paradigma sono:

- Un'impresa dovrebbe assumere il personale migliore e più intelligente;
- L'azienda che immette per prima sul mercato un nuovo prodotto e/o servizio, nella maggior parte dei casi ottiene la maggior parte dei profitti;
- Maggiori investimenti in R&S comporta la generazione di un numero maggiore di idee con un miglioramento qualitativo delle stesse;
- Una società deve impedire alle altre di appropriarsi e approfittare delle proprie invenzioni, conoscenze e tecnologie tramite meccanismi di protezione della proprietà intellettuale (IP, **Intellectual Property**), come ad esempio i brevetti o il segreto industriale.

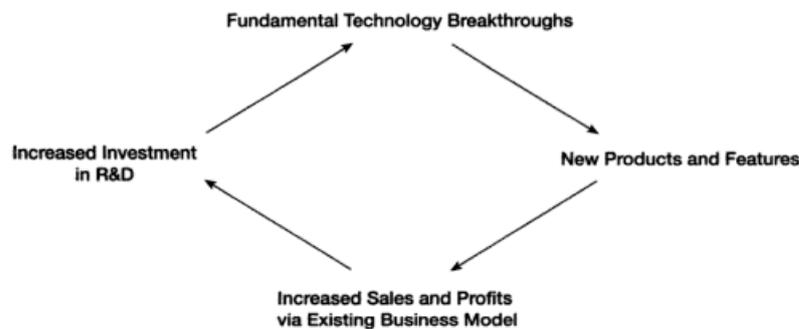
---

<sup>52</sup> Henry W. Chesbrough, "*Open Innovation: The New Imperative for Creating and Profiting from Technology*", 2003a



**Figura 3.3.1:** Rappresentazione grafica del paradigma Closed Innovation

Per anni, si è pensato che la logica della *Closed Innovation* creava un “circolo virtuoso”<sup>53</sup> (figura 3.3.2): le società investono nel processo di R&S interno, il quale conduce a nuove scoperte; le imprese, dunque, immettono nuovi prodotti e/o servizi sul mercato; aumentano le vendite e ottengono margini più elevati, il che permette di investire maggiormente in R&S. Inoltre, la maggior parte del valore viene catturato dalla impresa innovatrice grazie alla protezione della proprietà intellettuale.



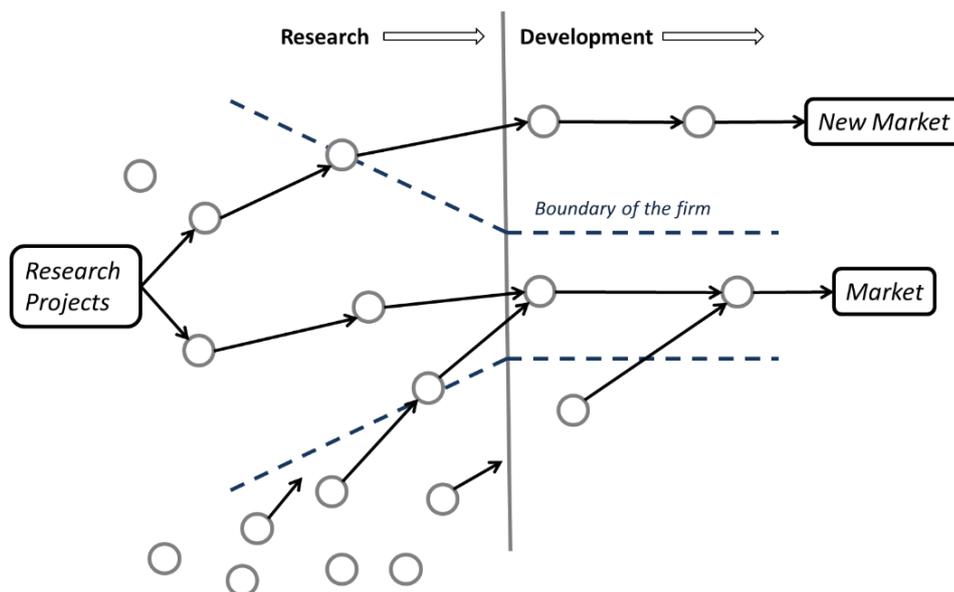
**Figura 3.3.2:** Circolo virtuoso della Closed Innovation

A partire dall’inizio del ventunesimo secolo, però, un insieme di fattori ha intaccato i fondamenti della *Closed Innovation*. Il principale è stato il considerevole aumento e la crescente mobilità di personale altamente specializzato che ha generato un mercato della conoscenza disponibile al di fuori dei laboratori di ricerca delle grandi aziende. Ciò ha reso notevolmente complesso per le imprese il controllo sulle proprie invenzioni e sulle conoscenze possedute internamente. Un ulteriore elemento è rappresentato dal rilevante

<sup>53</sup> Henry W. Chesbrough, “Open Innovation: The New Imperative for Creating and Profiting from Technology”, 2003a

incremento della disponibilità di *venture capital*, ossia capitale di rischio privato, che ha permesso il finanziamento di idee al di fuori dei confini aziendali, come ad esempio nelle *start-up*. Anche la necessità di avere un *time to market* sempre minore, riducendo, di conseguenza, il ciclo di vita della tecnologia, ha influito in maniera negativa sul paradigma della *Closed Innovation*. Infine, i fornitori e i clienti hanno acquisito un ruolo sempre più importante durante il processo innovativo, oltre ad essere meglio informati, rendendo più complesso per l'impresa appropriarsi del valore generato dall'innovazione.

I suddetti fattori hanno determinato la caduta delle ipotesi cardine del modello della *Closed Innovation*. Dunque, le imprese hanno ricercato nuovi schemi per migliorare i processi di innovazione, in particolare rendendo i rigidi confini aziendali un rivestimento (membrana) semi-permeabile, in modo tale da consentire la comunicazione con il mondo esterno. Henry W. Chesbrough denomina questo nuovo modello ***Open Innovation*** (figura 3.3.3), e lo definisce come un paradigma basato sull'assunzione che l'impresa può e dovrebbe utilizzare sia idee esterne che interne, su percorsi che portano ai mercati attuali e/o ad altri differenti. In altre parole, l'*open innovation* è un processo di innovazione distribuito che si basa sulla gestione efficace dei flussi di conoscenza tra i confini dell'impresa, utilizzando meccanismi, pecuniari e non, in linea con il modello di business dell'organizzazione per incentivare la condivisione e l'acquisizione del *know-how* e delle competenze di altre realtà esterne.<sup>54</sup>



**Figura 3.3.3:** Rappresentazione grafica del paradigma *Open Innovation*

<sup>54</sup> Brunswicker, S., and Chesbrough, H. 2015. *Open Innovation Executive Survey*. Center for Digital Open Innovation, Purdue University

Come si può dedurre dalla figura soprastante, è possibile distinguere due categorie diverse di flussi di conoscenza, denominati nel modo seguente:

- **Outside-in:** si riferisce all'apertura dei processi di innovazione di un'impresa a fonti di conoscenza esterna;
- **Inside-out:** quando l'impresa consente la deviazione verso l'esterno dei confini aziendali della conoscenza sottoutilizzata, inutilizzata oppure non coerente con il modello di business o il mercato attuale.

Di conseguenza, cambia la visione e il concetto di proprietà intellettuale, la quale nella *closed innovation* era assimilabile ad una barriera per l'innovazione, in quanto l'impresa era esclusivamente interessata alla protezione della conoscenza sviluppata internamente. Con il nuovo paradigma, invece, la proprietà intellettuale diventa un *asset* aziendale, tramite la quale è possibile ottenere ricavi addizionali, rendendo fattibili nuovi modelli di business. Quindi, un'impresa, che adotta il modello dell'*open innovation*, contratta attivamente e spesso la proprietà intellettuale, sia in entrata che in uscita. L'azienda acquista nuova conoscenza quando risulta adattabile al modello di business interno, mentre vende quella non concorde.

Da queste premesse sembra che l'*open innovation* abbia solo aspetti positivi, come la creazione di nuovi flussi finanziari in entrata e il miglioramento della performance del processo innovativo in azienda, ma in realtà tale paradigma non è esente da sfide e limiti ancora irrisolti. Una delle prove che l'*open innovation* sta attualmente affrontando è la gestione dell'impatto sui processi d'innovazione interni, in altre parole l'integrazione dei flussi di conoscenza provenienti dall'esterno con le procedure e le capacità presenti in azienda. Infatti, anche se un punto di forza di questo modello è l'inserimento di nuove idee esterne all'interno dei confini aziendali (*outside-in*), se tale flusso instrada un gran numero di idee e l'impresa non ha le capacità necessarie a valutarle in maniera corretta, ciò potrebbe generare dei colli di bottiglia nel processo di innovazione, rallentandolo notevolmente. Un ulteriore fattore da tenere in considerazione è la sindrome presente in molte realtà industriali del "*non è stato inventato qui*", complica in maniera rilevante l'accettazione da parte dell'organizzazione, in particolare del dipartimento di R&S, della conoscenza esterna. Infatti, ciò potrebbe causare delle difficoltà anche nel trasferimento dei risultati ottenuti dalla *open innovation* alle business unit che devono adottare i nuovi prodotti e/o servizi oppure lanciarli sul mercato.

I recenti sviluppi dell'*open innovation* cercano di introdurre un metodo agile per estrarre maggior valore dal processo d'innovazione. Essi sono principalmente i seguenti<sup>55</sup>:

- **Sviluppare ed adottare *business model innovation*:** questa tipologia di innovazione può essere utilizzata per creare maggior valore da diversi flussi di conoscenza, sia *outside-in* che *inside-out*. Infatti, risulta notevolmente più semplice e rapido innovare il *business model*, con processi ampiamente accettati del recente studio ***Lean Startup Movement***, iniziato da Eric Ries<sup>56</sup> e sviluppato da Steve Blank<sup>57</sup>, e con uno strumento progettuale per esplorare e testare nuove ipotesi e/o soluzioni come il ***Business Model Canvas*** di Alex Osterwalder<sup>58</sup>. Ciò consente alle imprese di valutare se è conveniente modificare il proprio *business model* in seguito ad un'innovazione oppure esternalizzare i risultati ottenuti con la metodologia più profittevole;
- **Concentrazione sui servizi:** sempre più aziende stanno cercando di estrapolare maggior valore innovando i propri servizi forniti al cliente, rendendo l'*user experience* sempre più coinvolgente, interattiva e personalizzata. Esempi di questa nuova strategia sono le nuove modalità di erogazione del servizio di *delivery* in vari settori e quello di personalizzazione offerto da aziende di abbigliamento come Lanieri, direttamente dal loro sito online. In alcuni casi il prodotto è divenuto esclusivamente una *commodity*, ossia un mezzo per l'erogazione del servizio. Dunque, è proprio quest'ultimo ad essere divenuto il *core* dell'offerta dell'impresa. Un esempio è rappresentato dai motori aeronautici di *General Electric*, che possono essere affittati tramite un programma "*power by the hour*". Il motore, dunque, diventa un servizio piuttosto che un prodotto, generando entrate economiche per l'intero ciclo di vita;

Inoltre, oggi vengono a crearsi nuovi schemi di collaborazione e *licensing* tra molti *stakeholders* differenti, dai competitors ai clienti e alle Università, durante tutte le fasi del processo d'innovazione, dunque progettare e gestire questi rapporti rappresenta il futuro dell'*open innovation*. All'interno della Commissione Europea, questo concetto è noto come

---

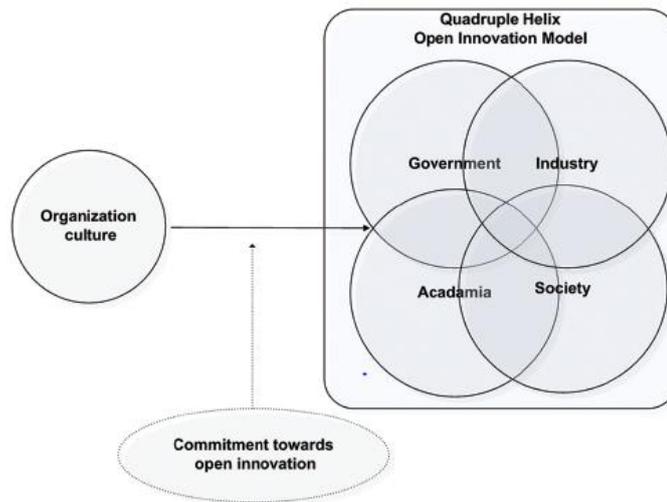
<sup>55</sup> Henry Chesbrough (2017) *The Future of Open Innovation, Research Technology Management*

<sup>56</sup>Eric Ries (2011) *The Lean Startup: How Today's Entrepreneurs Use Continuous Innovation to Create Radically Successful Businesses.*

<sup>57</sup>Steve Blank, Bob Dorf (2012) *The Startup Owner's Manual: The Step-by-Step Guide for Building a Great Company*

<sup>58</sup>Osterwalder, A., & Pigneur, Y. (2010). *Business model generation: a handbook for visionaries, game changers, and challengers.* Hoboken, NJ: John Wiley & Sons.

**Open Innovation 2.0** ed è stato creato l'**Open Innovation Strategy and Policy Group** (OISPG)<sup>59</sup>, il quale sostiene la creazione di ecosistemi di *open innovation*. Infatti, esso basa il proprio pensiero sul modello d'innovazione **Quadruple Helix**<sup>60</sup> (figura 3.3.4), in cui governo, realtà industriali, mondo accademico e partecipanti civili collaborano per co-creare il futuro e guidare i cambiamenti ben oltre la portata di quello che potrebbe fare qualsiasi organizzazione o persona separatamente (in maniera indipendente).



**Figura 3.3.4:** Modello teorico della *Quadruple Helix*<sup>61</sup>

Dunque, lo scenario futuro dell'*open innovation* è caratterizzato da reti (*network*) di collaborazione più ampi con una notevole varietà di partecipanti, dall'inserimento della business model innovation nelle strategie aziendali, da prodotti che diventano servizi (*servitilization*), dall'introduzione di nuovi servizi che migliorano o cambiano radicalmente l'*user experience*. All'interno di **"The Future of Open Innovation"** di Henry W. Chesbrough viene riportata una citazione di un manager del dipartimento di R&S che riassume in poche parole i concetti appena espressi: *"Prima dell'open innovation, il laboratorio era il nostro mondo. Con l'open innovation, il mondo, adesso, è diventato il nostro laboratorio"*.

<sup>59</sup> <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/open-innovation-strategy-and-policy-group>

<sup>60</sup> "Using the Quadruple Helix Approach to Accelerate the Transfer of Research and Innovation Results to Regional Growth" (2016), Simona Cavallini, Rossella Soldi, Julia Friedl, Margherita Volpe.

<sup>61</sup> Shazia Parveen, Aslan Amat Senin, Arslan Umar, Organization Culture and Open Innovation: A Quadruple Helix Open Innovation Model Approach, *International Journal of Economics and Financial Issues*, 2015, 5(Special Issue) 335-342.

#### 4. Industry 4.0: le tecnologie abilitanti per il settore delle telecomunicazioni

Negli ultimi anni, l'interesse nei confronti della *Industry 4.0* è aumentato notevolmente in molteplici settori industriali. Come si è visto nella parte introduttiva, questo nuovo trend è anche conosciuto come *quarta rivoluzione industriale* o *trasformazione digitale*, infatti le tecnologie emergenti sono particolarmente correlate al mondo digitale. Il settore industriale delle telecomunicazioni rappresenta un caso particolare, in quanto esistono due percorsi paralleli, entrambi legati al suddetto concetto. Da un lato vi è l'adozione delle nuove tecnologie per il cambiamento, da un altro, invece, le società operanti in tale *industry* svolgono un ruolo chiave per aziende di altri settori industriali durante il processo di trasformazione digitale.

Lo scopo di questo paragrafo è quello di illustrare le principali tecnologie abilitanti per la *telco industry* con i relativi benefici attesi, possibili problematiche e implicazioni sociali. Inoltre, sono descritte le dinamiche che stanno determinando delle innovazioni nel *business model* sull'intera *value chain* del settore delle telecomunicazioni.

##### 4.1 Cloud Computing

Secondo la definizione del *National Institute of Standard and Technology* (NIST) il "**Cloud Computing** è un modello che consente l'accesso on-demand, semplice e universale, tramite la rete, ad un insieme di risorse computazionali configurabili e condivise, che possono essere rapidamente fornite e svincolate con il minimo sforzo di gestione o interazione con il fornitore di tale servizio<sup>62</sup>". Dunque, le caratteristiche principali del cloud computing sono:

- **On-demand self-service:** un cliente può unilateralmente avvalersi di risorse informatiche, come potenza di elaborazione, spazio di archiviazione e programmi applicativi, in maniera automatica senza alcun contatto con il *service provider*;
- **Broad network access:** i servizi e le funzionalità sono disponibili sulla rete e accessibili tramite procedure standard, usando piattaforme clienti eterogenee (i.e., laptops, tablets, telefoni cellulari e stazioni di lavoro);
- **Resource pooling:** le risorse informatiche del fornitore sono raggruppate per erogare il servizio a più clienti, tramite un modello *multi-tenant*, ossia con differenti risorse fisiche e virtuali dinamicamente assegnate e riassegnate in base alla richiesta

---

<sup>62</sup> Peter Mell, Timothy Grance (2011) "The NIST Definition of Cloud Computing".

del cliente. Tali risorse possono essere geograficamente distribuite tra più data center e, solitamente, il cliente non è a conoscenza della posizione delle stesse;

- **Rapid elasticity:** le risorse computazionali possono essere fornite e svincolate in maniera elastica, in alcuni casi automaticamente, per scalare rapidamente in base alle modifiche richieste dal cliente, sia in diminuzione che in aumento. Dal punto di vista del cliente, la capacità è illimitata, ma paga esclusivamente le risorse utilizzate;
- **Measured Service:** i sistemi in cloud, automaticamente, bilanciano i carichi e ottimizzano l'utilizzo delle risorse, facendo leva su un sistema di misurazione delle capacità e delle funzionalità richieste. L'uso delle risorse può essere monitorato, assicurando trasparenza sia per il fornitore che per l'utente.

Esistono diverse tipologie di modelli di servizio (*service models*) della suddetta tecnologia. I principali sono i seguenti<sup>63</sup>:

- **Infrastructure as a Service (IaaS):** in questa tipologia di servizio un fornitore possiede e gestisce server informatici (*computer servers*), server archiviazione (*storage servers*) e l'infrastruttura di comunicazione, in altre parole svolge il ruolo di un *data center*. Quest'ultimo, infatti, è caratterizzato da edifici sicuri e climatizzati, dove sono localizzate le risorse fisiche, ovvero l'*hardware*. I clienti possono distribuire ed eseguire i propri sistemi e software applicativi, utilizzando la capacità pattuita con il fornitore. La principale responsabilità del fornitore, di conseguenza, è il *provisioning* di componenti hardware di capacità adeguata, in modo tale da soddisfare la domanda dei diversi clienti. Per consentire la configurazione di applicativi e sistemi operativi diversi sulle stesse risorse fisiche a più utenti si ricorre alla *virtualizzazione*, ossia un software con questa specifica funzione. Vista la molteplicità di clienti che accedono simultaneamente ai server, è necessario supportare, gestire e controllare diverse macchine virtuali. Ciò viene svolto da un altro software denominato *hypervisor*. L'**IaaS** viene anche definito *multi-tenant*, dato l'elevato numero di utenti indipendenti che condividono l'infrastruttura. Solitamente, le società che forniscono servizi cloud come **IaaS** mettono a disposizione dei loro utenti un'interfaccia di tipo API (*Application Programmer Interface*), in modo tale da facilitare l'interrogazione delle risorse. Inoltre, i fornitori nella maggior parte dei casi firmano un contratto denominato **Service Level Agreement (SLA)**, in cui vengono fissati i requisiti e le aspettative

---

<sup>63</sup> Peter Mell, Timothy Grance (2011) "The NIST Definition of Cloud Computing".

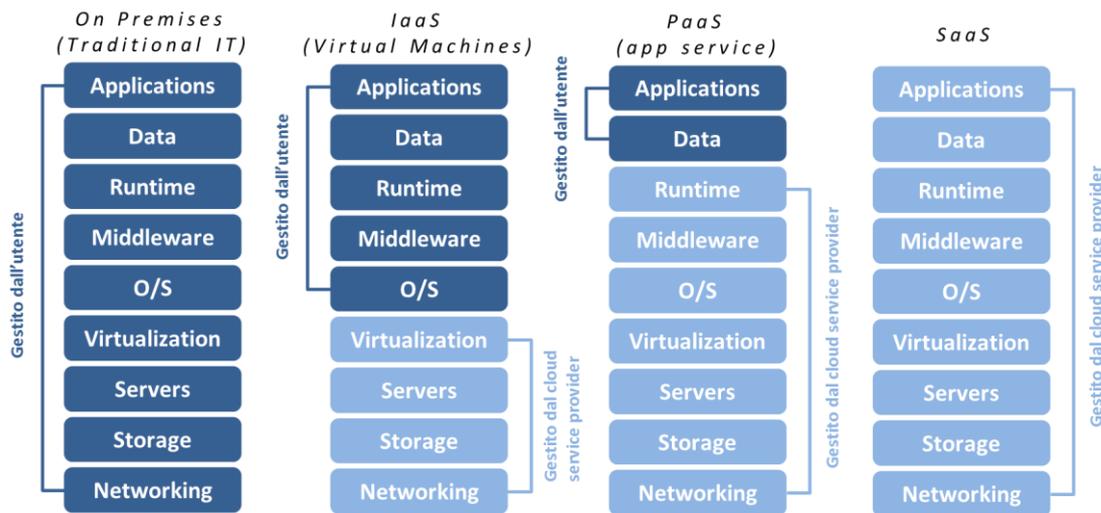
in riguardo al servizio, oltre alle politiche di fatturazione e di gestione dei conflitti. I principali provider di cloud come IaaS sono Amazon con Elastic Computing Cloud (EC2), Rackspace, IBM con SmartCloud+ e Oracle;

- **Platform as a Service (PaaS):** tale servizio è costruito al di sopra di quello IaaS, infatti il cliente sviluppa e gestisce esclusivamente le applicazioni da implementare in cloud. Dunque, il provider è proprietario ed è responsabile della gestione, oltre che dell'infrastruttura hardware, anche di quella software della piattaforma, come a titolo di esempio il sistema operativo, i linguaggi di programmazione compatibili, gli strumenti di distribuzione e sviluppo del programma applicativo. I principali fornitori di tale tecnologia sono Microsoft con Windows Azure, Amazon con Amazon Web Services (AWS), IBM con SmartCloud e Google con App Engine;
- **Software as a Service (SaaS):** in quest'ultimo caso, i clienti utilizzano l'applicazione sviluppata da un fornitore, che è in esecuzione su un'infrastruttura cloud, dunque accessibile tramite il web. L'infrastruttura cloud può essere vista come una sovrapposizione di layer "fisici" ed "astratti". Il livello fisico è costituito dalle risorse hardware e in genere include i servers, componenti di archiviazione (storage) e di rete (networking), mentre quello astratto è rappresentato dalla parte software.<sup>64</sup> Quindi, il provider di un servizio cloud come SaaS è responsabile della gestione di entrambi i layer, mentre il cliente accede direttamente al servizio, utilizzando le funzionalità del software applicativo del fornitore. L'utente, solo in alcuni casi, può modificare le impostazioni di configurazione in base alle esigenze specifiche. L'applicazione può essere utilizzata da molti clienti contemporaneamente, infatti viene anche definito come un modello *multi-tenant*. Esempi di questo modello di servizio sono Salesforce, ossia la società leader in ambito di *Customer Relationship Management (CRM)*, Mailchimp per l'e-mail advertising, Microsoft Office 365, Google Suite e Dropbox.

Nella rappresentazione grafica sottostante (figura 4.1.1) è possibile confrontare i tre modelli di servizio tra di loro e con il modello tradizionale, ossia totalmente in locale, denominato *on-premises*.

---

<sup>64</sup> Concettualmente, il layer astratto è posto al di sopra di quello fisico



**Figura 4.1.1:** Confronto tra i modelli di servizio del cloud e del sistema tradizionale

Oltre ai vari modelli di servizio disponibili in cloud, è possibile distinguere più tipi di cloud in base al modo in cui viene distribuito<sup>65</sup>:

- **Private Cloud:** infrastruttura cloud fornita per uso esclusivo di una singola organizzazione distribuito tra più utenti, come ad esempio unità aziendali. Può essere di proprietà, gestito dall'organizzazione, da una terza parte o da una combinazione di essi e può esistere all'interno o all'esterno dell'azienda;
- **Community Cloud:** infrastruttura cloud fornita per uso esclusivo di uno specifico insieme di utenti provenienti da diverse organizzazioni che hanno esigenze e strategie condivise (ad esempio: mission, requisiti di sicurezza, policy e considerazioni di conformità). Può essere posseduto, gestito da una o più organizzazioni del cluster, da una terza parte o da una loro combinazione e può esistere all'interno o all'esterno dell'azienda;
- **Public Cloud:** infrastruttura cloud fornita per uso pubblico, quindi accessibile e disponibile per chiunque. Solitamente, essa è localizzata presso una o più sedi del provider, in modo tale da poterla controllare direttamente. Di conseguenza, l'infrastruttura è condivisa simultaneamente tra molti clienti. Inoltre, vi sono sia public cloud free e a pagamento. Un esempio della prima categoria è Google, il quale offre gratuitamente spazio di archiviazione con Drive e posta elettronica con Gmail. Invece, Amazon EC2 è un esempio di public cloud a pagamento;

<sup>65</sup> Peter Mell, Timothy Grance (2011) "The NIST Definition of Cloud Computing".

- **Hybrid Cloud:** in quest'ultimo caso l'infrastruttura cloud è una composizione di due o più categorie di cloud distinte (*private, community o public*). Esse restano entità uniche, ma sono legate ed unite da protocolli standardizzati o proprietari che consentono la portabilità di dati e applicazioni. Ad esempio, un'organizzazione può decidere di mantenere parte dei suoi dati e applicazioni che considera sensibili nel proprio cloud privato ed eseguire le restanti su un cloud pubblico. Inoltre, un'organizzazione può decidere di adottare un'infrastruttura cloud ibrida per un miglior bilanciamento dei carichi, infatti in tal modo l'azienda continua ad usare in condizioni normali il cloud privato, ma per la gestione di carichi aggiuntivi può utilizzare il cloud pubblico. Ciò è anche conosciuto come *cloud bursting*.

Una volta note le caratteristiche principali e le varie tipologie di *cloud computing*, risulta possibile individuare i maggiori vantaggi e rischi correlati all'adozione di tale tecnologia, evidenziando le potenziali implicazioni sul settore industriale delle telecomunicazioni. Uno dei principali benefici è sicuramente la riduzione di investimenti in infrastruttura HW (*Capex*) quando si necessita di maggiore capacità, oltre alla diminuzione dei costi operativi (*Opex*) di manutenzione. Inoltre, le aziende di telecomunicazioni possiedono un cloud privato, sfruttando i grandi data center a disposizione. Di conseguenza, la capacità in eccesso potrebbe rappresentare un nuovo flusso di ricavi, divenendo anche un *cloud service provider*. Un ulteriore vantaggio assicurato dal cloud è l'elasticità e la scalabilità dell'infrastruttura, infatti è come se l'organizzazione avesse una disponibilità *infinita* di potenza del processore e di memoria, in quanto può richiedere più potenza di calcolo solo quando necessario e ottenerla in brevissimo tempo. Inoltre, è importante aver presente che il modello di tariffazione è di tipo "*pay-per-use*", ossia si paga esclusivamente ciò che viene richiesto, dunque viene totalmente eliminato il rischio di costruire un'infrastruttura sovradimensionata o sottodimensionata rispetto alle esigenze effettive. In altre parole, il cloud rappresenta una soluzione efficiente ed efficace dal punto di vista infrastrutturale, anche se non è esente da rischi.

Infatti, il *cloud computing*, soprattutto quello pubblico, potrebbe presentare il cosiddetto effetto del "*noisy neighbors*", ossia una degradazione delle performance dovuta al modello multi-tenant e alla condivisione delle stesse risorse fisiche. Per mitigare questa problematica i principali *cloud service providers* offrono l'opportunità di avere a disposizione dei server dedicati e privati, in altre parole una specie di cloud privato presente nella sede del fornitore. Un ulteriore rischio è correlato sulla presenza di standard specifici della singola soluzione

proprietaria, ciò significa che il processo di migrazione potrebbe risultare estremamente complesso e costoso. Dunque, potrebbe essere presente un effetto di *vendor lock-in*, ossia una forte dipendenza del cliente dal provider a causa del gran numero di problematiche che si potrebbero presentare nel momento in cui decidesse di migrare dati e/o applicazioni verso un nuovo fornitore. Dal punto di vista tecnico, la migrazione dei dati non risulta essere problematica, ma in caso di un grande volume di dati comporta sia tempi che costi elevati. Invece, per quanto riguarda la migrazione delle applicazioni il processo risulta estremamente complicato, in quanto i *cloud service provider* utilizzano protocolli e standard differenti. Dunque, nella maggior parte dei casi si richiederà di riprogrammare e adattare le applicazioni ai requisiti tecnologici del nuovo fornitore. Un'altra problematica è legata alla mancanza di controllo sul HW e sul SW, in particolare nel caso di Public Cloud e di un modello di servizio SaaS. Ciò viene risolto, nella maggior parte delle casistiche, tramite il Service Level Agreement (SLA), in cui il fornitore promette di garantire le funzionalità, le performance richieste e le risorse fisiche necessarie. Inoltre, il SLA è estremamente importante anche per uno dei principali rischi della tecnologia cloud, ossia la sicurezza e il trattamento dei dati. Infatti, il fornitore si obbliga a garantire la completa confidenzialità e sicurezza dei dati trattati, oltre alla conformità con la nuova direttiva del *General Data Protection Regulation* (GDPR). Inoltre, i dati che vengono comunicati e trafficano dall'*endpoint* del cliente fino al cloud sono protetti da efficaci sistemi di crittografia avanzata (*encryption*). Gli ultimi requisiti necessari che rendono conveniente l'adozione del cloud è la stabilità della comunicazione, elemento imprescindibile per la fornitura del servizio, e la disponibilità di un'ampia banda, necessaria per assicurare delle ottime prestazioni<sup>66</sup>.

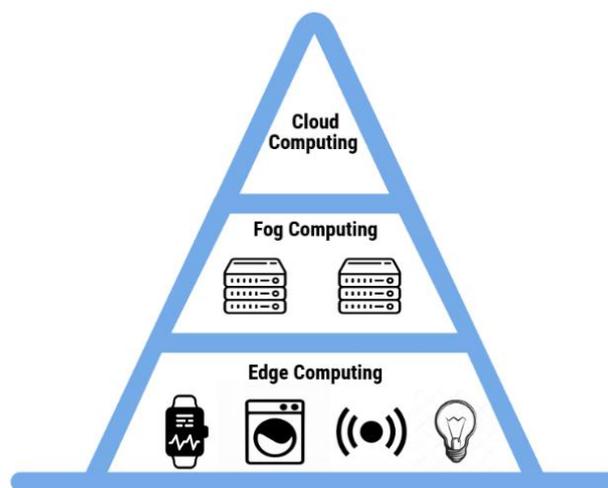
In definitiva, è possibile affermare che nell'ultimo decennio il *Cloud Computing* ha rappresentato uno dei principali trend in tema di *Information Technology* (IT), anche se l'*Internet Of Things* (IoT) sta guidando il calcolo computazionale verso una nuova direzione: **Edge Computing**. Esso è un nuovo paradigma informatico, in cui risorse di calcolo e di archiviazione sono posizionate ai margini della rete Internet, ossia in prossimità o all'interno dei dispositivi mobili, macchinari e sensori, tramite controller di automazione programmabili<sup>67</sup>. Infatti, la principale sfida lanciata dall'IoT, soprattutto in ambito industriale (*Industrial Internet of Things* – IIoT), è l'analisi di una gran moltitudine di dati

---

<sup>66</sup> V. Rajaraman (2014), *Cloud Computing Volume 19, Issue 3, pp 242–258*

<sup>67</sup> Mahadev Satyanarayanan (2017), *Edge Computing, Carnegie Mellon University, IEEE*.

con un approccio decisionale *real-time* ed il *Cloud Computing* non è in grado di assicurare tale requisito. Dunque, l'*Edge Computing* si pone l'obiettivo di ridurre al minimo possibile il tempo di elaborazione e comunicazione, ossia la **latenza**. Un ulteriore aspetto fondamentale riguarda la **privacy** e la **sicurezza** dei dati, in quanto per alcune tipologie di informazioni è vietata l'archiviazione fuori sede e, inoltre, è preferibile possedere i dati internamente, in modo tale da poterli controllare. Il nuovo paradigma, tuttavia, presenta una caratteristica negativa rispetto a quello tradizionale: *non è scalabile e flessibile*. Per superare tale limite, come mostrato nella *figura 4.1.2*, vi è una soluzione intermedia, denominata **Fog Computing**<sup>68</sup>. Una delle prime definizioni si deve a Flavio Bonomi et al. (2012): “*Il Fog computing è una piattaforma altamente virtualizzata che offre capacità di calcolo, immagazzinamento dati e servizi di rete tra i dispositivi finali e i tradizionali data center del Cloud computing. Tutto ciò, in genere, ma non esclusivamente, è offerto al limite (Edge) della rete*<sup>69</sup>”



**Figura 4.1.2:** I paradigmi di Computing

Esso, infatti, è un'estensione del *Cloud Computing*, in cui la potenza di calcolo e le risorse computazionali sono distribuite su più nodi, definiti **fog nodes** e localizzati in un'area vicina a dove vengono prodotti i dati, consentendo applicazioni *time-sensitive* in maniera elastica e scalabile. Infatti, secondo Cisco Systems, “*qualunque dispositivo capace di calcolo, immagazzinamento dati e connettività di rete può essere un nodo Fog*<sup>70</sup>”. Infine, tale paradigma supporta la mobilità dei nodi, l'integrazione con il cloud per analisi storiche o

<sup>68</sup> Termine coniato da *Cisco Systems*

<sup>69</sup> Bonomi F, Milito R, Zhu J, Addepalli S (2012) Fog computing and its role in the Internet of things. In: *Proceedings of the first MCC workshop on mobile cloud computing, Helsinki.*

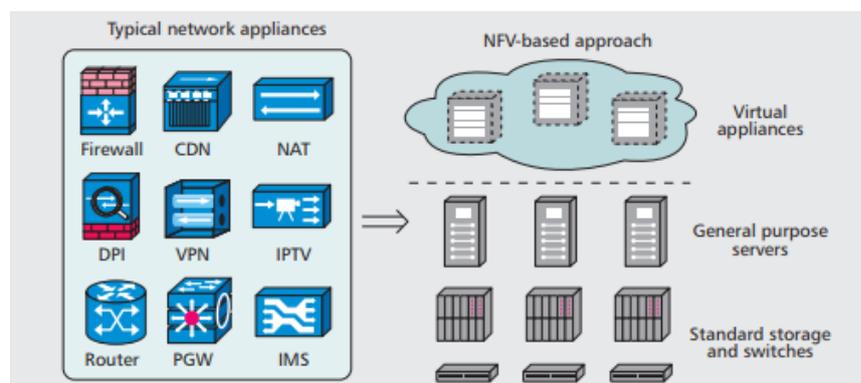
<sup>70</sup> *Fog Computing and the Internet of Things: Extend the Cloud to Where the Things Are* (2015), White Paper.

sui big data, l'eterogeneità dei dati provenienti da diversi dispositivi e rappresenta fondamentale per l'introduzione di nuove tecnologie come ad esempio la realtà aumentata e virtuale, la guida autonoma e l'IoT.

#### 4.2 La rete del futuro: Network Function Virtualization (NFV)

È noto che introdurre nuovi servizi nelle reti di telecomunicazione odierne o aggiornarle sta divenendo sempre più complesso e costoso, soprattutto, a causa della natura proprietaria delle apparecchiature hardware esistenti. In un contesto in cui le esigenze del mercato cambiano continuamente, in cui il traffico sulle reti aumenta sempre più e nel frattempo vengono richieste anche maggiori prestazioni, risulta fondamentale ricercare una soluzione. Tradizionalmente, si costruisce o si acquista un nuovo componente hardware che svolge una specifica funzione in grado di erogare il servizio richiesto, ma ciò non fa altro che aumentare il costo totale di proprietà dell'infrastruttura. Dunque, oltre alle *spese in conto capitale (Capex)* per la nuova attrezzatura, aumentano anche i *costi operativi (Opex)* legati all'utilizzo, alla gestione e alla manutenzione della rete. Recentemente, invece, si è individuata una nuova tecnologia, la **Network Function Virtualization (NFV)**, la quale diminuisce la dipendenza da dispositivi hardware specifici, aumenta l'agilità nell'erogazione di servizi innovativi e genera ulteriori benefici per i *Service Provider*.

La NFV, come viene mostrato in figura 4.2.1, è quella tecnologia che implementa funzioni di rete tramite tecniche di virtualizzazione software in esecuzione su un hardware non specifico, in altre parole una *commodity*<sup>71</sup>. Queste applicazioni virtuali possono essere implementate su richiesta senza l'installazione di nuova apparecchiatura hardware.

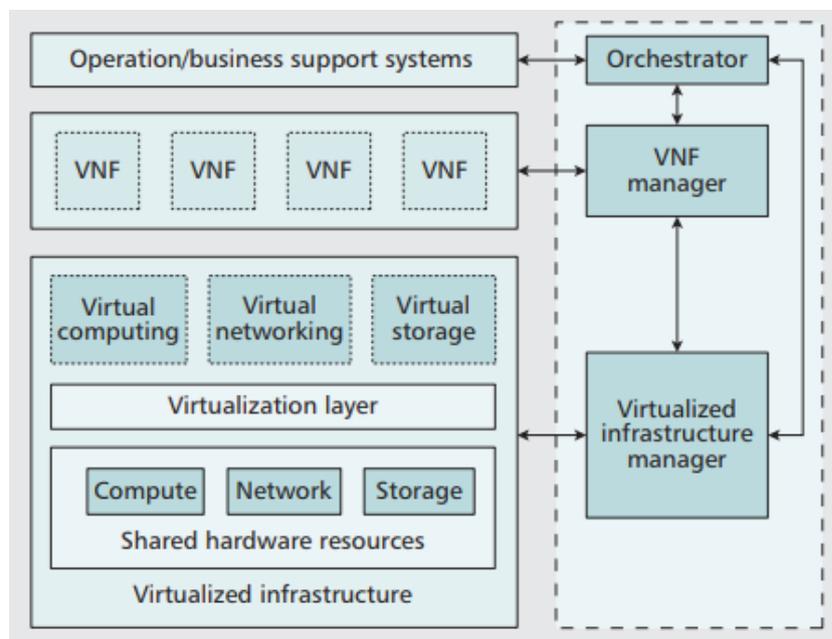


**Figura 4.2.1:** Confronto tra i componenti di una infrastruttura di rete standard (a sinistra) e quelli di una rete basata su un approccio NFV (a destra)

<sup>71</sup> "Network Function Virtualization: Challenges and Opportunities for Innovations"; Bo Han, Vijay Gopalakrishnan, Lusheng Ji e Seungjoon Lee; 2015

Quindi, il principale concetto della NFV è il disaccoppiamento, tramite la virtualizzazione, dell'attrezzatura fisica di rete dalle funzioni specifiche che svolgono. In questo modo, un dato servizio può essere scomposto in un insieme di *funzioni di rete virtuali* (**Virtual Network Functions, VNFs**), ossia istanze software rappresentate da un numero o una parte di macchine virtuali (Virtual Machine, VM) che eseguono diversi processi di una funzione di rete. Inoltre, le VNF possono essere trasferite e implementate in diverse localizzazioni di rete, ad esempio per introdurre un servizio rivolto ai clienti in una specifica posizione geografica, senza necessariamente acquistare e installare ulteriore componentistica hardware.<sup>72</sup>

Il concetto è nato nell'ottobre 2012, quando alcuni dei più importanti operatori di rete hanno redatto un "white paper" in cui si richiede un'azione sia industriale che scientifica sul tema. Durante il mese successivo sette di questi operatori (*AT&T, BT, Deutsche Telekom, Orange, Telecom Italia, Telefonica e Verizon*) hanno selezionato l'**European Telecommunications Standards Institute (ETSI)** come sede dell'**Industry Specification Group per NFV (ETSI ISG NFV)**, con l'obiettivo di stabilire gli standard e le metriche principali della nuova tecnologia. Tale istituto ha definito un'architettura di alto livello per la tecnologia NFV, illustrata in figura 4.2.2, in cui è possibile distinguere quattro blocchi principali:



**Figura 4.2.2:** Modello architetturale della NFV<sup>73</sup>

<sup>72</sup> Network Function Virtualization: State-of-the-art and Research Challenges

<sup>73</sup> Network Function Virtualization: Challenges and Opportunities for Innovations

- **Orchestrator:** è l'elemento responsabile della gestione e dell'orchestrazione delle risorse software e dell'infrastruttura hardware virtualizzata per realizzare servizi di rete;
- **VNFs manager:** svolge la funzione di implementazione, ridimensionamento, terminazione e aggiornamento degli eventi durante il ciclo di vita delle VNFs. Inoltre, rappresenta un componente a supporto dell'automazione;
- **Virtualization layer:** permette la virtualizzazione delle risorse fisiche e rappresenta il collegamento delle VNFs all'infrastruttura fisica. Garantisce che il ciclo di vita di una VNF sia indipendente dalle componenti hardware sottostanti tramite interfacce standardizzate. Questo tipo di funzionalità viene in genere fornito sotto forma di macchine virtuali (VM) e dei relativi *hypervisor*, che permette la gestione efficace ed efficiente delle VM;
- **Virtualized Infrastructure Manager:** esso gestisce le risorse di calcolo, di rete e di archiviazione configurabili e controlla la loro interazione con le VNFs. Inoltre, distribuisce e alloca le VM sugli *hypervisor* e gestisce la loro connettività di rete. Infine, analizza le cause di eventuali problematiche di prestazione e raccoglie informazioni sui guasti dell'infrastruttura per la pianificazione e l'ottimizzazione della capacità.

Dunque, è possibile individuare l'infrastruttura della NFV, denominata **NFVI** (*Network Function Virtualization Infrastructure*), suddivisa in risorse fisiche e risorse virtuali. Essa costituisce l'ambiente in cui vengono implementate le VNFs. Inoltre, l'insieme rappresentato dal *Virtualized Infrastructure Manager*, dal *VNFs manager* e dall'*Orchestrator*, è definito **NFV MANO** (*Management and Orchestration*). Quest'ultimo si occupa di gestire sia l'infrastruttura, sia le VNFs e i sistemi tradizionali di gestione della rete come gli OSS (*Operation Support System*) e i BSS (*Business Support System*), ossia quelle applicazioni che permettono ai Service Provider di erogare i propri servizi. In aggiunta, il modello definisce delle interfacce che possono essere usate per le comunicazioni tra i differenti componenti della NFV MANO, in modo di avere una coordinazione tra i vari livelli dell'architettura.<sup>74</sup>

---

<sup>74</sup> *Network Function Virtualization: State-of-the-art and Research Challenges*

Rispetto alla pratica corrente, la NFV introduce tre principali differenze<sup>75</sup>:

- **Separazione del software dall'hardware:** consente al software di evolvere indipendentemente dall'hardware e viceversa;
- **Distribuzione flessibile delle funzioni di rete:** risulta possibile distribuire automaticamente il software su un insieme di risorse hardware che possono eseguire funzioni diverse in momenti diversi in più data center;
- **Provisioning dinamico del servizio:** gli operatori di rete possono scalare le prestazioni della NFV in modo dinamico e su base crescente per necessità con un controllo di granularità fine in base alle condizioni della rete corrente.

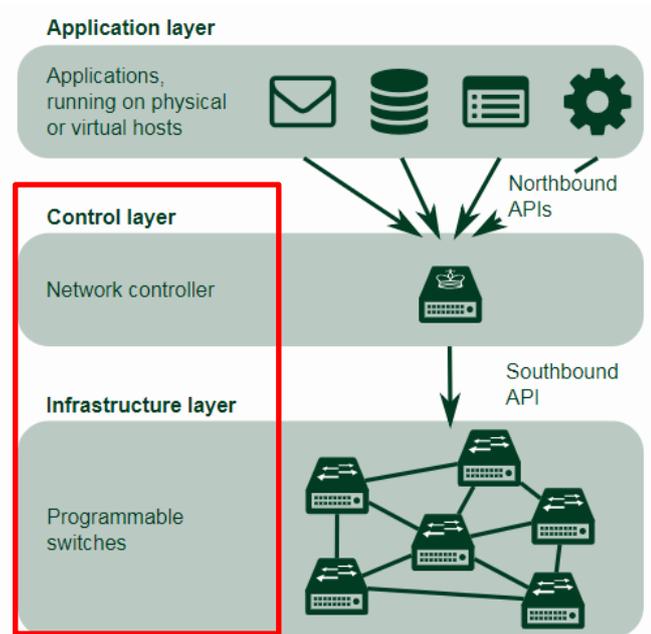
Risulta altrettanto importante notare che, dal quadro architettonico sopra definito, si delineano due principali abilitatori della NFV: *i server generici ad alto volume ed il cloud computing*. Una caratteristica comune dei server standard del settore è che il loro volume elevato consente di trovare facilmente componenti intercambiabili al loro interno ad un prezzo competitivo, rispetto alle applicazioni di rete basate su circuiti integrati specifici. L'utilizzo di questi server, inoltre, riduce il numero di diverse architetture hardware presenti nelle reti degli operatori e prolunga il ciclo di vita delle risorse fisiche quando le tecnologie si evolvono (ad esempio, eseguendo versioni software diverse sulla stessa piattaforma). Anche il *cloud computing*, tramite lo sviluppo di tecniche di virtualizzazione tramite *hypervisor*, ha reso realizzabile la NFV.

La ricerca, inoltre, si sta concentrando sulla combinazione della NFV con un'altra tecnologia di rete emergente: la *Software Defined Networking (SDN)*, la quale rende le capacità di rete elastiche tramite il controllo software centralizzato. Infatti, l'innovazione principale della SDN, rispetto al modello tradizionale, è il disaccoppiamento del piano di controllo (*Control layer*) dal piano dati (*Data o Infrastructure layer*) ed il consolidamento delle funzioni di controllo in un *controller logicamente centralizzato*. Nell'ultimo livello, ossia l'*Infrastructure layer*, come si può notare dalla figura 4.2.3, sono presenti gli Switch programmabili attraverso una configurazione software. Infatti, allo strato superiore è allocato il *Network Controller*, elemento responsabile dell'amministrazione del flusso di rete, in cui vengono gestite e trasferite, tramite il protocollo denominato *Southbound APIs*, le informazioni necessarie al livello sottostante. L'*Application layer*, anche conosciuto con

---

<sup>75</sup> ETSI, "Network Functions Virtualisation (NFV); Architectural Framework," GS NFV 002 (v. 1.1.1), Oct. 2013.

il nome di *Orchestration Plane* o *Service Orchestration Plane*, definisce i requisiti di rete e li comunica attraverso il protocollo *Northbound APIs* al *Control layer*.



*Figura 4.2.3: Architettura SDN*

I principali benefici della SDN sono i seguenti:

- **Minori costi operativi (Opex)**, grazie all'automazione garantita dalla presenza del *Network Controller*. Infatti, in caso di modifiche è necessario esclusivamente intervenire su di esso e non manualmente sui singoli switch;
- **Minori costi in conto capitale (Capex)**, effetto dovuto alla riduzione dei costi impegnati per l'attrezzatura hardware e ad una minore dipendenza dal fornitore dei componenti di rete, in altre parole una diminuzione del lock-in esercitato dal vendor;
- **Maggiore rapidità nell'implementazione ed erogazione di nuovi servizi**, grazie alla flessibilità assicurata dal nuovo paradigma, come ad esempio la possibilità di fornire larghezza di banda "on demand".

In definitiva, è possibile affermare che sia la SDN sia la NFV sono nuove tecnologie per i servizi di rete. Eppure, non sono due modelli concorrenti, ma piuttosto soluzioni complementari: la SDN prende in carico l'automazione della rete, implementando l'inoltro dei dati con l'impostazione di regole di traffico dinamiche e resilienti, mentre la NFV si concentra sui servizi che devono essere forniti tramite la rete, consentendo un'efficiente allocazione e distribuzione delle risorse virtualizzate. Dunque, la NFV e la SDN sono

reciprocamente vantaggiosi, altamente complementari tra loro e condividono la stessa caratteristica di promuovere l'innovazione, anche se presentano ancora molte sfide in termini di interoperabilità con le reti esistenti, la necessità di nuove abilità successivamente il cambio di paradigma, la coesistenza di attrezzature hardware di vendor differenti e, infine, in termini di sicurezza, soprattutto se le funzioni vengono centralizzate in un unico ambiente cloud.

### 4.3 Robotics & Automation

L'industria 4.0 è stata definita nel 2011 in un progetto promosso dal governo tedesco come un paradigma emergente in cui i sistemi di produzione e logistica, sotto forma di **Cyber-Physical Systems (CPS)**, utilizzano in maniera intensiva la rete di informazione e di comunicazione, raggiungendo un'elevata automazione dei processi e, dunque, una maggiore efficienza produttiva. Il termine CPS è stato definito per le tecnologie, in cui i sistemi fisici creati dall'uomo (*physical space*), sono strettamente integrati con i sistemi di calcolo, comunicazione e controllo (*cyber space*)<sup>76</sup>. Essi sono caratterizzati dal fatto che l'insieme di macchine e i controllori integrati monitorano i processi mediante feedback. In altre parole, i dati generati e i relativi calcoli influenzano la scelta e il corso degli stessi processi<sup>77</sup>. La tecnologia che consente lo scambio di informazioni e dati tra diversi dispositivi è nota come *Machine-to-Machine (M2M)*, definito come l'insieme di algoritmi e procedure che consentono a dei sistemi integrati di poter svolgere in maniera autonoma delle operazioni in funzione del trasferimento automatico dei dati senza che vi sia alcun intervento da parte dell'uomo.

In generale, la robotica svolge un ruolo da protagonista nel processo di automazione aziendale, in particolare nel settore industriale manifatturiero moderno, ma non solo, come verrà descritto in seguito. Infatti, solo in Europa, il numero di robot industriali è quasi raddoppiato dal 2004<sup>78</sup>. Come introdotto precedentemente, uno degli aspetti fondamentali in ottica *Industry 4.0* sono i metodi di produzione autonomi basati su robot in grado di completare le attività in modo intelligente, con particolare attenzione a sicurezza, flessibilità, versatilità e collaborazione.

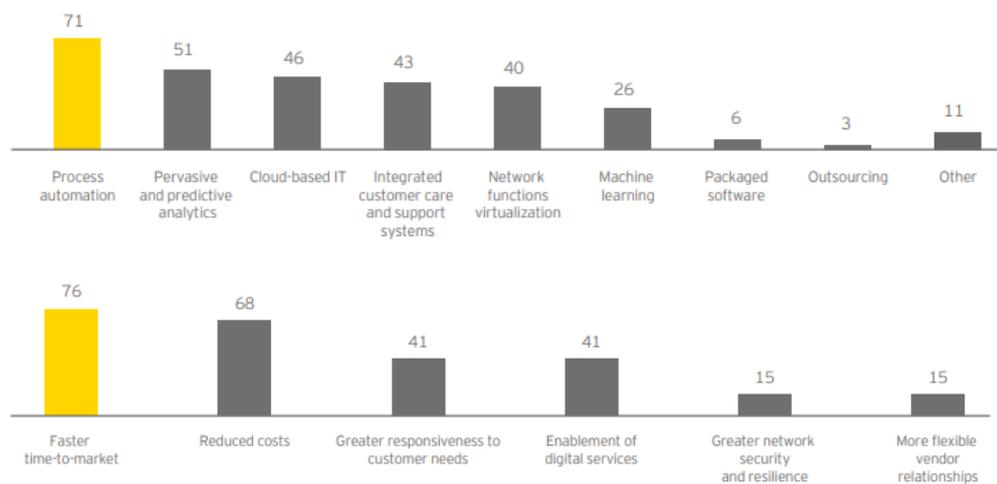
---

<sup>76</sup> B. Bagheri, S. Yang, H.A. Kao, J. Lee, *Cyber-physical Systems Architecture for Self-Aware Machines in Industry 4.0 Environment, IFAC Conference 38-3 (2015) 1622–1627.*

<sup>77</sup> E. A. Lee, "Cyber physical systems: Design challenges," in: *Proc. 11th IEEE Int. Symp. on Object Oriented Real-Time Distributed Computing (ISORC) (May 6, 2008, Orlando, FL., USA) (2008), pp. 363–369.*

<sup>78</sup> Roland Berger Strategy Consultants. 2014. *Industry 4.0, The New Industrial Revolution: How Europe Will Succeed. International Conference The Next Industrial Revolution Manufacturing and Society in the XXI Century, Turin, November 14 – 15.*

Dopo il suddetto quadro generale, verranno analizzate le potenzialità della robotica e i vantaggi dell'automazione nel settore industriale delle telecomunicazioni. Il processo di automazione nelle telecomunicazioni è cominciato molti decenni fa, da quando, ad esempio, i quadri manuali sono stati sostituiti da quelli automatici. Da allora, l'automazione è divenuto un percorso evolutivo “naturale” per migliorare le prestazioni e ridurre i costi operativi. Tuttavia, la scalata, attualmente in corso, dell'automazione è drasticamente più significativa, con conseguenze e rischi decisamente più alti rispetto al passato. Le società operanti nel settore delle telecomunicazioni desiderano ottenere dall'automazione, oltre la riduzione dei costi, una sempre maggiore velocità nell'erogazione di nuovi servizi, ossia un minor *time-to-market*. A testimonianza di ciò, nel report “*Digital transformation for 2020 and beyond: a global telecommunications study*”, in cui vengono intervistati dalla società Ernst-Young i top manager di alcuni degli operatori più grandi al mondo, sono presenti i grafici sottostanti:



**Figura 4.3.1:** Principali tecnologie per l'eccellenza operativa e relativi benefici attesi<sup>79</sup>

Da ciò si deduce che l'automazione dei processi viene identificata come lo strumento necessario al raggiungimento dell'eccellenza operativa con i conseguenti benefici. Inoltre, è possibile notare che sia il Cloud sia la NFV, analizzati nei paragrafi precedenti, rappresentano altre tecnologie importanti per la trasformazione digitale delle aziende operanti in tale settore.

Una delle principali innovazioni in tema di robotica e di automazione nel settore delle telecomunicazioni è la **Robotic Process Automation (RPA)**, che rappresenta uno dei casi studio, di cui si definiranno dettagliatamente, nel Capitolo successivo, le caratteristiche, i

<sup>79</sup> I risultati sono stati ottenuti dalle prime tre risposte indicate dagli intervistati e riportati in percentuale

benefici attesi e i potenziali sviluppi futuri. Tuttavia, è importante specificare che, sebbene il termine sembri indicare dei CPS o dei robot fisici, in realtà si riferisce all'implementazione e alla configurazione di un software in grado di eseguire il lavoro precedentemente fatto da una persona. Esempi sono il trasferimento di dati da più sorgenti di input (e-mail, foglio di calcolo) a sistemi informativi, quali *Enterprise Resource Planning (ERP)* e *Customer Relationship Management (CRM)* oppure delle operazioni sulle varie applicazioni presenti in azienda.

#### 4.4 Internet of Things (IoT): servizi evolutivi nelle telecomunicazioni

La parola *Internet of Things (IoT)* è stata coniata, nel 1999, da Kevin Ashton<sup>80</sup>. Oggi, l'IoT è un paradigma ben definito per una rete di dispositivi e sensori che sono in grado di connettersi ad Internet, infatti viene descritto dall'*Institute of Electrical and Electronic Engineers (IEEE)* come "una rete di oggetti, ciascuno integrato con dei sensori, che sono collegati ad Internet."

Secondo Cisco Business Solutions Group, entro il 2020, saranno presenti 50 miliardi di dispositivi IoT<sup>81</sup>. A testimonianza dell'affermazione precedente, oggi, la crescente pervasività ed ubiquità, di dispositivi informatici, dotati di capacità di rilevamento e comunicazione, sta aprendo la strada alla realizzazione della visione proposta dall'IoT. Infatti, è stata sviluppata una grande varietà di tecnologie di comunicazione, interessando diversi domini applicativi e requisiti di comunicazione. Alcune di queste tecnologie sono prevalenti in un dominio applicativo specifico, come il *Bluetooth Low Energy* nella *Personal Area Network* e il *Zigbee* nella *Smart Home*. Invece, altri come **WiFi**, **reti a bassa potenza** (LPWA) e protocolli di comunicazione mobile, come la *Long Term Evolution* (rete 4G), hanno un ambito applicativo nettamente più ampio<sup>82</sup>. Inoltre, questo settore è in costante e rapida evoluzione, con nuove tecnologie regolarmente proposte, mentre quelle esistenti si muovono verso nuove applicazioni.

La principale classificazione del paradigma IoT, emersa negli ultimi anni, è quella tra **Consumer IoT (cIoT)** ed **Industrial IoT (iIoT)**<sup>83</sup>, con evidenti implicazioni in termini di tecnologie abilitanti e modelli di business correlati. Il primo si pone l'obiettivo di migliorare

---

<sup>80</sup> K. Ashton, "That 'Internet of Things' Thing," *RFiD Journal*, vol. 22, pp. 97-114, 2009.

<sup>81</sup> D. Evans, "The Internet of Things How the Next Evolution of the Internet Is Changing Everything" Cisco Internet Business Solutions Group, Tech. Rep., 2011.

<sup>82</sup> *Internet of Things in the 5G Era: Enablers, Architecture, and Business Models*; Maria Rita Palattella, Mischa Dohler, Alfredo Grieco, Gianluca Rizzo, Johan Torsner, Thomas Engel, and Latif Ladid; 2016.

<sup>83</sup> D. Bandyopadhyay and J. Sen, "Internet of things: Applications and challenges in technology and standardization," *Wireless Pers. Commun.*, vol. 58, no. 1, pp. 49-69, 2011.

la vita delle persone, oltre ad un risparmio di tempo ed economico. Il cIoT riguarda, quindi, l'interconnessione di dispositivi elettronici di consumo e di qualsiasi altro oggetto che appartenga agli ambienti degli utenti, come case, uffici e città. Al contrario, l'Industrial IoT si concentra sull'integrazione tra *Operational Technology* (OT) e *Information Technology* (IT)<sup>84</sup>, oltre a focalizzarsi sul miglioramento, tramite dispositivi e sensori intelligenti o sistemi di analisi dei dati, dei servizi B2B in un'ampia varietà di settori di mercato. Generalmente, riguarda interazioni ***Machine-to-Macchine*** (M2M), sia per l'attività di monitoraggio dei macchinari o delle applicazioni aziendali, sia come parte di un sistema auto-organizzato, con un controllo distribuito che non richiede l'intervento umano, ossia impianti industriali autonomi<sup>85</sup>. Nonostante le loro evidenti differenze, questi due domini del paradigma IoT presentano alcuni requisiti generali di comunicazione in comune, come la scalabilità, la necessità di vincoli per la sicurezza informatica (*Cyber Security*) e la compatibilità con l'*Internet Protocol* (IP). Tuttavia, altri requisiti di comunicazione specifici risultano essere diversi, soprattutto in termini di affidabilità, *Quality of Service* (QoS), come ad esempio la latenza, e di privacy. Le comunicazioni cIoT sono in genere *machine-to-user* e, di solito, sotto forma di interazioni *client-server*. Dunque, le caratteristiche ricercate nei dispositivi cIoT sono basso consumo energetico, facilità di installazione, integrazione e manutenzione. Infatti, l'avvento di sistemi di tracciabilità fitness e salute, orologi intelligenti e smartphone con svariati sensori richiede un'elevata efficienza energetica, ma allo stesso tempo, tali applicazioni devono ridurre al minimo il rischio di divulgare all'esterno dati sensibili e privati, come lo stato di salute o le abitudini di vita dell'utente. Ovviamente, l'aumento del numero di nodi e delle informazioni scambiate moltiplica le potenziali vulnerabilità del sistema agli attacchi<sup>86</sup>. L'iIoT, invece, nasce da un'ampia base di sistemi che impiegano la comunicazione M2M (anche nota come ***Machine Type Communications***, MTC) per l'automazione e/o il monitoraggio dei processi. In questo caso, le performance richieste sono notevolmente superiori, pertanto, la rete di comunicazione deve essere progettata per avere un'elevata velocità di scambio di informazioni e/o di dati, essere robusta alle perdite degli stessi, essere sicura e resiliente ai potenziali danni e, più in generale, raggiungere l'equilibrio economico tra spese in conto

---

<sup>84</sup> M. R. Palattella, P. Thubert, X. Vilajosana, T. Watteyne, Q. Wang, and T. Engel, "6tisch wireless industrial networks: Determinism meets ipv6 in Internet of Things". New York, NY, USA: Springer, 2014, pp. 111–141.

<sup>85</sup> L. Da Xu, W. He, and S. Li, "Internet of things in industries: A survey," *IEEE Trans. Ind. Informat.*, vol. 10, no. 4, pp. 2233–2243, Nov. 2014.

<sup>86</sup> S. Sicari, A. Rizzardi, L. Grieco, and A. Coen-Porisini, "Security, privacy and trust in internet of things: The road ahead," *Comput. Netw.*, vol. 76, pp. 146–164, 2015.

capitale, spese operative (*Capex/Opex*) e disponibilità di sistemi e servizi. Le reti di 3G, 4G e in particolare LTE 3GPP<sup>87</sup>, sono tra le tecnologie più interessanti nel moderno panorama dell'IoT. Infatti, offrono ampia copertura, costi di implementazione relativamente bassi, elevato livello di sicurezza, accesso a spettro dedicato e semplicità di gestione. Tuttavia, essendo progettati per comunicazioni a banda larga ottimizzate, non supportano in modo efficiente le comunicazioni di tipo M2M.

In tale scenario, in cui gli oggetti connessi ad Internet continuano ad aumentare, l'arrivo della **rete di quinta generazione (5G)**, avrà un impatto *disruptive*, non solo dal punto di vista tecnico, in quanto rappresenterà un'opportunità di innovazione di servizio estremamente interessante per gli operatori di rete<sup>88</sup>. In generale, le caratteristiche delle reti di nuova generazione, come l'aumento della velocità di trasmissione dati, la ridotta latenza, una copertura migliorata e la capacità di supportare grandi quantità di dispositivi, sono potenzialmente in grado di soddisfare i requisiti più stringenti delle applicazioni IoT. Tuttavia, la maggior parte delle applicazioni IoT contemporanee impiegano diversi servizi avanzati, in genere basati sul *Cloud Computing*, con capacità di archiviazione e funzionalità di notifica. Al giorno d'oggi, gli sviluppatori, infatti, si affidano a provider di cloud centralizzati, nella maggior parte dei casi di proprietà degli Over-The-Top, per le loro applicazioni IoT, anche se sperimentano diversi problemi, come una latenza relativamente elevata e un'affidabilità "imprevedibile", soprattutto in caso di grandi quantità di dati da gestire e da trasmettere. La rete 5G può fornire una gestione intelligente delle risorse connesse e/o offrire alcuni di questi servizi avanzati direttamente a livello di rete. In questo modo, gli sviluppatori di applicazioni IoT saranno in grado di sfruttare le risorse fornite dalla rete, adottando approcci di *Edge Computing* o *Fog Computing*<sup>89</sup>, insieme a tutti gli altri vantaggi offerti dalla rete 5G. Le società di telecomunicazioni potrebbero sfruttare la tecnologia 5G per diversi scopi: da fornitore tradizionale di infrastruttura di comunicazione di base a fornitore di soluzioni **end-to-end** per l'IoT<sup>90</sup>. Gli operatori di rete possono offrire un insieme irresistibile di servizi con il 5G, che spingerebbe gli sviluppatori IoT a preferire

---

<sup>87</sup> 3GPP, "Study on provision of low-cost machine-type communications (MTC) user equipments (UEs) based on LTE," 3GPP TR 36.888, 2013. <http://www.3gpp.org/dynareport/36888.htm>

<sup>88</sup> "On the advanced services that 5G may provide to IoT applications"; Corno, Fulvio; De Russis, Luigi; Saenz, Juan Pablo (2018).

<sup>89</sup> F. Bonomi, R. Milito, J. Zhu, and S. Addepalli, "Fog computing and its role in the internet of things," in *Proceedings of the First Edition of the MCC Workshop on Mobile Cloud Computing*, ser. MCC '12. New York, NY, USA: ACM, 2012, pp. 13–16

<sup>90</sup> E. Cero, J. Barakovic Husic, and S. Barakovic, "IoT's tiny steps towards 5g: Telco's perspective," *Symmetry*, vol. 9, no. 10, p. 38, 2017.

la rete delle società di telecomunicazioni rispetto al *Cloud Computing*. Inoltre, un'ulteriore sfida per gli operatori di rete, in tema di protocolli di comunicazione, sarà la gestione della complessità e dell'eterogeneità. La NFV e l'uso della SDN, ad esempio, potrebbero consentire di fornire una topologia di rete flessibile con un modello di monitoraggio e di gestione in grado soddisfare i requisiti degli utenti finali<sup>91</sup>.

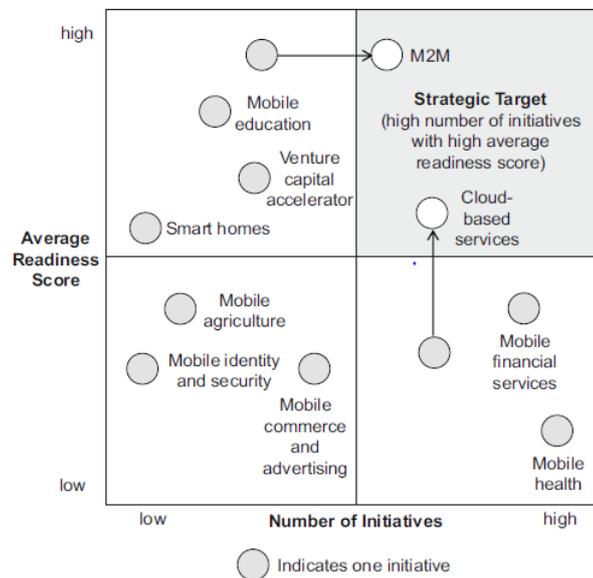
Una delle fondamenta dell'**Industry 4.0** è il concetto di automazione, che a sua volta trova le sue maggiori applicazioni nell'IoT e nei CPS, visti nel Paragrafo precedente. Entrambi, dal punto di vista delle comunicazioni, si basano in gran parte su Internet mobile, cioè reti di telecomunicazioni, ma finora le società operanti in tale settore industriale non hanno giocato un ruolo importante. Sia l'*Information Technology* (IT) sia le reti di telecomunicazioni, sino ad adesso, non erano in grado di far fronte alle esigenze specifiche dell'automazione per una comunicazione deterministica, affidabile ed efficiente. Le analisi in tempo reale ed altre applicazioni tecnologiche automatiche saranno possibili grazie alle caratteristiche sopra descritte del 5G, dunque le società di telecomunicazioni sono interessate ad estrarre il massimo valore possibile dalle suddette innovazioni. Le stesse potrebbero svolgere il ruolo di abilitatore della trasformazione digitale a livello industriale tramite una propria piattaforma flessibile che permette la fornitura di servizi innovativi, generando, di conseguenza, un grande cambio nelle reti industriali.

Gli operatori di telecomunicazioni, in realtà, hanno bisogno di occupare una posizione stabile e sostenibile nel lungo termine nel mercato della connettività M2M e di investire nelle opportunità, ancora più ampie, offerte dall'emergente paradigma dell'IoT. Come è stato descritto nel Capitolo 2, con particolare focalizzazione sul mercato italiano, le società di telecomunicazioni hanno necessità di innovare il proprio modello di business ed i servizi erogati, visti i trend negativi di quelli storici, come quello della voce. Un dato che fa riflettere sulle potenzialità del mercato delle comunicazioni M2M è fornito da Cisco, in quanto prevede che, nel 2020, le suddette rappresenteranno circa il 26% del traffico di dati globale (nel 2015 già coprivano il 7,7%, con un tasso annuale di crescita del 38%). I *Communication Service Provider* (CSP) di tutto il mondo aspirano ad espandere i loro core business, implementando nuovi servizi digitali e generando nuovi flussi di ricavi. Potenziali opportunità in altri mercati sono: l'auto connessa ad Internet (SIM M2M per la gestione e l'analisi dei dati), e-health e la *Smart Home*, come viene mostrato nella figura 4.4.1, in cui

---

<sup>91</sup> "The Future of Industrial Communication: Automation Networks in the Era of the Internet of Things and Industry 4.0", MARTIN WOLLSCHLAEGER, THILO SAUTER, and JÜRGEN JASPERNEITE, 2017

vengono classificati in base al numero delle iniziative (asse delle ascisse) e al livello di maturità (asse delle ordinate).



**Figura 4.1.1:** Correlazione di mercati in base al numero di iniziative e al livello di maturità <sup>92</sup>

In generale, però, il processo non è semplice, anzi risulta essere alquanto rischioso, in quanto l'IoT presenta molteplici domini applicativi e la competizione di imprese di altri settori industriali è alta.

#### 4.5 Artificial Intelligence (AI)

L'**intelligenza artificiale (AI)** è un concetto formalizzato a metà degli anni '50 da John McCarthy, identificato come *“la scienza e l'ingegneria per costruire macchine intelligenti”*<sup>93</sup>. L'idea di creare una macchina che possa “pensare” in modo simile alla mente umana risale al 1950, quando il pioniere dell'informatica Alan Turing, nel suo seminario *"Computing Machinery and Intelligence"*, espose diversi parametri di valutazione per comprendere se una macchina potesse essere reputata intelligente, da allora diventato noto come il **'Test di Turing'**<sup>94</sup>. Oggi, B.J. Copeland <sup>95</sup>, definisce l'AI come la capacità di un computer o di un robot di eseguire attività comunemente associate all'intelligenza umana. Infatti, il suddetto termine viene, frequentemente, associato a sistemi dotati dei processi

<sup>92</sup> Modello originario: Velasco-Castillo, E., & de Renesse, R. (2014). *Digital economy readiness index: Mapping telco innovation and digital strategies*. London: Analysys Mason Limited. Successivamente, ampliato da Christian Czarnecki, Christian Dietze in *Understanding Today's Telecommunications Industry Cap. 2, Pag. 17-54, Springer International Publishing AG (2017)*.

<sup>93</sup> Definizione proposta dallo stesso Johnny McCarthy durante la creazione di un gruppo di lavoro su tale tematica.

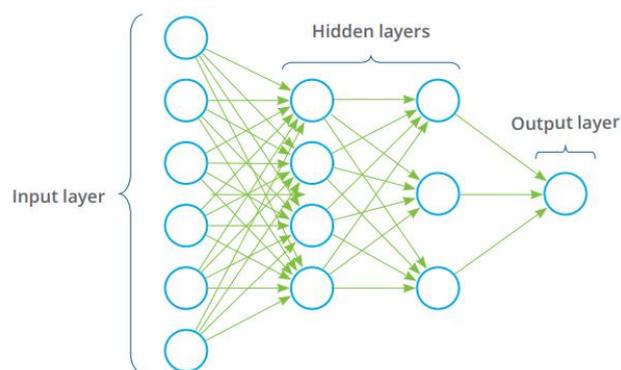
<sup>94</sup> *Artificial Intelligence Innovation Report, Deloitte, 2018*.

<sup>95</sup> <https://www.britannica.com/technology/artificial-intelligence>.

intellettivi caratteristici dell'uomo, come la capacità di ragionare, scoprire il significato, generalizzare o imparare dall'esperienza passata.

Una prima classificazione dell'intelligenza artificiale distingue tra la **Narrow Artificial Intelligence**, ossia quando riesce ad eseguire unicamente l'attività per cui è stata progettata, anche meglio degli esseri umani, e la **General Artificial Intelligence**, la quale si riferisce ad un unico sistema in grado di riconoscere molteplici problemi e risolverli, proprio come la mente umana<sup>96</sup>. Sicuramente, dal punto di vista scientifico, è estremamente più interessante quest'ultima. In realtà, l'AI interessa un insieme di più tecnologie, in alcuni casi anche correlate tra loro, di cui vengono riportate le principali:

- **Artificial Neural Networks (ANN o NN)**: le reti neurali artificiali possono essere descritte come dei dispositivi di elaborazione, che, tramite dei modelli matematici, sono in grado di replicare il funzionamento delle reti neurali biologiche. I componenti principali delle NN sono definiti *neuroni artificiali*, i quali possono essere assimilati a nodi computazionali interconnessi tra loro. Come è possibile notare in figura 4.5.1, in cui viene illustrata una rappresentazione grafica di una NN, quest'ultima risulta strutturata in più livelli. Lo strato d'ingresso (**input layer**) ha il compito di ricevere e distribuire i segnali in ingresso a quello nascosto (**hidden layer**), in cui avviene il processo di elaborazione. Quest'ultimo può essere composto anche da più colonne. Infine, vi è lo strato di uscita (**output layer**), ossia dove vengono raccolti i risultati. Questi ultimi, se presente, verranno trasferiti alla successiva rete neurale;



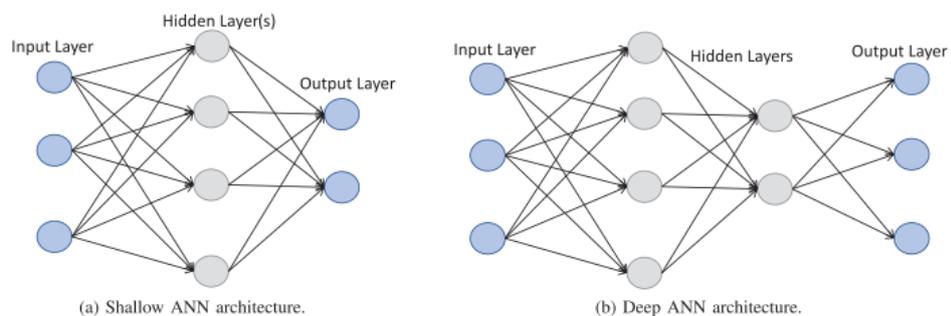
**Figura 4.5.1:** Struttura di una rete neurale (NN)

- **Machine Learning (ML)**: approccio algoritmico delle applicazioni software per analizzare e dedurre informazioni dai dati, al fine di supportare l'analisi predittiva

<sup>96</sup> *Artificial Intelligence Defined*, Deloitte, 2018.

ed il processo decisionale. In sostanza, un sistema basato su ML "impara" dai dati forniti, spesso definiti di addestramento, ad elaborare il risultato corretto, in maniera automatica, ossia senza la necessità di inserire regole esplicite e/o altre specifiche. Può, opzionalmente, continuare ad "apprendere" e perfezionare le sue "competenze" man mano che vengono acquisiti dati aggiuntivi. Una delle tecniche principali del ML è rappresentata proprio dalle NN. Gli algoritmi di ML esistenti rientrano, generalmente, in tre categorie: *Supervised Learning* (SL), *Unsupervised Learning* (USL) e *Reinforcement Learning* (RL). Più dettagliatamente, il primo impara a svolgere compiti di classificazione o regressione tramite dati prefissati, di cui si conosce a priori il risultato. Il secondo, invece, è l'esatto opposto, ossia è un algoritmo che elabora un set di dati alla ricerca di un modello nascosto. L'ultimo viene utilizzato per identificare la migliore serie di azioni da compiere, in modo tale da massimizzare il risultato utile (la funzione obiettivo). Infine, vi è un recente algoritmo di ML "ibrido", denominato *semi-supervised*, in quanto una parte dei set di dati è dotato dei rispettivi esempi di output (supervised), mentre i restanti ne sono privi (*unsupervised*). L'obiettivo risulta essere sempre la risoluzione di problemi complessi, nonché modelli utili per raggiungere i risultati attesi;

- **Deep Learning (DL):** può essere considerato una sottocategoria o una potenziale evoluzione del ML, in cui sono presenti diversi livelli di reti neurali, che permettono di incrementare le capacità di apprendimento e di analisi. Un aspetto chiave della DL è che i vari input nei processi di apprendimento e di inferenza possono essere basati sull'analisi e sull'output dei precedenti livelli di elaborazione. Ciò consente di ottenere un apprendimento "profondo". Nella figura sottostante è presente la comparazione tra una NN e una **Deep NN**;



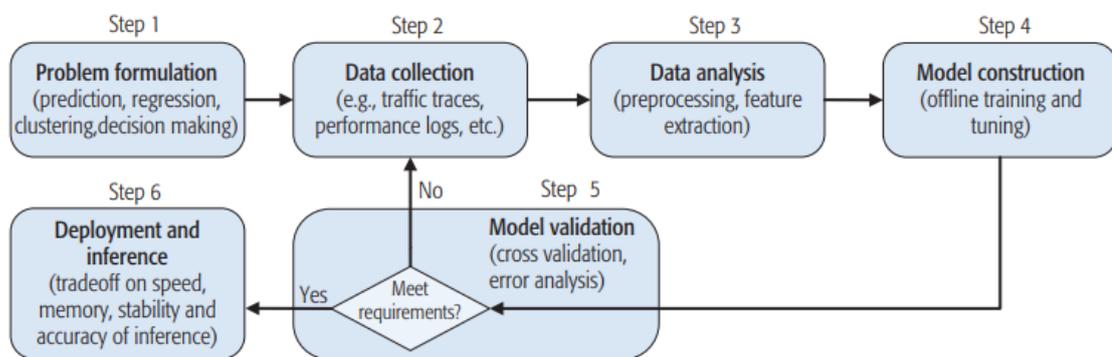
**Figura 4.5.2:** Confronto tra una rete neurale "semplice" e una con più strati ("profonda")

- **Smart Robotics:** è la combinazione della AI con la robotica per l'esecuzione di attività complesse ed avanzate. In questo caso, l'obiettivo principale della AI è l'autonomia, ossia la capacità del robot o della macchina di prendere le decisioni corrette, senza alcun intervento esterno;
- **Natural Language Processing (NLP):** è un termine che identifica la tecnologia in grado di interpretare, comprendere e generare il linguaggio naturale scritto;
- **Virtual Agents:** sono comunemente conosciuti come *chatbot* e possono essere definiti come delle "persone" virtuali, in grado di interagire e comunicare con l'ambiente esterno.
- **Speech Recognition:** tecnologia che consente la comprensione del linguaggio naturale parlato e di trasformarlo in linguaggio scritto oppure in istruzioni per un dispositivo. Esempi possono essere *Siri* di Apple, *Alexa* di Amazon e *Cortana* di Microsoft;
- **Computer Vision:** nota come visione artificiale, con l'obiettivo di riprodurre la vista umana. Infatti, tale tecnologia permette ai dispositivi di ricreare un modello approssimato della realtà, partendo da immagini bidimensionali;

Le aree dell'AI che, sicuramente, sono di maggior interesse per l'Industry 4.0 sono sicuramente il *Machine Learning* ed il *Deep Learning*, oltre all'ambito della *Smart Robotics*, tematica descritta, in maniera generale, nel paragrafo 4.3, che verrà ampliata nel Capitolo successivo. Il ML ed il DL, infatti, oltre ad essere, come già introdotto precedentemente, tecnologie a supporto del processo decisionale e ad abilitare l'analisi predittiva in azienda, risultano essere fondamentali anche per le altre applicazioni dell'AI. Infatti, solitamente, sono necessari per sfruttare al massimo le potenzialità delle altre tecnologie, come ad esempio i chatbot che apprendono nuovi modelli di risposta in seguito ad ogni singola interazione, oppure il NLP che migliora sempre più le proprie performance attraverso l'apprendimento dai dati analizzati.

Nel settore industriale delle telecomunicazioni, una possibile applicazione del ML è rappresentata dal **Central Log Management (CLM)**, ossia il secondo caso studio presente nel Capitolo 5. Il CLM, in generale, è una piattaforma *centralizzata* dei log aziendali (eventi informatici), che permette di prendere decisioni in *real-time*, di monitorare le prestazioni delle risorse e degli applicativi informatici, oltre alla possibilità di prevedere potenziali problematiche in anticipo. Un'ulteriore applicazione del ML e del DL è strettamente correlata alla progettazione ed alla gestione dell'infrastruttura di rete di un operatore telco.

Infatti, gli algoritmi di ML possono svolgere un ruolo fondamentale nel rilevare intrusioni e/o minacce, oltre a monitorare e prevedere le performance della rete, in modo tale da individuare in anticipo eventuali guasti (*manutenzione predittiva*). Inoltre, il ML, implementato in questo ambito, facilita l'attività di pianificazione della rete e consente l'adattamento dei parametri in base alle attuali condizioni esterne. In figura 4.5.3 viene mostrato uno schema generale del flusso di lavoro di base per l'applicazione del ML in un'infrastruttura di rete, in cui vi sono le seguenti fasi: *formulazione del problema*, *raccolta di dati*, *analisi dei dati*, *costruzione del modello*, *convalida del modello*, *implementazione ed inferenza*<sup>97</sup>. Questi stadi non sono indipendenti, bensì correlati tra loro. In realtà, questo flusso di lavoro è molto simile a quello tradizionale del ML.



**Figura 4.5.3:** Rappresentazione delle fasi del ML applicato ad una rete

Le convenzionali NN ed il tradizionale ML, però, non risultano essere soluzioni efficienti per la quantità di dati generata dalla società odierna, la quale è sempre più interconnessa. Da considerare, inoltre, l'esponentiale sviluppo di dispositivi IoT, che producono ulteriori dati trasferiti in rete. In tale contesto, il DL, implementato con diverse tipologie più evolute di NN, rappresenta la soluzione migliore per la creazione di sistemi *intelligenti* di controllo del traffico di rete. Unico requisito fondamentale è la disponibilità di un'elevata quantità di dati *"etichettati"*, in altre parole, di cui si conosce a priori l'output.<sup>98</sup>

In generale, l'AI rappresenta una *milestone* per la trasformazione digitale di aziende appartenenti a molti settori industriali. Infatti, grazie alle sue molteplici applicazioni, presenta notevoli vantaggi ed opportunità per le imprese, come ad esempio un miglioramento della produttività e dell'efficienza aziendale, oppure la possibilità di

<sup>97</sup> "Machine Learning for Networking: Workflow, Advances and Opportunities"; Mowei Wang, Yong Cui, Xin Wang, Shihan Xiao, and Junchen Jiang; 2018.

<sup>98</sup> Z. Fadlullah et al., "State-of-the-Art Deep Learning: Evolving Machine Intelligence Toward Tomorrow's Intelligent Network Traffic Control Systems," IEEE Commun. Surveys & Tutorials, 2017.

implementare nuovi servizi o una *customer experience* totalmente diversa, si pensi agli assistenti virtuali come *Tobi* di Vodafone. A testimonianza dell'importanza della AI nella società moderna, l'Enciclopedia della Scienza e della Tecnica afferma che “*l'intelligenza artificiale è al tempo stesso una scienza e un'ingegneria. È una scienza in quanto emulando, con determinati sistemi artificiali, alcuni comportamenti intelligenti, l'uomo consegue gli obiettivi di formulare modelli oggettivi e rigorosi, di ottenere conferme sperimentali e di realizzare un indiscutibile progresso nello studio scientifico dell'intelletto umano. L'intelligenza artificiale è un'ingegneria perché, quando si ottengono dalle macchine prestazioni che emulano comportamenti erroneamente ritenuti inaccessibili all'ambito artificiale, si fornisce un oggettivo progresso al contributo che l'ingegneria stessa offre al miglioramento della vita dell'uomo.*”

#### 4.6 Big Data Analytics

Sebbene poco conosciuto sino ad alcuni anni fa, i **Big Data**, oggi, sono uno degli argomenti più discussi nelle aziende della maggior parte dei settori industriali. Nella situazione attuale di cambiamento verso un mondo sempre più digitale e governato dai dati, risulta fondamentale comprendere come gestire ed analizzare il gran numero di informazioni a disposizione per ottenere un vantaggio, sia esso operativo e/o economico. Secondo la definizione fornita da *Gartner* (2012), i Big Data sono “*risorse informative ad alto volume, ad alta velocità e / o ad alta varietà che richiedono forme innovative ed economiche di elaborazione dei dati che consentono di ottenere analisi dettagliate, processi decisionali e automazione dei processi*<sup>99</sup>”. Il concetto, nel 2015, è stato esteso dal *National Institute of Standard and Technology (NIST)*, nella maniera seguente: “*I Big Data sono costituiti da ampi set di dati - principalmente nelle caratteristiche di volume, varietà, velocità e/o variabilità - che richiedono un'architettura scalabile per l'archiviazione, la manipolazione ed analisi efficienti*<sup>100</sup>”. Dunque, le caratteristiche principali dei Big Data sono:

- **Volume:** dimensione del dataset che, solitamente, è compreso tra *terabyte* ( $10^{12}$  byte) a *zettabyte* ( $10^{21}$  byte), quindi una grande quantità di informazioni;
- **Varietà:** i dati provengono da diverse fonti, interne ed esterne. Ancora più importante, le informazioni possono essere in più formati, ossia da varie

---

<sup>99</sup> <https://www.gartner.com/it-glossary/big-data/>

<sup>100</sup> NIST Big Data Interoperability Framework: Volume 1, Definitions (2015), NIST Special Publication 1500-1

applicazioni, dati *strutturati* come tabella di database, dati *semi-strutturati* come dati XML, dati *non strutturati* come testo, immagini, video, audio e così via;

- **Velocità:** grandi quantità di dati da transazioni con alta frequenza di aggiornamento, che generano flussi di dati che giungono molto rapidamente, dunque il tempo di agire è molto spesso limitato. Inoltre, è importante considerare il passaggio dall'elaborazione *batch*, cioè in un istante di tempo successivo all'arrivo delle informazioni necessarie all'analisi, allo *streaming* in tempo reale;
- **Variabilità:** si riferisce ai possibili cambiamenti di altre caratteristiche dei dati da archiviare, manipolare o analizzare.

Nel mondo accademico sono note come le “Vs” dei Big Data. Queste peculiarità richiedono **tecnologie** e **metodi analitici** specifici per utilizzare dati **accurati**, **validi** e trasformarli in **valore** per la realtà industriale.

Il termine Big Data risulta, spesso, associato alla tecnologia che ne permette l'utilizzo. Le crescenti dimensioni dei dataset e la complessità delle operazioni necessarie all'elaborazione implicano stringenti requisiti, sia in termini di memoria per l'archiviazione sia prestazioni computazionali elevate. Una delle tecnologie fondamentali per effettuare analisi su un gran moltitudine di dati sono i **database non relazionali**, anche conosciuti come **NoSQL** (*Not only SQL*). Essi, infatti, consentono di avere un tempo di risposta, in seguito ad un'interrogazione (*query*), nettamente più rapido rispetto a quelli relazionali, infatti ogni elemento contiene tutte le informazioni correlate. Il più utilizzato è, sicuramente, **Hadoop**<sup>101</sup>. Una sfida tecnologica lanciata dai Big Data è la possibilità di memorizzare una quantità maggiore di dati su dispositivi fisici di dimensioni sempre inferiori. Sebbene la *legge di Moore*<sup>102</sup> suggerisca che lo stoccaggio di capacità aumenta nel tempo in modo esponenziale, è ancora necessario uno sforzo continuo di ricerca e sviluppo per mantenere il ritmo con cui aumentano la quantità e la dimensione dei dati.

L'analisi di grandi quantità di dati e la necessità di estrarre il valore dei comportamenti individuali richiedono metodi di elaborazione che vanno ben oltre le tradizionali tecniche

---

<sup>101</sup> Esso è un framework open source, usato da società come *Facebook, IBM, LinkedIn, Yahoo*. La sua funzione principale è il supporto ad applicazioni distribuite con elevato accesso ai dati, permettendo alle stesse di interagire con migliaia di nodi e *petabyte* di dati.

<sup>102</sup> Enunciato principale della legge di Moore: “*La complessità di un microcircuito, misurata ad esempio tramite il numero di transistor per chip, raddoppia ogni 18 mesi (e quadruplica quindi ogni 3 anni)*”.

statistiche. Sia Manyika<sup>103</sup> che Chen et al.<sup>104</sup> propongono un elenco di metodi analitici per Big Data, che includono: apprendimento delle regole di associazione, classificazione, analisi dei cluster, *data mining* e *data fusion*, algoritmi genetici, elaborazione del linguaggio naturale, reti neurali, riconoscimento di modelli, modellizzazione predittiva tramite ad esempio il *Machine Learning*, analisi di regressione, analisi del *sentiment*, elaborazione del segnale, analisi spaziale, statistica, simulazione, analisi delle serie temporali e, infine, *data visualization*. Chen et al., inoltre, mettono in evidenza il requisito per le aziende di investire in formazione di **Business Intelligence (BI)** e **Big Data Analytics**, affermando che le competenze debbano essere "*interdisciplinari e coprano le capacità analitiche e informatiche critiche, le conoscenze aziendali e di dominio, le capacità di comunicazione richieste in un complesso ambiente aziendale incentrato sui dati*"<sup>105</sup>. L'investimento nella conoscenza analitica dovrebbe essere accompagnato da un cambiamento culturale, il quale si estenda a tutti i dipendenti e li esorti a "*gestire in modo efficiente i dati correttamente e incorporarli nei processi decisionali*"<sup>106</sup>. Essere consapevoli dei limiti dei nuovi modelli e dei potenziali problemi metodologici è una risorsa fondamentale per le organizzazioni che vogliono incentrare sui dati il processo decisionale: ad esempio, le previsioni dovrebbero sempre essere accompagnate da intervalli di confidenza validi per evitare interpretazioni errate dei risultati. Gli analisti, inoltre, dovrebbero essere in grado di evitare la tendenza a "*vedere schemi in cui nessuno esiste realmente semplicemente perché enormi quantità di dati possono offrire connessioni che vanno in tutte le direzioni*"<sup>107</sup>.

Oggi, in realtà aziendali strutturate, l'elaborazione di enormi quantità di dati in forme diverse, non rappresenta più una sfida per i sistemi di Big Data. La vera prova è quella di ottenere informazioni approfondite dalle analisi condotte sui Big Data, in modo che se ne ricavi valore per l'impresa. Nel settore industriale delle telecomunicazioni, la principale applicazione dei Big Data si focalizza sulla **Customer Experience**, cercando di innovare le modalità con cui gli utenti beneficiano dei servizi offerti. Gli operatori di telecomunicazioni, prima, non erano in grado di identificare in maniera puntuale i problemi e/o le abitudini di

---

<sup>103</sup> J. Manyika, M. Chui, B. Brown, and J. Bughin, "Big Data: The next Frontier for Innovation, Competition, and Productivity" (2011).

<sup>104</sup> "Business intelligence and analytics: From big data to big impact"; Hsinchun Chen, Roger H L Chiang, Veda C. Storey (2012).

<sup>105</sup> "Business intelligence and analytics: From big data to big impact"; Hsinchun Chen, Roger H L Chiang, Veda C. Storey (2012);

<sup>106</sup> "Big Data"; Buhl, H.U., Röglinger, M., Moser, F. et al. *Bus Inf Syst Eng* (2013)

<sup>107</sup> Danah boyd & Kate Crawford (2012) "Critical Questions For Big Data, Information, Communication & Society".

un singolo cliente. Di conseguenza, l'esperienza del cliente durante l'erogazione del servizio risentiva di tale problematica. Le ultime scoperte nell'analisi predittiva, tramite i Big Data, nei servizi di telecomunicazione, consentono di migliorare la *customer experience* e di rilevare in tempo reale le informazioni necessarie a risolvere l'eventuale problema, correlando numerosi parametri raccolti da vari elementi della rete. Oggi, dunque, è possibile riconoscere i modelli comportamentali dei clienti e valutare la loro soddisfazione con i servizi forniti. La **Big Data Analytics** nei servizi di comunicazione, dunque, permette la gestione dell'esperienza del cliente con evidenze misurabili, come la percentuale ridotta di abbandono (*churn*), diminuzione delle richieste di assistenza, tempi di risposta più brevi quando si tratta di richieste dei clienti, aumento della soddisfazione e della fedeltà dei clienti, entrate maggiori da promozioni e campagne di marketing<sup>108</sup>. In sintesi, la Big Data Analytics consente di analizzare in *real-time* o *near real-time* la *sentiment* dei clienti, ossia il pensiero dei clienti in riferimento ad un determinato servizio, oltre ad analisi sui social network per una migliore profilazione dei consumatori. Oggi, aiuta notevolmente il processo decisionale, soprattutto nell'area marketing, con l'obiettivo, in futuro, di automatizzare tali attività, generando ulteriori vantaggi in termini operativi ed economici.

#### 4.7 Cyber Security

La **Cyber Security**, generalmente, è definita come la capacità di controllare l'accesso ai sistemi di rete, oltre ad esaminare le informazioni contenute al loro interno<sup>109</sup>. Quando vengono prese misure di sicurezza informatica (*Cyber Security*) efficaci, il *cyberspazio* è considerato come un'infrastruttura digitale affidabile, resiliente e affidabile. Il termine *cyberspazio* ha definizioni che vanno dal concettuale al tecnico, ed è stato affermato da alcuni come un *quinto dominio*, dove terra, mare, aria e spazio sono i primi quattro<sup>110</sup>. L'*International Telecommunication Union* (ITU), ossia l'associazione delle Nazioni Unite per il settore industriale delle telecomunicazioni, definisce il cyberspazio come "*sistemi e servizi collegati direttamente o indirettamente a Internet, alle telecomunicazioni e alle reti di computer*". L'*International Organization for Standardization* (ISO / IEC 27032: 2012) definisce il suddetto termine nel modo seguente: "*L'ambiente complesso risultante dall'interazione di persone, software e servizi su Internet tramite dispositivi tecnologici e*

---

<sup>108</sup> *Big Data Analytics for Communication Service Providers* Danijel Šipuš, MIPRO 2016, May 30 - June 3, 2016, Opatija, Croatia

<sup>109</sup> Dal libro "*Cyber Security Policy Guidebook*"; Jennifer L. Bayuk, Jason Healey, Paul Rohmeyer, Marcus H. Sachs, Jeffrey Schmidt e Joseph Weiss, 2012.

<sup>110</sup> F.D. Kramer, S. Starr, L.K. Wentz, *Cyber power and National Security*, National Defense University Press, Washington (D.C.) 2009.

*reti ad esso collegate, che non esiste in qualsiasi forma fisica*". In questa definizione, però, non vi è alcun riferimento all'infrastruttura fisica, ma senza la stessa il cyberspazio non potrebbe esistere. A tal proposito, risulta interessante esaminare l'evoluzione della definizione di cyberspazio indicata dal Pentagono. Nell'ottobre 2007, il cyberspazio era riconosciuto come *"l'ambiente nazionale in cui le informazioni digitali sono comunicate tramite reti informatiche"*. Successivamente, nell'agosto 2009, il cyberspazio era designato come segue: *"Un dominio globale all'interno dell'ambiente informativo costituito dalla rete interdependente di infrastrutture informatiche, tra cui Internet, reti di telecomunicazioni, sistemi informatici, processori e controller integrati"*. Nel giugno 2013, la definizione di cyberspazio viene nuovamente modificata: *"Un dominio globale all'interno dell'ambiente informativo costituito dalla rete interdependente di infrastrutture informatiche e di **dati locali**, tra cui Internet, reti di telecomunicazione, sistemi informatici, processori e controller integrati"*. Questi rapidi cambiamenti nella letteratura sono una testimonianza tangibile della crescente percezione di importanza strategica del fenomeno cibernetico.<sup>111</sup>

Ad un alto livello, la *Cyber Security* viene in genere spiegata in termini di triadi che descrivono le caratteristiche della stessa<sup>112</sup> (Bayuk, 2010). Le principali sono le seguenti, in quanto, combinate, spiegano le caratteristiche fondamentali della Cyber Security:

- **prevenire, rilevare, rispondere;**
- **persone, processo, tecnologia;**
- **riservatezza, integrità e disponibilità.**

Esse indicano, rispettivamente, gli obiettivi della Cyber Security, le entità coinvolte e i meccanismi con i quali vengono soddisfatti i requisiti della Cyber Security.

*Prevenire, rilevare, rispondere:* tradizionalmente, l'obiettivo principale della pianificazione, in tema di sicurezza, era prevenire un attacco esterno. Tuttavia, è conoscenza diffusa che non è possibile prevenire tutte le minacce, pertanto la pianificazione e la preparazione devono includere anche metodi per rilevare gli attacchi in corso, preferibilmente prima che causino danni. Inoltre, indipendentemente dal fatto che i processi di rilevazione siano efficaci, quando viene confermato che un sistema è minacciato, la strategia di sicurezza include la capacità di rispondere a tali incidenti. Nel mondo

---

<sup>111</sup> *International Politics in the Digital Age: Power Diffusion or Power Concentration?*, Marco Mayer, Niccolò de Scalzi, Luigi Martino, Iacopo Chiarugi, Settembre 2013, Università di Firenze.

<sup>112</sup> *J. Bayuk et al., Systems Security Engineering: A Research Roadmap, tech. report SERC-2010-TR-005, Systems Eng. Research Center; 2010.*

informatico, il terzo elemento viene spesso definito con un termine più ottimistico, infatti, piuttosto che "rispondere" è "recuperare" o "correggere". Questa aspettativa più positiva riflette la letteratura sulla pianificazione della sicurezza delle informazioni, in cui si raccomanda di includere nella gestione della sicurezza il ripristino di qualsiasi sistema aziendale critico o informazione cruciale. Questo poiché la tecnologia dell'informazione consente diversità, ridondanza e recupero dei dati e dei programmi necessari per il funzionamento dei sistemi, dunque uno degli obiettivi delle politiche in tema di Cyber Security è la possibilità di rimuovere completamente il danno. Le lezioni apprese in risposta dovrebbero essere implementate nella pianificazione della prevenzione, creando un ciclo di miglioramento continuo della sicurezza.

*Le persone, i processi, la tecnologia:* questa triade indica che i sistemi richiedano operatori e che gli stessi devono seguire le routine stabilite, affinché i sistemi possano compiere le loro funzioni in maniera corretta. Applicata alla sicurezza, questa triade mette in evidenza il fatto che la stessa non è raggiunta solo dal personale addetto della sicurezza ed anche che la sicurezza informatica non può essere raggiunta con l'aiuto della sola tecnologia. Le decisioni e le azioni delle persone, all'interno di un'organizzazione, svolgono un ruolo vitale nel successo dei programmi di sicurezza. Anche se tutte queste persone avessero motivazione e interesse a comportarsi in modo sicuro, non saprebbero individualmente come agire collettivamente per prevenire, rilevare e recuperare i danni successivi ad un attacco, senza un processo pianificato precedentemente. Infatti, è consigliabile prevedere dei programmi di sicurezza all'interno dei processi organizzativi esistenti, anche grazie all'uso strategico della tecnologia a supporto degli obiettivi di sicurezza informatica.

*Riservatezza, integrità e disponibilità:* sono i requisiti specifici delle informazioni in tema di Cyber Security. La riservatezza si riferisce alla capacità di un sistema di delimitare la diffusione delle informazioni all'utilizzo autorizzato. L'integrità, invece, si riferisce alla competenza di mantenere l'autenticità, l'accuratezza e la provenienza delle informazioni registrate e riportate. La disponibilità, infine, si riferisce alla possibilità di consegnare tempestivamente le informazioni o i dati richiesti. Questi obiettivi di sicurezza delle informazioni si applicavano ancor prima dell'introduzione dei computer, ma l'avvento del cyberspazio ha cambiato i metodi con cui vengono raggiunti, nonché la relativa difficoltà nel soddisfare tali requisiti. Infatti, le tecnologie a supporto della riservatezza, dell'integrità e della disponibilità sono spesso in conflitto tra loro. Ad esempio, gli sforzi per raggiungere

un alto livello di disponibilità di informazioni nel cyberspazio rendono, spesso, più difficile proteggere la riservatezza dei dati. La sicurezza informatica, in definitiva, si riferisce in generale ai metodi di utilizzo delle **persone, dei processi e della tecnologia** per **prevenire, rilevare e recuperare** i danni alla **riservatezza, all'integrità e alla disponibilità** delle informazioni nel cyberspazio.

Con l'aumento esponenziale del grado di connettività e della quantità di dati generati, con i nuovi metodi di comunicazione (*Machine-to-Machine*), con l'introduzione di *Cyber Physical Systems*, di dispositivi IoT e di nuove tecnologie digitali, i sistemi fisici diventano sempre più sensibili agli attacchi informatici, in quanto ciò ha incrementato la vulnerabilità dei sistemi aziendali, oltre ai benefici in caso di successo. Di conseguenza, la Cyber Security, è un aspetto fondamentale quando si parla di **trasformazione digitale** o **Industry 4.0**, nonostante, Shackelford<sup>113</sup> (2014) afferma che "*poche imprese stanno adottando le misure necessarie per salvaguardare i dati privati e per migliorare la sicurezza informatica, sebbene la multiforme minaccia cibernetica incida sempre più sui profitti delle imprese e si riversa, anche, in questioni di importanza geopolitica, compresa la sicurezza internazionale*". Il settore delle telecomunicazioni è sicuramente uno di quelli maggiormente interessati a tali tematiche, soprattutto gli operatori di rete, visto che gestiscono dei sistemi aziendali e un'infrastruttura su cui sono presenti informazioni private e, in alcuni casi, di notevole importanza. Ciò fa sì che siano, spesso, soggetti ad attacchi informatici, dunque è fondamentale pianificare una politica di Cyber Security efficace. Una delle tecnologie funzionale a tali obiettivi è il **Central Log Management**, il quale, come verrà descritto dettagliatamente nel Capitolo successivo, svolge anche la funzione di *Security Information and Event Management (SIEM)*, ossia di raccolta e gestione dei log, oltre al monitoraggio *real-time* degli "eventi" verificatisi sui vari sistemi aziendali.

Infine, la *General Data Protection Regulation (GDPR)*, regolamento dell'Unione europea, entrato in vigore nel maggio 2018, ha complicato ulteriormente il concetto generale di **Cyber Security**, soprattutto in materia di trattamento dei dati personali e di privacy, considerandolo come un "*diritto fondamentale dell'uomo*". Quindi, le aziende in generale, in un contesto dinamico come la trasformazione digitale, non solo devono investire nella protezione dei database interni e sulla sicurezza informatica dei nuovi sistemi

---

<sup>113</sup> Shackelford, S. (2014). *How Businesses Can Promote Cyber Peace*. *Journal of International Law*, Kelley School of Business Research Paper No. 2014-27.

aziendali, bensì anche le informazioni correlate ai propri clienti e/o utenti devono essere trattate nel rispetto della nuova normativa.

#### 4.8 Augmented & Virtual Reality (AR & VR)

La **Realtà Aumentata** (*Augmented Reality*, **AR**) è la visione diretta o indiretta di un ambiente reale, in cui sono presenti degli elementi virtuali come audio, video, grafica o visualizzazione di dati. Dunque, la AR si serve della realtà esistente e sovrappone delle informazioni su di essa, consentendo l'interazione simultanea sia con oggetti appartenenti al mondo fisico sia con entità digitali. La **Realtà Virtuale** (*Virtual Reality*, **VR**), invece, è l'immersione in un ambiente totalmente artificiale, il quale sostituisce quello fisico, in cui vengono coinvolti anche i sensi dell'utilizzatore.

Oggi la Realtà Aumentata (AR) e la Realtà Virtuale (VR) sono concetti conosciuti, ma le sue origini risalgono agli anni '60 quando Sutherland<sup>114</sup> ha inventato il primo prototipo riconosciuto di *Head Mounted Device*<sup>115</sup>(HMD). Solo dopo più di vent'anni, è stato ufficialmente coniato il termine di AR da Tom Caudell e David Mizell<sup>116</sup>, due scienziati impiegati presso la Boeing Corporation, che hanno sviluppato un sistema di AR sperimentale con l'obiettivo di semplificare il processo di fabbricazione della compagnia aerea. Il concetto, poi, è stato definitivamente formalizzato nel 1994 da Milgram e Kishino<sup>117</sup>. Fino a qualche anno fa, la mancanza di dispositivi economicamente convenienti era il principale ostacolo a un'ampia adozione di applicazioni AR, mentre al giorno d'oggi i dispositivi mobili, come smartphone e tablet, sono estremamente accessibili. Inoltre, l'innovazione tecnologica ha permesso lo sviluppo di nuove categorie di dispositivi di AR, definiti *wearable*, ossia indossabili dall'utilizzatore, esempi sono le lenti a contatto **Emacula** di Innovega, gli occhiali **Vuzix Blade 3000 AR** o l'auricolare **Meta 2 AR**<sup>118</sup>.

Le principali applicazioni della suddetta tecnologia, in ambito industriale, interessano le seguenti aree:

---

<sup>114</sup> Sutherland IE (1968) *A head-mounted three-dimensional display*. In *Proc. AFIPS. ACM, San Francisco* 757-764.

<sup>115</sup> Termine definito per indicare i visori di AR o VR

<sup>116</sup> Caudell TP, Mizell DW (1992) *Augmented reality: An application of heads-up display technology to manual manufacturing processes*. *Kauai 2*: 659-669.

<sup>117</sup> Milgram P, Kishino F (1994) *A taxonomy of mixed reality visual displays*. *IEICE TRANSACTIONS on Information and Systems* 77:1321-1329.

<sup>118</sup> De Pace F, Manuri F, Sanna A (2018) *Augmented Reality in Industry 4.0*. *Am J Compt Sci Inform Technol* Vol.6 No.1:17.

- **Progettazione e sviluppo nuovo prodotto:** La AR e/o la VR permettono di identificare anticipatamente errori di progettazione nelle prime fasi del processo di sviluppo, riducendo il numero di prototipi fisici prodotti. Inoltre, riduce i tempi e i costi sostenuti dall'impresa;
- **Collaborazione Uomo-Robot:** La capacità dei robot industriali è in costante aumento, insieme all'aspettativa di una maggiore interazione cooperativa. Gli operatori devono lavorare in un ambiente sicuro che aumenti la loro fiducia nei robot. Per creare un sistema, in cui i robot lavorino fianco a fianco con gli esseri umani, è cruciale sviluppare nuove interfacce per consentire agli utenti di interagire con loro nel modo più naturale possibile. La AR può rappresentare una soluzione efficace, in quanto segnala le informazioni sui movimenti e/o sulle forze che i robot applicheranno nello spazio fisico circostante. Ciò permette all'operatore, anticipatamente, di comprendere le intenzioni del robot;
- **Attività di manutenzione, riparazione ed assemblaggio:** ulteriore campo di ricerca per la AR, poiché la riduzione dei costi è un obiettivo chiave di molti settori industriali. La problematica principale di tali attività è correlata alla loro complessità. Infatti, si richiede ai tecnici, per ogni singolo macchinario, la conoscenza di specifiche procedure. In un contesto in cui la varietà di macchine, presenti in azienda, continua a crescere, il carico cognitivo sui tecnici aumenta e l'impresa è costretta ad organizzare, frequentemente, processi di training, causando un incremento dei costi. La documentazione sulla AR dimostra che tale tecnologia genera una riduzione fino al 25% delle spese per queste attività e un miglioramento delle prestazioni sino al 30%. *L'International Data Corporation (IDC)* prevede che l'assemblaggio e la sicurezza sul posto attireranno investimenti nelle tecnologie AR e VR fino a \$ 362 milioni nei prossimi anni ed entro la fine del 2021 si prevede che la manutenzione industriale sarà il più grande caso di utilizzo del settore con un investimento di 5,2 miliardi di dollari. L'applicazione della AR per le attività suddette è composta da un insieme di risorse virtuali, che forniscono indicazioni, aiuti o suggerimenti ai tecnici durante il processo. Le risorse grafiche sono sovrapposte alla macchina da mantenere, riparare o assemblare, consentendo ai tecnici di trarne vantaggio durante l'esecuzione della procedura. Inoltre, spesso, i dispositivi AR vengono dotati di un sistema integrato di **telepresenza**, che consente l'assistenza da remoto in modo interattivo;

- **Training:** L'utilizzo della tecnologia AR e/o VR per scopi formativi è strettamente correlato alla precedente applicazione e alla gestione delle emergenze in ambito industriale, in quanto permette di simulare un numero elevato di scenari diversi;
- **Ispezione dei prodotti:** durante il processo produttivo, vi sono delle fasi di controllo per verificare che non vi siano difetti riportati dai prodotti. Questi ultimi vengono esaminati, solitamente, con un metodo campionario. Tale procedura è comunemente chiamata ispezione. Essa è divenuta più complessa, a causa della varietà di prodotti e dei maggiori dettagli da monitorare. L'AR sembra essere una tecnologia promettente per migliorare tale processo, poiché consente un confronto diretto tra l'oggetto reale e un modello ideale virtuale. Infatti, utilizzando i dispositivi indossabili (*wearable*), l'operatore può visualizzare una rappresentazione in tre dimensioni (3D) della versione ideale direttamente sovrapposta al prodotto soggetto all'ispezione. Questa procedura viene spesso chiamata "**controllo di discrepanza**".

La VR, come è stato descritto precedentemente, è una tecnologia differente rispetto alla AR, sebbene presentino applicazioni industriali molto simili, soprattutto nell'ambito legato allo sviluppo prodotto, alla manutenzione e al training del personale. Inoltre, un tema interessante correlato alla VR è sicuramente la **sicurezza**, visto che risulta possibile ricreare un ambiente virtuale perfettamente identico a quello reale, valutando la pericolosità e il rischio al verificarsi di diversi eventi.

## 5. Casi Studio

Nel seguente capitolo vengono descritti due progetti di implementazione dell'innovazione tecnologica, in ottica di **trasformazione digitale** ed incentrati su tematiche correlate all'**Industry 4.0**, realizzati dalla società *Wind Tre S.p.A.*, azienda leader nel mercato italiano delle telecomunicazioni. L'analisi è basata sull'esperienza di stage condotta, dal 21 ottobre 2018 al 18 gennaio 2019, presso l'*Headquarter (HQ)* di *Wind Tre S.p.A.* a Rho Fiera Milano (MI), con un'attività *full-time*. Durante tale periodo, infatti, il sottoscritto ha ricoperto il ruolo di **Business & Systems Analyst**, con la supervisione di Fabio Pandini, Senior IT Manager della suddetta società. Le attività principali della posizione specifica sono state le seguenti:

- La definizione di requisiti delle nuove applicazioni per lo sviluppo interno;
- L'analisi di requisiti e processi coinvolti al fine di identificare le componenti *core* delle soluzioni tecnologiche richieste;
- L'analisi tecnica delle soluzioni proposte dai *vendor* e valutazione degli impatti sui processi aziendali, oltre alla validazione della *compliance* con i requisiti espressi;
- La partecipazione ad incontri con altri reparti aziendali e *vendor* esterni;
- Monitoraggio dell'avanzamento del progetto, ovvero del *diagramma di Gantt*.

Al termine dello stesso, dunque, ho sviluppato conoscenze e competenze proprie della divisione **Infrastructure & Systems** di un'azienda operante nel settore delle telecomunicazioni. Ciò è stato possibile grazie al coinvolgimento, in particolare, su due progetti, divenuti i casi studio della seguente tesi magistrale: **Robotic Process Automation (RPA)**, **Central Log Management (CLM)**.

La struttura di tale capitolo prevede una prima parte di descrizione del processo di adozione dell'innovazione tecnologica attuato in *Wind Tre S.p.A.*, seguita dall'analisi dei casi studio, a sua volta suddivisa in una panoramica generale della soluzione tecnologica, le caratteristiche di quella scelta dalla società e i relativi benefici attesi.

### 5.1 Adozione dell'innovazione tecnologica in Wind Tre S.p.A.

In generale, come è stato precedentemente descritto nel Capitolo 3, il processo di innovazione, in un settore altamente tecnologico come quello delle telecomunicazioni, è molto complesso e rischioso, sia in termini tecnici che economici. Dunque, è importante ricordare che per i **Communication Service Provider (CSP)** risulta fondamentale

collaborare, in maniera strategica, con altre realtà industriali e scientifiche. In altre parole, l'*Open Innovation* è l'unico paradigma sostenibile, visti gli investimenti e le competenze necessarie a condurre l'innovazione nel settore delle telecomunicazioni.

Inoltre, in un contesto di sviluppo di molteplici tecnologie nella prospettiva di trasformazione digitale, di cui le principali sono state illustrate nel Capitolo 4, risulta imprescindibile adottare ed implementare le soluzioni migliori sul mercato o quelle più adatte ai processi aziendali coinvolti. Per tale motivo, alcune società operanti nel suddetto settore industriale, hanno mappato un processo specifico per la scelta della proposta tecnologica da implementare all'interno della propria azienda. In figura 5.1.1 viene riportata una rappresentazione grafica della metodologia di adozione dell'innovazione tecnologica adottata da *Wind Tre S.p.A.*<sup>119</sup>, la quale è simile a quella di una gara d'appalto.



**Figura 5.1.1:** Fasi del processo di adozione dell'innovazione tecnologica in *Wind Tre S.p.A.*

Le fasi, descritte in maniera dettagliata, sono le seguenti:

- **Definizione dei requisiti della soluzione tecnologica:** in questa fase del processo vengono stabilite, in maniera dettagliata, le caratteristiche del prodotto e/o servizio e le metodologie di implementazione. I requisiti possono riguardare tematiche correlate alla sicurezza, al *training*, alla *governance* del progetto, alle modalità di consegna, al *Service Level Agreement (SLA)*, ai *Key Performance Indicator (KPI)*, oltre a quelli operativi, infrastrutturali, funzionali, tecnici, di integrazione

<sup>119</sup> Risulta importante precisare che non è un processo specifico esclusivamente di *Wind Tre S.p.A.*, bensì adottato da società operanti anche in altri settori industriali

con altri applicativi aziendali e di conformità (*compliance*). Inoltre, viene sempre richiesto, a coloro che vengono invitati a rispondere, di sottoscrivere il DUVRI, ossia il *Documento Unico di Valutazione Rischi da Interferenze*, per condividere un piano di sicurezza e coordinamento sul posto di lavoro. Infine, in tali documenti viene richiesto ai vendor, ossia le società individuate come potenziali partner, di fornire la descrizione della soluzione tecnologica in base a specifiche indicazioni, oltre alla *roadmap* del progetto, definendo la durata, il prezzo ed il personale coinvolto. In generale, i requisiti vengono stabiliti dai vari dipartimenti aziendali, coinvolti in maniera cooperativa, cercando di definire tutte le funzionalità e le caratteristiche ricercate. Spesso, vengono suggerite potenziali tecnologie, già esistenti sul mercato, come punto di partenza. Prima della data individuata come scadenza di consegna della risposta, vi è un'opportunità per le società invitate di presentare delle domande di chiarimento, comunemente denominata come Q&A<sup>120</sup>;

- **Analisi delle soluzioni tecnologiche proposte dai vendor:** dopo aver ricevuto le risposte da parte delle società invitate a partecipare al progetto, inizia il secondo step del processo, ossia l'analisi, dal punto di vista sia tecnico che economico, delle soluzioni tecnologiche proposte dai vendor. In questa parte, vengono valutati tutti gli aspetti della risposta in riferimento ai requisiti espressi nella fase precedente. Oltre al confronto delle funzionalità dei prodotti e/o dei servizi proposti, vengono analizzati gli impatti sui processi aziendali, l'integrazione con le altre applicazioni già presenti e caratteristiche o strumenti aggiuntivi a valore aggiunto, se sussistono;
- **Short-list delle proposte e scelta della soluzione tecnologica:** nel caso in cui siano presenti molte risposte, solitamente si procede con lo stilare una *short-list*, che permette all'azienda di concentrarsi sulla valutazione delle soluzioni migliori. Infatti, il processo decisionale di individuazione della soluzione tecnologica da adottare rappresenta un momento topico, dunque risulta di estrema importanza confrontare direttamente le proposte reputate migliori. Nella maggior parte dei casi, si organizzano meeting con il vendor per comprendere al meglio tutte le caratteristiche della risposta, anche dal punto di vista organizzativo e progettuale. Solitamente, quando possibile, si richiede un *Proof of Concept (PoC)*, ossia una

---

<sup>120</sup> *Questions & Answers*

versione base del progetto, da implementare in azienda, in modo tale da vedere e valutare empiricamente il prodotto e/o servizio richiesto. Successivamente, vi sono degli incontri interni, in particolare del dipartimento *Technology* e *Procurement*, tra gli attori interessati per prendere la decisione finale;

- **Implementazione:** dopo aver definito gli ultimi termini e condizioni contrattuali, vi è la fase finale del processo, in cui viene effettivamente adottato il sistema o l'applicazione scelta. In questa parte risulta fondamentale l'attività di *Project Management*, per supervisionare e monitorare l'avanzamento del progetto, oltre al rispetto dei requisiti sanciti contrattualmente. Uno degli strumenti maggiormente utilizzati per controllare i vendor coinvolti è il *Diagramma di Gantt*. Infatti, quest'ultimo permette di visualizzare, in maniera sintetica, le attività progettuali già effettuate, quelle da eseguire e le *milestone* da rispettare. In generale, in questa fase vi è una collaborazione tra vendor e cliente con il fine di portare a termine il progetto di innovazione tecnologica;

In definitiva, è possibile affermare che, come anticipato precedentemente, risulta molto simile ad una gara d'appalto (*Tender*), in cui vi sono due parti coinvolte: un committente o appaltante che commissiona la realizzazione di un'opera o un servizio ad un appaltatore, il quale si obbliga con organizzazione di mezzi propri ed a proprio rischio di compierla. Infatti, la prima fase del suddetto processo genera, parallelamente, una ***Request For Proposal (RFP)*** ed una ***Request For Quotation (RFQ)***. La prima è una richiesta verso più fornitori in concorrenza tra loro di dettagli tecnici della soluzione tecnologica individuata e dell'organizzazione progettuale, mentre la seconda si focalizza sull'aspetto economico.

Dopo tale introduzione del processo di adozione dell'innovazione tecnologica da parte di Wind Tre S.p.A., vengono descritti i due casi studio, che sono progetti implementati in azienda con la suddetta metodologia.

## **5.2 Robotic Process Automation (RPA)**

Una domanda fondamentale per molti autori e ricercatori di *Business and Information Systems Engineering (BISE)* è la seguente: "*Quali attività dovrebbero essere automatizzate e cosa, invece, dovrebbe essere fatto dagli operatori?*"<sup>121</sup>

La questione, sicuramente, non è nuova, tuttavia i recenti sviluppi tecnologici compiuti nelle aree della *Data Science*, *Robotics*, *Artificial Intelligence*, in particolare del *Machine*

---

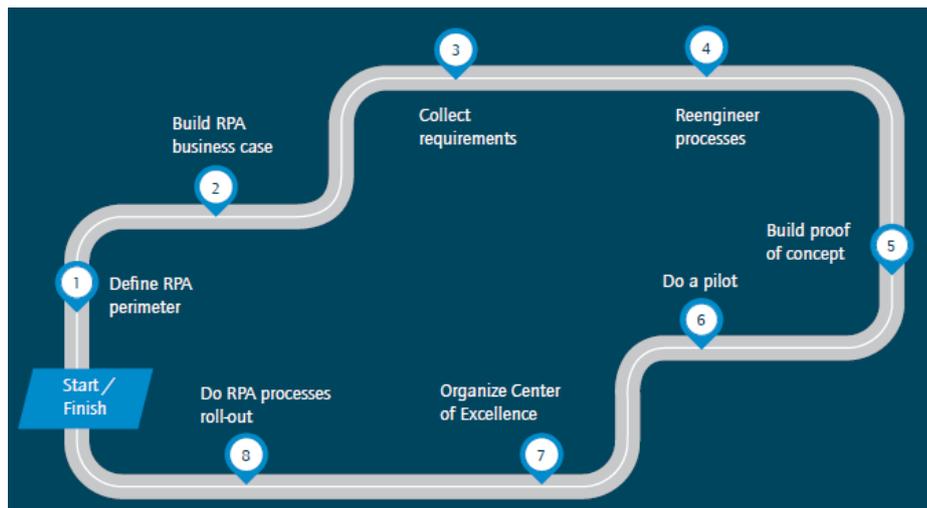
<sup>121</sup> "*Robotic Process Automation*"; Wil M. P. Van der Aalst, Martin Bichler, Armin Heinzl; 2018

*Learning*, portano ad una continua rivisitazione della suddetta domanda. Una delle risposte, oggi, è la **Robotic Process Automation (RPA)**, che come è stato introdotto nel Capitolo 4, è una tecnologia in grado di automatizzare alcune attività compiute dall'uomo. La RPA è uno strumento in grado di interagire con l'interfaccia utente proprio come farebbe un operatore, eseguendo gli stessi compiti in minor tempo e minimizzando gli errori. Esempi di attività soggette alla RPA possono essere correlate al trasferimento dati, alla creazione di account, all'aggiornamento di dati ed altre operazioni sui sistemi informatici aziendali. Infatti, a differenza dell'approccio tradizionale, in cui l'automazione era ottenuta con un metodo "*inside-out*", ossia tramite il miglioramento dei sistemi informatici, la RPA propone una nuova metodologia "*outside-in*", ovvero agisce "al di sopra" degli applicativi aziendali, senza nessun impatto alle applicazioni target, che non necessitano di alcun adattamento o variazione.

In ottica di **trasformazione digitale** e di **Industry 4.0**, la RPA rappresenta una delle tappe principali del percorso di digitalizzazione in molti settori industriali, tra cui quello delle telecomunicazioni. Infatti, come è stato descritto nel Capitolo 2, i *Communication Service Provider* operano in un contesto altamente competitivo e complesso, offrendo un servizio poco differenziato, se non in termini qualitativi. Ciò spinge le società operanti in tale settore a ricercare soluzioni per ridurre i costi, migliorare la qualità del servizio erogato e collegare tra loro applicazioni *legacy*, che in informatica, indica quei sistemi obsoleti che non è possibile sostituire, poiché non esiste un'alternativa efficiente. Nelle strategie di trasformazione digitale, la RPA viene vista come una tecnologia "*quick-win*", in quanto è caratterizzata da un rapido **Return On Investment (ROI)**, senza stravolgere i sistemi informatici già presenti in azienda. Sebbene, risulta fondamentale definire una ottima *roadmap* di implementazione per ottenere il massimo beneficio dalla RPA, quindi, l'adozione di tale tecnologia deve essere guidata e ponderata. In figura 5.2.1 è illustrato un esempio di *roadmap*, elaborata da Horvath & Partners, in cui è definito il ciclo di attività, quando si decide di implementare la RPA in azienda<sup>122</sup>.

---

<sup>122</sup> "RPA potential in Telecommunications industry"; Ilya Fedorkov, Christian Barte; 2018



**Figura 5.2.1:** Fasi del processo di implementazione della RPA

Una fase fondamentale nell'implementazione della RPA è sicuramente la definizione del perimetro e l'analisi dei processi coinvolti, in quanto non tutte le attività aziendali si prestano a tale tecnologia. Infatti, la RPA agisce in maniera efficace sui processi strutturati, standardizzati, ad alto volume di transazioni, basati su regole specifiche e di cui è possibile eseguire una codifica delle eccezioni. Quindi, quei processi, che richiedono l'interpretazione dei dati o dei risultati in maniera soggettiva, non rientrano nel perimetro d'azione. Successivamente, è importante definire, dettagliatamente, tutte le casistiche ed i percorsi del processo, altrimenti si potrebbe insorgere in problematiche post-implementation. Un ulteriore aspetto importante è la creazione di un centro d'eccellenza, in grado di gestire lo strumento quando sarà operativo e diffondere l'adozione della RPA ad altre aree organizzative. Nel progetto in Wind Tre S.p.A., infatti, sono stati definiti stringenti requisiti di training, in modo tale da acquisire il *know-how* dei vendor, creando un *Competence Center* interno, responsabile dell'intero ciclo di vita della RPA.

In definitiva, il principale obiettivo, ricercato ed ottenibile, grazie all'implementazione della RPA, è il raggiungimento della massima efficienza nei processi aziendali, riducendo tempi e costi. Inoltre, nel caso specifico delle telecomunicazioni, oltre a minimizzare le *Full Time Equivalent* (FTE) necessarie a completare le attività, consente di migliorare la qualità del servizio offerto al cliente, in quanto i processi risultano essere nettamente più veloci e con un minor numero di errori.

### 5.2.1 Sistemi di Robotic Process Automation

Il termine **Robotic Process Automation** è stato inventato, nel 2012, dal direttore marketing, Patrick Geary, della società **Blue Prism** per identificare il servizio offerto dalla

medesima azienda<sup>123</sup>. Successivamente, l'espressione RPA è stata adottata da altri concorrenti del mercato, anche in maniera non corretta, in quanto non dotata di una chiara definizione. Dunque, ad eliminare qualsiasi ambiguità, l'*Institute of Electrical and Electronics Engineers* (IEEE) definisce la RPA come “*un'istanza software preconfigurata, che utilizza le regole aziendali e l'insieme di attività predefinite per completare l'esecuzione autonoma di una combinazione di processi, attività, transazioni e compiti, in uno o più sistemi informatici non collegati, per fornire un risultato o un servizio con gestione delle eccezioni umane*”. Ciò ha permesso di distinguerla dalla **Robotic Desktop Automation (RDA)**, definita dalla IEEE come “*un'applicazione informatica che mette a disposizione di un operatore una serie di attività predefinite per **completare** l'esecuzione di processi, attività, transazioni e compiti, in uno o più sistemi software non collegati, per fornire un risultato o un servizio nel corso di flusso di lavoro iniziato e/o gestito dall'uomo*”. In sintesi, la RPA è una soluzione tecnologica volta all'automazione, mentre la RDA può essere descritta come uno strumento a supporto dell'operatore. Inoltre, risulta importante riportare che i sistemi di RPA possono essere distinti in base a diverse caratteristiche, come ad esempio l'approccio di implementazione, che può essere su un server aziendale oppure in un'architettura basata sul Cloud. Altri elementi di differenziazione sono le funzionalità dello strumento, ossia quello che è realmente in grado di fare, oppure il grado di autonomia e la sicurezza dei dati e/o delle informazioni elaborate. Un'ulteriore distinzione fondamentale è quella tra *Robot Attended*, che necessita dell'intervento iniziale (*trigger*) dell'operatore, e *Robot Unattended*, il quale, invece, viene attivato da un qualsiasi evento esterno.

Il mercato della RPA sta crescendo, negli ultimi anni, ad un ritmo esponenziale, infatti nel 2016 ha registrato un aumento del 68% a livello globale e più fonti prevedono che, nel 2024, raggiungerà un valore superiore ai 5 miliardi di dollari. Il *Business Model* della maggior parte delle società operanti in tale mercato è basato sul **licensing**, ovvero la sottoscrizione di una licenza per utilizzare il prodotto e i servizi offerti. Infatti, la *Value Proposition* di queste imprese si fonda su una piattaforma *open-source*, in cui è il cliente stesso a sviluppare l'automazione dello specifico processo. Ovviamente, per un'efficiente implementazione bisogna essere dotati di requisiti infrastrutturali ed architetturali adatti all'applicazione desiderata. Risulta, inoltre, necessario valutare il numero e la complessità

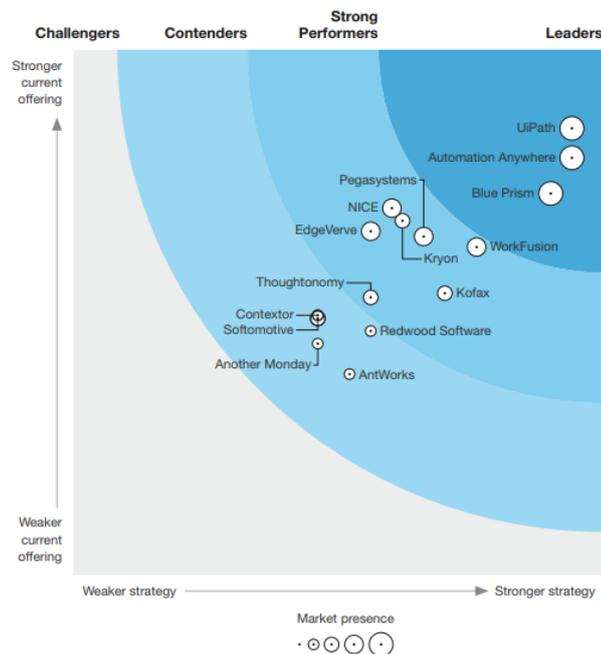
---

<sup>123</sup> “*Robotic Process Automation: Benchmarking the Client Experience*”; Dr. John Hindle Dr. Mary Lacity Dr. Leslie Willcocks Dr. Shaji Khan; 2018.

dei processi coinvolti, in modo tale da quantificare le licenze da acquistare per ottenere i benefici attesi.

In figura 5.2.2 è presente una rappresentazione grafica<sup>124</sup> dei principali *vendor* di RPA, che sono stati valutati e posizionati in base a tre fattori:

- **Offerta attuale:** valutazione dei punti di forza della soluzione offerta, in base a criteri come le caratteristiche di sviluppo del bot, architettura, metodologie di monitoraggio e controllo, scalabilità, supporto nei casi d'uso, capacità di gestione, di reporting e di analisi (asse verticale);
- **Strategia:** coerenza e forza della strategia adottata, quantificata su parametri come l'esecuzione della stessa, numero di partnership, innovazione, approccio al mercato e roadmap del prodotto (asse orizzontale);
- **Presenza sul mercato:** tale valore riflette i ricavi derivanti dalla RPA, le quantità di clienti del vendor ed il numero di bot implementati in contesti industriali. La presenza sul mercato è rappresentata tramite la grandezza dei marker presenti sul grafico;



**Figura 5.2.2:** Principali società operanti nel mercato della RPA (Q2 2018)

Dal grafico soprastante, dunque, si evincono gli attuali leader del mercato della RPA, ovvero **Blue Prism**, **UiPath**, **Automation Anywhere**. Di seguito vengono descritti singolarmente in dettaglio:

<sup>124</sup> *The Forrester Wave: Robotic Process Automation, Q2 2018; Craig Le Clair, Giugno 2018*

- **Blue Prism:** soluzione altamente scalabile, sicura e con un controllo centralizzato, questo è, sicuramente, uno dei motivi per cui è leader di mercato. Infatti, tali caratteristiche rendono Blue Prism la soluzione più stabile in grandi realtà industriali. Blue Prism, inoltre, è l'unico a dare importanza alla certificazione di una terza parte, responsabile dell'implementazione della RPA presso il cliente finale. Un ulteriore aspetto interessante è la progettazione *object-oriented*, la quale consente di riutilizzare i singoli componenti in più processi. Infine, viene valutata la soluzione più solida in caso di modifiche in corso;
- **UiPath:** i punti di forza principali sono la facilità di progettazione dei robot ed i servizi condivisi. La piattaforma permette di gestire facilmente sia i *Robot Attended* sia quelli *Unattended*. I componenti di terze parti includono *Elasticsearch*, *Kibana*, *Tableau* per la visualizzazione e *CyberArk*, se necessario, per la gestione delle credenziali;
- **Automation Anywhere:** il principale vantaggio di tale soluzione sono le abilità cognitive, superiori a quelle dei due vendor precedenti. Inoltre, a differenza di Blue Prism risulta più semplice sia da progettare che da utilizzare, sebbene meno di UiPath.

Il mercato della RPA, in realtà, è molto dinamico, infatti vi sono molte aziende che minacciano la leadership di Blue Prism, UiPath e Automation Anywhere, come ad esempio *NICE*, *Pegasystems*, *WorkFusion*, *Kryon*, *Thoughtonomy*.

### 5.2.2 Vantaggi attesi nel settore delle telecomunicazioni e potenziali sviluppi futuri

Nel settore industriale delle telecomunicazioni, l'adozione di questa tecnologia è un passo fondamentale in ottica della ***Digital Operations Transformation*** (DOT), ovvero la trasformazione digitale delle attività, in particolare per le azioni utili al funzionamento organizzativo interno, comunemente definite come *back-office*. Dunque, risulta importante non solo la digitalizzazione dei processi aziendali, bensì anche la loro automazione tramite la RPA. Come è stato introdotto precedentemente, non tutti i processi possono essere automatizzati tramite la RPA, quindi bisogna individuare quelli adatti o renderli tali. L'area aziendale di un generico *Communication Service Provider* che, sicuramente, può essere soggetta alla RPA è correlata alle ***Technology Operations***, solitamente suddivisa in:

- **Network Operations** (esempio: *provisioning*, ossia il processo di fornitura dei servizi al cliente sulla rete);

- **Network Field Operations** (esempio: la manutenzione della rete o le attività a supporto della creazione di un nuovo nodo);
- **Infrastructure Operations** (esempio: la gestione dei ticket generati sui vari applicativi aziendali);
- **ICT Operations** (esempio: la verifica degli accessi ed il monitoraggio delle prestazioni dell'ERP)

A testimonianza di quanto affermato, viene riportato il caso di successo ottenuto da **Telefónica O2**, un *early adopter* di tale tecnologia nei processi di *back-office*, come viene evidenziato nella figura sottostante<sup>125</sup>.

Number of processes automated	Number of RPA transactions per month	Number of Robots	Number of FTEs saved or redeployed	Payback Period	3-Year ROI
15 core processes	400,000 to 500,000	>160 and growing	Hundreds	12 months	Between 650 and 800%

**Figura 5.2.3: Caso Telefónica O2 (2015)**

I principali vantaggi, quindi, derivanti dall'implementazione di una soluzione RPA, si possono così rappresentare:

- Riduzione degli errori nell'esecuzione di task di processo, generando un miglioramento della **qualità del servizio**;
- Aumento della velocità di svolgimento dei processi, raggiungendo un maggior livello di **efficienza** (*FTE saving*) e di **produttività** (24/7, 365 giorni all'anno) ;
- **Pieno controllo e verifica costante** dei processi e degli errori riscontrati nel corso della loro esecuzione;
- **Nessun impatto sulle applicazioni target**, che non necessitano di alcun adattamento o variazione;
- **Costi e tempi** di implementazione contenuti, con un **Payback Period** basso ed un **Return On Investment (ROI)** potenzialmente molto elevato;
- **Soddisfazione della forza lavoro**, in quanto i processi ripetitivi non saranno più di sua competenza, concentrandosi, di conseguenza, su attività a valore aggiunto.

In aggiunta, dal punto di vista strategico, rappresenta l'*entry level* per soluzioni tecnologiche di **Intelligent o Cognitive Automation (IA o CA)**. Ciò permetterà di superare

<sup>125</sup> "Robotic Process Automation at Telefónica O2"; Mary Lacity, Leslie Willcocks, Andrew Craig; 2015

il limite principale della RPA, ossia l'automazione di attività/processi basati sulla gestione di informazioni non strutturate e non confinate ad una serie di casi predefiniti. Vi sarà, infatti, l'introduzione di *capacità cognitive, regole dinamiche e Machine Learning*. In altre parole, la **RPA** si evolverà in **CA** tramite l'inserimento di *Intelligenza Artificiale e Cognitive Computing*, ossia in grado di gestire qualsiasi tipo di informazione e di ragionare come una mente umana, all'interno dello strumento informatico. Inoltre, la CA consentirà di modificare il metodo di automazione, in quanto la RPA è una tecnologia *process-oriented*, mentre la CA è *knowledge-based*. Ciò significa che le regole e le casistiche non dovranno più essere definite a priori, bensì lo strumento imparerà in maniera autonoma come gestire e completare il flusso di lavoro. A testimonianza di questo orientamento per il futuro, già oggi, i principali *vendor* di RPA hanno integrato le loro soluzioni con dei sistemi di *Optical Character Recognition (OCR)*, come ad esempio *ABBY FlexiCapture* o *Google Tesseract*, ampliando notevolmente il loro perimetro di azione.

In definitiva, è possibile affermare che la RPA sia una tecnologia che genera benefici nel breve-medio termine per una società operante nel settore delle telecomunicazioni, dunque ha, sicuramente, un valore dal punto di vista tattico. Inoltre, come descritto precedentemente, rappresenta un asset strategico di lungo periodo, in quanto, senza di essa, risulterebbe estremamente complesso e rischioso adottare le innovazioni tecnologiche future correlate all'automazione dei processi.

## 5.2 Central Log Management (CLM)

Quasi tutte le attività eseguite da un'applicazione informatica vengono tracciate, in maniera automatica, tramite dei **log**. Quest'ultimo, infatti, è una registrazione degli *eventi* che si sono verificati su un sistema o sulla rete. I log, in generale, sono composti da più *voci*, ognuna delle quali contiene un'informazione specifica, come ad esempio la data e l'orario in cui è avvenuto l'evento (noto anche come *Time-stamp*), la categoria di azione eseguita, il tempo di esecuzione della singola attività oppure eventuali errori occorsi durante l'utilizzo dell'applicazione o del sistema. Di seguito, alcuni dei tipi di informazioni più comunemente registrati nei log e i potenziali benefici correlati<sup>126</sup>:

- **Richieste Client e risposte del Server:** molto utili per ricostruire sequenze di eventi e per determinare il risultato delle stesse. Alcune applicazioni possono

---

<sup>126</sup>“*Guide to Computer Security Log Management*” (2006), *National Institute of Standards and Technology (NIST)*; Karen Kent, Murugiah Souppaya

eseguire registrazioni molto dettagliate, come ad esempio i *server di posta elettronica* che archiviano il mittente, i destinatari, l'oggetto, il corpo e gli allegati dell'e-mail, oppure i *server web* che registrano ogni URL e la risposta fornita dal server stesso. Queste informazioni possono essere utilizzate per identificare malfunzionamenti o eventuali problemi, oltre a monitorare l'uso effettivo delle applicazioni informatiche aziendali in termini di conformità;

- **Informazioni sull'account:** come i tentativi di autenticazione riusciti e falliti, le modifiche dell'account (creazione e cancellazione dell'account, assegnazione di privilegi dell'account) e l'utilizzo dei privilegi. Oltre a identificare gli eventi relativi a tematiche di *Cyber Security*, può essere usato per definire chi e quando ha usato l'applicazione;
- **Informazioni sull'utilizzo:** come il numero di operazioni che si verificano in un determinato intervallo temporale e la dimensione delle transazioni. Oltre a consentire la valutazione ed il controllo delle prestazioni dei sistemi aziendali, può essere utile per analisi di sicurezza in caso di valori anomali;
- **Azioni operative significative:** come l'avvio e lo spegnimento delle applicazioni aziendali, i guasti e le principali modifiche di configurazione effettuate sulle stesse. Informazioni utili sia per il monitoraggio legato alla sicurezza che operativo;

Tuttavia, i log molto spesso non presentano un formato standardizzato, ossia ogni applicazione genera log con caratteristiche e configurazioni differenti, il che rende estremamente complesso effettuare analisi complete. In figura 5.3.1 viene mostrato un esempio di log:

```
Event Type: Success Audit
Event Source: Security
Event Category: (1)
Event ID: 517
Date: 3/6/2006
Time: 2:56:40 PM
User: NT AUTHORITY\SYSTEM
Computer: KENT
Description:
The audit log was cleared
Primary User Name: SYSTEM Primary Domain: NT AUTHORITY
Primary Logon ID: (0x0,0x3F7) Client User Name: userk
Client Domain: KENT Client Logon ID: (0x0,0x28BFD)
```

**Figura 5.3.1:** Generico log generato da un sistema operativo<sup>127</sup>

<sup>127</sup> "Guide to Computer Security Log Management" (2006), National Institute of Standards and Technology (NIST); Karen Kent, Murugiah Souppaya

Inizialmente, dal punto di vista industriale, i log venivano utilizzati esclusivamente a supporto dell'individuazione e della risoluzione di eventuali problematiche sugli applicativi aziendali. Oggi, invece, nella maggior parte delle organizzazioni, sono impiegati per l'ottimizzazione dei sistemi e della rete, per il monitoraggio e la registrazione delle azioni degli utenti e forniscono informazioni utili per individuare attacchi informatici. In altre parole, tramite la ricerca e l'analisi dei dati all'interno dei log, si è in grado di individuare problemi, errori e andamenti futuri, oltre alla possibilità di monitorare e controllare tutti gli eventi sui sistemi informatici aziendali. Tuttavia, può essere estremamente dispendioso in termini di tempo, addirittura, in alcuni casi, risulta impossibile cercare, manualmente, un particolare errore o una specifica informazione in Gigabyte di dati, ovvero in molteplici migliaia di log, potenzialmente di applicazioni diverse, complicando ulteriormente la ricerca.

Il **Central Log Management (CLM)** è una soluzione tecnologica che centralizza in un unico punto tutti i log aziendali, rendendoli facilmente accessibili tramite un'interfaccia sintetica e di facile utilizzo. Lo stesso, quindi, consente di visualizzare in maniera rapida e chiara le informazioni correlate ai log prodotti dai sistemi aziendali. In realtà, il CLM offre altre funzionalità tra cui:

- Archiviazione dei dati di log da più fonti in una posizione centrale;
- Standardizzazione dei diversi formati dei log, tramite tecniche di *parsing*, che individuano i campi del log e permettono l'uniformità dei dati;
- Aggregazione di eventi identici o simili, riportando il numero delle occorrenze, in modo tale da ridurre la quantità di dati da archiviare ed analizzare;
- Possibilità di filtrare i log che non contengono informazioni utili all'analisi da effettuare;
- Correlazione tra informazioni e dati eterogenei;
- Analisi di KPI in maniera rapida, come ad esempio il **Mean Time To Identify** o il **Mean Time To Resolve**, rispettivamente il tempo medio di identificazione del problema, cioè tra il verificarsi ed il rilevamento dello stesso, e il tempo medio di ripristino, ossia quello che intercorre tra l'identificazione e la risoluzione;
- Conservazione (comunemente definita *Retention*) dei log, in modo che siano disponibili per determinato un periodo di tempo;
- Facilita la ricerca all'interno dei log di informazioni importanti;
- Generazione di avvisi o *alert*, in base alle metriche definite;

- Visualizzazione e condivisione delle dashboard con gli altri in modo semplice e rapido;
- Supporto alla manutenzione predittiva, in quanto permette di identificare, in anticipo, eventuali guasti, grazie a tecniche di *Machine Learning*

Dunque, è possibile affermare che il CLM rappresenta una tecnologia estremamente utile, se non necessaria, in quelle *industry* in cui sta avvenendo la trasformazione digitale. Nel settore industriale delle telecomunicazioni, per gestire efficacemente questo scenario complesso e in continua evoluzione, è fondamentale definire una strategia a medio-lungo termine che identifica l'insieme necessario di strumenti e il modo in cui devono interagire per supportare i processi aziendali e la gestione dell'innovazione tecnologica. Il **Log Management** è essenziale per un'azienda operante in tale settore, poiché consente di risolvere, proteggere, investigare o eseguire il *debug* dei problemi derivanti da un sistema, visualizzando i log degli eventi e, di conseguenza, le informazioni correlate. Inoltre, rappresenta un modo per rintracciare eventi storici che possono aiutare a indagare su eventuali intrusioni nei sistemi, rispondere alle esigenze di conformità e identificare qualsiasi tipo di problematica che si potrebbe verificare. Infine, con gli strumenti emergenti che consentono di cercare correlazioni in grandi quantità di dati con uno sforzo e un tempo di elaborazione limitato, è possibile identificare informazioni di gran valore.

### 5.3.1 Sistemi di Central Log Management

In generale, un'infrastruttura di *log management* è costituita da componenti hardware, software, reti e supporti utilizzati per generare, trasmettere, archiviare, analizzare e disporre dei dati contenuti nei log. Questa prima parte del paragrafo descrive l'architettura tipica di un'infrastruttura di *log management* e le modalità con cui i suoi componenti interagiscono tra loro. Illustra, quindi, le funzioni di base eseguite all'interno di un'infrastruttura di *log management*.

L'architettura di un sistema di *log management*, solitamente, comprende i seguenti tre livelli<sup>128</sup>:

- **Log Generation:** primo livello, in cui vi è la generazione dei log a partire da ciò che viene eseguito sulla specifica applicazione o che viene trasferito in rete. In altre parole, è rappresentato dalle fonti in cui vengono prodotti i log;

---

<sup>128</sup> "Guide to Computer Security Log Management" (2006), National Institute of Standards and Technology (NIST); Karen Kent, Murugiah Souppaya

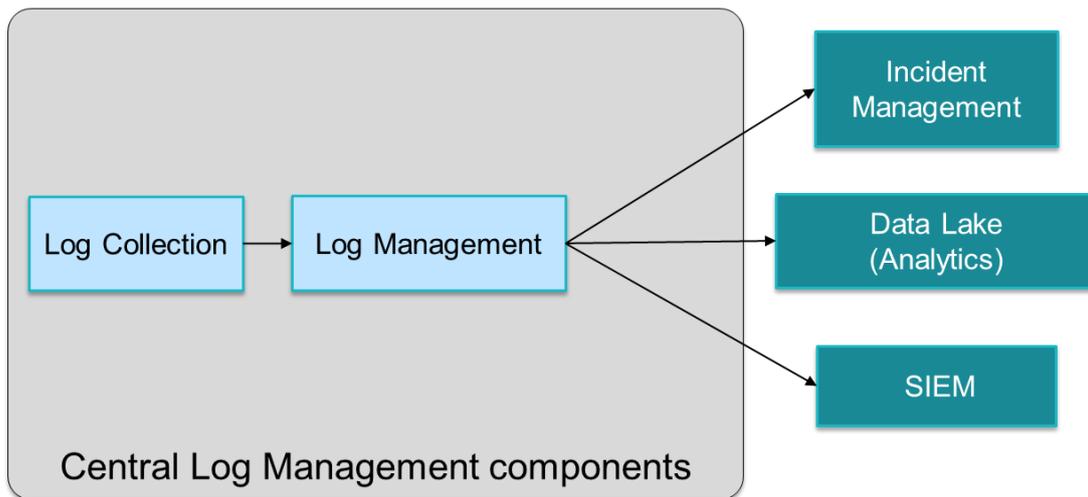
- **Log Analysis and Storage:** secondo livello, composto da uno o più server in cui vengono analizzati ed archiviati i log ricevuti dal primo livello. Il trasferimento tra i due livelli può avvenire in tempo reale (*real-time*), *quasi in tempo reale* (tecniche di *near-real-time*) oppure tramite metodi di *batching*, in cui è necessario raggiungere un limite minimo di volume di dati o aspettare un intervallo di tempo predefinito. I server che ricevono log da più fonti vengono chiamati collettori o aggregatori;
- **Log Monitoring:** l'ultimo livello è costituito da *console* che permettono di controllare e revisionare i dati contenuti nei log, oltre ai risultati dell'analisi automatica. Solitamente, vengono utilizzate anche per l'elaborazione di report sulla specifica tematica di analisi.

I sistemi di *log management* maggiormente diffusi sono quelli basati sui **Syslog (System log)** e i **Security Information & Event Management (SIEM)**. Il termine *Syslog* identifica un formato di log standard in cui sono contenute informazioni relative all'evento verificatosi sul sistema e allo stato dello stesso, ossia se è inutilizzabile, se presenta degli errori o è in una fase di *debug*. Il concetto di SIEM, invece, si riferisce all'analisi e alla gestione dei dati relativi a tematiche di sicurezza, forniti anche dai log. In realtà, esso è l'unione del *Security Information Management (SIM)*, la cui funzione principale è la supervisione ed il controllo, e del *Security Event Management (SEM)*, focalizzato sulle azioni da compiere in seguito ad un guasto o ad un attacco informatico.

I sistemi di **Central Log Management**, come introdotto nel paragrafo precedente, si pongono l'obiettivo di centralizzare in un unico punto i log generati dai *datacenter* aziendali o da altre fonti, come la rete, i sistemi operativi, il Cloud e le specifiche applicazioni aziendali. I suddetti sistemi, a seconda delle specifiche caratteristiche del prodotto o dei requisiti richiesti, possono essere implementati sia *on-premises* (in locale), sia con i diversi modelli di servizio in Cloud, ovvero IaaS, PaaS e SaaS<sup>129</sup>. In figura 5.3.2 viene rappresentata un'architettura generale di un sistema di Central Log Management

---

<sup>129</sup> Definiti nel paragrafo 4.1



**Figura 5.3.2:** Architettura di un Central Log Management

Dal grafico soprastante, si notano due blocchi principali:

- **Log Collection:** si riferisce alle componenti che si occupano dell'estrazione dei log dalle diverse fonti, solitamente definiti come *log agents* o *aggregators*. In questa parte vengono eseguite le tecniche di *parsing* per estrarre le informazioni dai log e, di conseguenza, uniformare il formato;
- **Log Management:** indica l'archiviazione dei dati, trasferiti dal livello precedente nel repository centrale, l'analisi degli stessi tramite un motore di ricerca interno, la correlazione dei log, il calcolo delle metriche e delle serie temporali, il settaggio delle soglie di allarme e gli strumenti di visualizzazione.

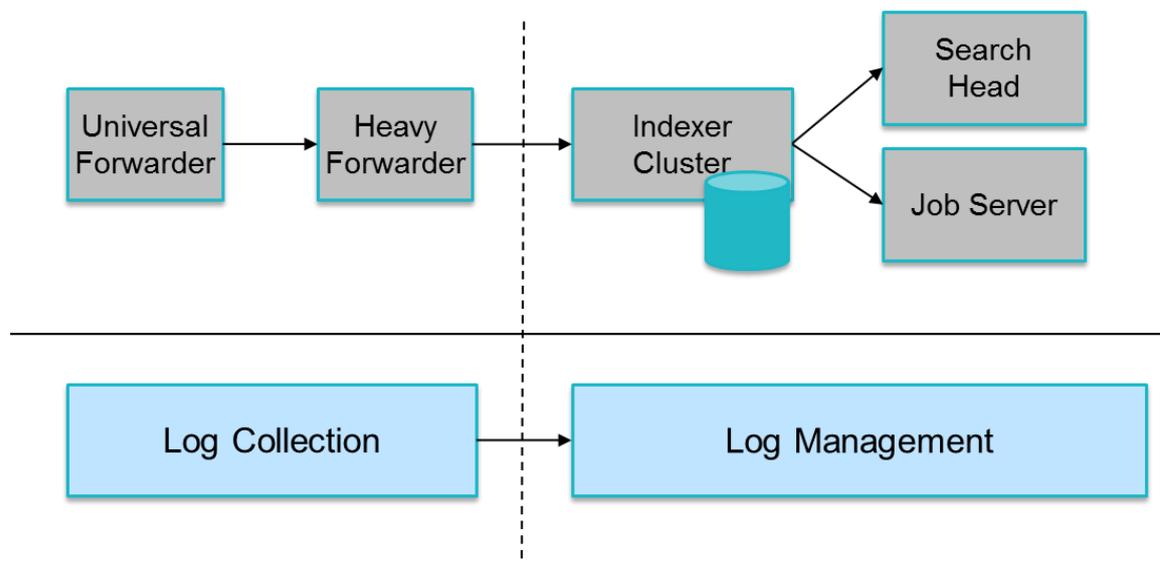
Dunque, la *Log Collection* può essere correlata alla *Log Analysis*, mentre il *Log Management* alla *Log Storage* e al *Log Monitoring*, definiti precedentemente. Inoltre, è importante che il Central Log Management sia integrato con il sistema di *Incident Management*, in modo tale da automatizzare la creazione dei ticket e la gestione dei guasti, con il *Data Lake* aziendale, così da ampliare le informazioni a disposizioni per le analisi, e, infine, con il *SIEM*, se è un sistema esterno e non compreso nel CLM, per fornire ulteriori dati in ottica di *Cyber Security*.

I principali prodotti di CLM esistenti sul mercato sono *Splunk*, *Elasticsearch-FluentD-Kibana* (ELK) o *Elasticsearch-Fluentd-Kibana* (EFK) e *Google Stackdriver*. Di seguito, vi è una descrizione e una comparazione tra le diverse soluzioni tecnologiche:

## - Splunk

In figura 5.3.3 è illustrata l'architettura di *Splunk Enterprise*, i cui componenti principali sono:

- *Universal Forwarder & Heavy Forwarder*: svolgono entrambi la stessa funzione di *Log Collection*, anche se il primo raccoglie esclusivamente i dati grezzi dalle diverse fonti, mentre il secondo permette di processare gli stessi tramite tecniche di *parsing*;
- *Indexer Cluster*: componente in cui vengono archiviati i dati provenienti dai forwarder;
- *Search Head*: è la *console* di Splunk Enterprise, ovvero l'interfaccia grafica (Graphic User Interface – GUI);
- *Job Server*: necessario per le integrazioni con gli altri sistemi aziendali

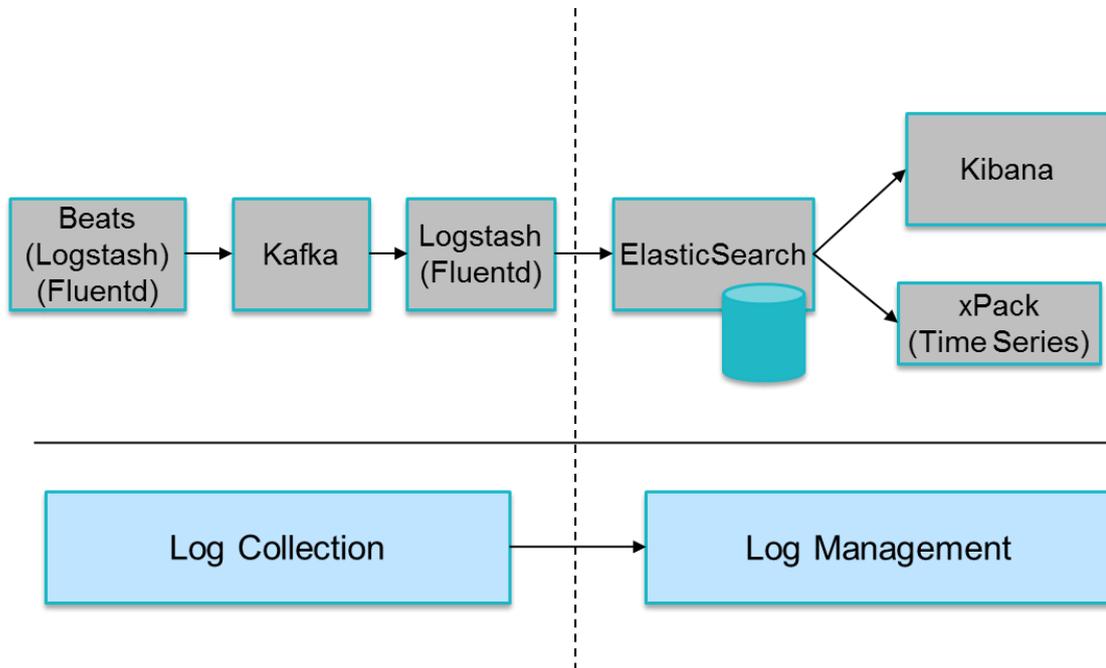


**Figura 5.3.3:** Modello del prodotto Splunk Enterprise

*Splunk Enterprise* è una soluzione completamente integrata in un'unica applicazione, in cui risulta compreso anche il SIEM (*Splunk Enterprise Security*). Dunque, risulta semplice nell'implementazione, nessun rischio di incompatibilità ed un pieno controllo, oltre ad un potente Search Processing Language (SPL), presente nella *console*, e i molteplici *add-on*, scaricabili direttamente da *Splunkbase*, lo rendono un prodotto affidabile e completo. Il modello di *pricing* si basa sulla quantità di dati caricati sugli *indexer*, anche se offre sconti basati sul volume.

- **ELK/EFK**

In figura 5.3.4 è rappresentata l'architettura di ELK/EFK:

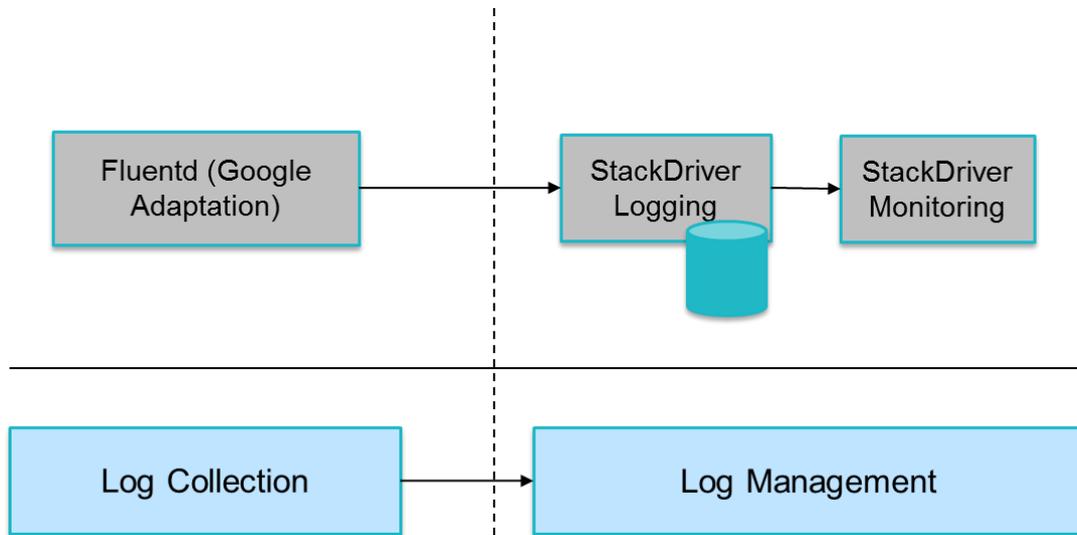


*Figura 5.3.4: Modello del prodotto ELK/EFK*

Come si può notare dal grafico, ELK/EFK è composto da più prodotti, ognuno con una funzione specifica: *Beats* utilizzato per il trasferimento semplice di dati dalle fonti a *Kafka*, che non fa parte del blocco principale di ELK, permette la gestione efficiente delle code, successivamente vi è *Logstash* o *Fluentd*, in cui avviene il parsing e il trasferimento ad *Elasticsearch*, ovvero il repository centrale. Quest'ultimo, è a sua volta composto da uno o più *Master Node* che gestiscono i singoli *Data Node*, ossia il bilanciamento efficiente dei dati tra i singoli nodi presenti. Infine, per la visualizzazione è presente *Kibana*, mentre *xPack* è uno strumento per il *Machine Learning*. In generale, ELK è una soluzione **open-source**, quindi personalizzabile con i prodotti che si reputano più opportuni e configurabile nella maniera che viene reputata migliore per le condizioni aziendali. Ovviamente, il modello di *pricing* è completamente diverso da Splunk, infatti è basato sul numero e sulla categoria di nodi implementati.

## - Google Stackdriver

In figura 5.3.5 viene mostrata l'architettura di *Google Stackdriver*:



**Figura 5.3.5:** Modello di prodotto di *Google Stackdriver*

*Stackdriver Logging* è progettato per raccogliere e archiviare i log da *Google Cloud Platform* e *Amazon Web Services*, quindi è una soluzione basata esclusivamente sul Cloud. Inoltre, tramite una versione, adattata direttamente da Google, di *Fluentd*, *Stackdriver Logging* vengono integrati i log provenienti da qualsiasi altra fonte. Una delle potenti funzionalità di *Stackdriver Logging* è l'esportazione dei log su servizi esterni, come *Google Cloud Storage*, *Google BigQuery* e *Google Cloud Pub/Sub* o qualsiasi combinazione di questi tre servizi. Ciò consente la conservazione a lungo termine dei log su *Google Cloud Storage*, la ricerca e l'analisi dei log su *Google BigQuery*, mentre *Google Cloud Pub/Sub* può essere utilizzato per trasferire i log su servizi di terzi. Altro elemento chiave del prodotto è *Stackdriver Monitoring*, basato su un software open-source *Collectd*, il quale consente di visualizzare e controllare le prestazioni delle applicazioni, inserire metriche personalizzate, gestire gli avvisi e l'identificazione delle tendenze. Il modello di *pricing* risulta più complesso rispetto ai precedenti, infatti vi sono più fattori che incidono sul prezzo finale: il volume di dati archiviati su *Stackdriver Logging*, il numero di metriche non appartenenti a Google e le interrogazioni eseguite su *Stackdriver*.

### 5.3.2 Vantaggi attesi nel settore delle telecomunicazioni

Un problema, presente in molte realtà industriali, riguarda la gestione dei log prodotti dai sistemi informatici aziendali, in quanto non vi è un bilanciamento efficiente tra le risorse per il *log management*, spesso limitate o assenti, con la generazione continua di dati di log,

destinati ad aumentare in un mondo sempre più digitale. Inoltre, l'archiviazione e la gestione dei log possono essere complicate da diversi fattori, come il numero elevato di fonti, il contenuto incoerente dei log, formati e *timestamp* diversi tra le fonti, oltre ai volumi in costante crescita. Il *log management* comporta, anche, la protezione della riservatezza, dell'integrità e della disponibilità dei dati. Un'ulteriore problematica è quella di garantire uno strumento che permetta agli operatori di sicurezza, di sistema e di rete di eseguire regolarmente analisi efficaci delle informazioni contenute nei log.

Come è stato descritto nei Capitoli precedenti, le tecnologie e i sistemi, nel settore delle telecomunicazioni, sono in continua evoluzione, in maniera molto dinamica. Ciò genera un insieme eterogeneo di applicazioni che devono integrarsi tra loro, che, potenzialmente, introducono dei ritardi o delle difficoltà nel ciclo di erogazione del servizio. Infatti, in una tipica organizzazione di un *Communication Service Providers* l'insieme di *Business Support System* (BSS) ed *Operation Support System* (OSS) è un ambiente estremamente complesso. Alcuni possono essere sviluppati internamente, altri da fornitori esterni oppure possono essere costruiti usando linguaggi di programmazione standard, mentre altri possono usare quelli proprietari. Dunque, non risulta semplice individuare le fonti e le cause dei problemi che vengono segnalati dagli utenti oppure che insorgono in maniera anomala. Il CLM, come introdotto precedentemente, si pone l'obiettivo di risolvere tali problematiche, in quanto consente il monitoraggio *real-time* e continuo (24/7) di tutti i sistemi aziendali con l'impostazione di soglie per la generazione automatica di avvisi in caso di superamento delle stesse, oltre ad essere utile nelle analisi legate alla *Cyber Security* e nel garantire il rispetto delle normative di trattamento dei dati, come il GDPR. L'adozione di un CLM, nel contesto di trasformazione digitale, risulta essere un passo fondamentale per le società operanti in tale *industry* per molteplici ragioni:

- **Volume dei dati:** i dispositivi e la quantità di informazioni generate sta aumentando in maniera esponenziale, dunque senza un'adeguata infrastruttura di *log management* risulterebbe impossibile ottenere gli stessi benefici;
- **Varietà dei dati:** come definito precedentemente, i formati dei log generati dalle diverse fonti non sono uguali, quindi risulta fondamentale normalizzare la rappresentazione delle informazioni per effettuare analisi e monitoraggi in maniera efficiente ed efficace;
- **Velocità nell'individuazione dei problemi o delle minacce:** in un contesto competitivo come quello del settore delle telecomunicazioni, la riduzione dei

costi operativi e la qualità del servizio sono aspetti fondamentali per il successo dell'azienda. Il CLM, grazie alle sue funzionalità, garantisce un miglioramento di entrambi i fattori;

- **Retention delle informazioni:** molti requisiti normativi impongono come e quanto devono essere conservati i dati generati dai log. Il CLM consente di gestire in modo efficace la conservazione delle informazioni, in modo che possano soddisfare le normative e le richieste di controllo.

Inoltre, la maggior parte dei prodotti CLM sono dotati di un modulo dedicato al *Machine Learning*, il che consente di effettuare analisi di serie temporali, in ottica di **manutenzione predittiva**. Ciò rappresenta un ulteriore elemento a favore dell'efficienza produttiva e dell'eccellenza di servizio ricercata dai *Communication Service Providers*. In aggiunta, vista la grande quantità di dati analizzati nei contesti aziendali più strutturati (fino a Petabyte di log al giorno), può essere considerato uno strumento di *Big Data Analytics*, che consente di estrarre e visualizzare informazioni sintetiche e utili per l'impresa.

I sistemi di CLM, in particolare ELK e Splunk, presentano un numero elevato di *add-on* che consentono l'implementazione di funzionalità aggiuntive per ulteriori casi d'uso, che generano altri vantaggi per l'impresa. Il primo, infatti, essendo un prodotto open-source, può essere facilmente integrato con applicazioni esterne e, in aggiunta, è caratterizzato da una grande *community*, la quale ha sviluppato, negli anni, molti *add-on*. Il secondo, invece, come detto nel paragrafo precedente, è dotato di un portale proprietario, da cui è possibile installare lo specifico *add-on*. Un possibile caso d'uso è il *dispatching* e la gestione automatizzata, in base al contenuto della segnalazione, della casella @abuse. Per Splunk, infatti, è presente l'*add-on SPLUNK FOR IMAP* che permette di caricare le e-mail sugli *indexer*. Questa applicazione scarica continuamente la posta da un account IMAP e la invia a un server Splunk per l'indicizzazione. Per ottenere un *dispatching* funzionale al contenuto della e-mail, è possibile utilizzare la funzione «**match= <regex>**», la quale consente di intercettare esclusivamente le e-mail che contengono all'interno del *body* il testo indicato in regex. Un'ulteriore soluzione è quella di utilizzare la funzione «**tag**», la quale consente di ricercare i tag definiti nel *data model*, che potrebbe essere ampliato con l'*add-on* del *Machine Learning* su Splunk. Anche, Logstash del pacchetto Elastic consente di caricare e-mail sugli *indexer* tramite l'*add-on INPUT IMAP*. Anche in questo caso esiste la possibilità di utilizzare la funzione «**tag**» in maniera condizionale (associazione di un testo ad un tag, consentendo il caricamento su determinati indici di ElasticSearch a seconda dei tag e la

ricerca su Kibana delle e-mail filtrate per tag), con x-pack, il quale consente di effettuare *Machine Learning*. Esso permette all'algoritmo di «migliorarsi» e affinarsi sempre più, potendo apprendere le regole di assegnazione tra contenuto della e-mail e indexer (cartella relativa ad una determinata casistica).

Infine, il CLM, con l'evoluzione del *Machine Learning* verso il *Deep Learning*, in futuro permetterà di ottenere risultati sempre più precisi e dettagliati, con notevoli vantaggi per le aziende che hanno già adottato tale tecnologia. In parallelo, con l'avanzare della *Cognitive Automation*, potrebbe consentire la risoluzione automatica dei problemi che si verificano sulle applicazioni informatiche aziendali.

## Conclusioni

Questa tesi ha l'obiettivo di offrire, in un primo momento, una visione generale delle tecnologie innovative principali che stanno guidando la trasformazione digitale di imprese appartenenti a più settori industriali. Successivamente, lo studio si è concentrato sulla descrizione, per ogni tecnologia, di alcune applicazioni nella *telco industry*, anche se le considerazioni specifiche possono essere facilmente riconducibili ad altri settori basati sui servizi. L'**Industry 4.0**, infatti, è da sempre un concetto maggiormente associato al *manufacturing*, ovvero alle aziende di produzione. Dunque, lo scopo che ha guidato la scrittura dell'intero studio si basa sull'idea di fornire un'analisi completa delle possibilità offerte dalle nuove tecnologie per le imprese operanti nel settore delle telecomunicazioni, ovvero una delle più importanti *industry* di servizi.

Risultato fondamentale di tale tesi sono i due casi studio, la ***Robotic Process Automation*** e il ***Central Log Management***, che forniscono delle evidenze empiriche della trasformazione digitale, in cui viene descritto, inizialmente, il processo di implementazione tramite uno o più fornitori esterni, per poi sottolineare gli effetti correlati all'introduzione delle suddette tecnologie in azienda. Inoltre, dopo aver comparato le principali soluzioni presenti sul mercato, vengono illustrate i potenziali sviluppi futuri nel medio-lungo termine, che probabilmente saranno condotti in cooperazione con altre società, in virtù del nuovo paradigma innovativo emergente: *Open Innovation 2.0* o *Quadruple Helix*. Le considerazioni generali definite per i casi studio possono essere sicuramente estese all'implementazione di altre tecnologie.

In definitiva, è possibile concludere che le nuove applicazioni industriali, in realtà, fanno parte di una strategia a lungo termine, in cui si crea un vero e proprio "ecosistema" di tecnologie che si integrano le une con le altre. Un probabile esempio sarà il *Central Log Management* con l'IoT, in quanto è possibile incorporare nella piattaforma centralizzata i log generati dai sensori, in modo tale da monitorare il funzionamento degli stessi nel futuro modello interconnesso dell'IoT. Come già introdotto alla fine del Capitolo 5, un ulteriore esempio potrebbe essere rappresentato dall'integrazione del *Central Log Management* con la *Cognitive Automation*, ovvero l'evoluzione della *Robotic Process Automation*, a favore di una sempre maggiore automazione dei processi, anche quando gli stessi sono guidati da informazioni non strutturate. Dunque, oggi risulta estremamente importante per un'impresa investire sulle tecnologie che le permetteranno di ottenere o mantenere un vantaggio competitivo sostenibile nel lungo periodo.

## **Bibliografia**

- Anderson P., Tushman ML, *Technological discontinuities and dominant designs: a cyclical*, 1990
- Ashton K., *That 'Internet of Things' Thing*, *RFiD Journal*, vol. 22, 2009
- Bagheri B., S. Yang, H.A. Kao, J. Lee, *Cyber-physical Systems Architecture for Self-Aware Machines in Industry 4.0 Environment*, *IFAC Conference 38-3*, 2015
- Bandyopadhyay D. and Sen J., *Internet of things: Applications and challenges in technology and standardization*, *Wireless Pers. Commun.*, vol. 58, 2011
- Bayuk J. L., Jason Healey, Paul Rohmeyer, Marcus H. Sachs, Jeffrey Schmidt e Joseph Weiss, *Cyber Security Policy Guideboo*, 2012
- Bayuk J. L. et al., *Systems Security Engineering: A Research Roadmap*, tech. report *SERC-2010-TR-005*, *Systems Eng. Research Center*; 2010.
- Blank S., Bob Dorf, *The Startup Owner's Manual: The Step-by-Step Guide for Building a Great Company*, 2012
- Bo Han, Vijay Gopalakrishnan, Lusheng Ji e Seungjoon Lee, *Network Function Virtualization: Challenges and Opportunities for Innovations*, 2015
- Bonomi F., Milito R., Zhu J., Addepalli S., *Fog computing and its role in the Internet of things*. In: *Proceedings of the first MCC workshop on mobile cloud computing*, Helsinki, 2012
- Bonomi F., Milito R., Zhu J., and Addepalli S., *Fog computing and its role in the internet of things*, in *Proceedings of the First Edition of the MCC Workshop on Mobile Cloud Computing*, ser. *MCC '12*. New York, NY, USA: ACM, 2012
- Buhl, H.U., Röglinger, M., Moser, "Big Data", *F. et al. Bus Inf Syst Eng*, 2013
- Cantamessa Marco, Montagna Francesca, "Management of Innovation and Product Development", 2016
- Caudell TP, Mizell DW, *Augmented reality: An application of heads-up display technology to manual manufacturing processes*, 1992
- Cavallini S., Soldi R., Friedl J., Volpe M., *Using the Quadruple Helix Approach to Accelerate the Transfer of Research and Innovation Results to Regional Growth*, 2016
- Cero E., J. Barakovic Husic, and S. Barakovic, "IoT's tiny steps towards 5g: Telco's perspective," *Symmetry*, vol. 9, no. 10, 2017
- Christensen CM, *The innovator's dilemma: when new technologies cause great firms to fail*, 1997
- Corno, Fulvio; De Russis, Luigi; Saenz, Juan Pablo, *On the advanced services that 5G may provide to IoT applications*, 2018
- Czarnecki C., Dietze C. *Understanding Today's Telecommunications Industry Cap. 2, Pag. 17-54*, *Springer International Publishing AG*, 2017

- Da Xu L., He W., and Li S., *Internet of things in industries: A survey*, *IEEE Trans. Ind. Informat.*, vol. 10, no. 4, pp. 2233–2243, Nov. 2014
- Danah boyd & Kate Crawford, *Critical Questions for Big Data, Information, Communication & Society*, 2012
- Danijel Šipuš, *Big Data Analytics for Communication Service Providers*, Opatija, Croatia, May 30 - June 3, 2016
- De Pace F., Manuri F., Sanna A., *Augmented Reality in Industry 4.0. Am J Compt Sci Inform Technol Vol.6 No.1:17*, 2018
- Deloitte, *Artificial Intelligence Defined*, 2018
- Deloitte, *Artificial Intelligence Innovation Report*, 2018
- Dr. John Hindle Dr. Mary Lacity Dr. Leslie Willcocks Dr. Shaji Khan, *Robotic Process Automation: Benchmarking the Client Experience*; 2018
- Dutton J, Thomas A, *Treating progress functions as a managerial opportunity*, *Acad Manag*, 1984
- ECOSYS Report n. 3, “Business models in Telecommunications”, 2004
- Ericsson AB, *Ericsson Mobility Report - Interim Report*, August 2013
- ETSI, *Network Functions Virtualisation (NFV); Architectural Framework*, GS NFV 002 (v. 1.1.1), Oct. 2013
- Evans D., *The Internet of Things How the Next Evolution of the Internet Is Changing Everything*, *Cisco Internet Business Solutions Group, Tech. Rep.*, 2011
- Fadlullah et al., *State-of-the-Art Deep Learning: Evolving Machine Intelligence Toward Tomorrow’s Intelligent Network Traffic Control Systems*, *IEEE Commun. Surveys & Tutorials*, 2017
- Fog Computing and the Internet of Things: Extend the Cloud to Where the Things Are*, *White Paper*, 2015
- Fransman M., *The New ICT Ecosystem: Implications for Policy and Regulation*. Cambridge University Press., 2010.
- Funk J., *The emerging value network in the mobile phone industry: the case of Japan and its implications for the rest of the world*. *Telecommunications Policy*. Vol. 33, 2009
- Ghezzi F., Olivieri G., *Diritto Antitrust*, G.Giappichelli Editore-Torino, 2013
- Giere J., *Mobile Operators and Their Mobile Data Charging Battle with OTT Applications*. *Industry Blog*. Openwave Mobility, 2012
- Grant R. M., *Contemporary Strategy Analysis: Text and Cases Edition, 9th Edition*, John Wiley & Sons, 2015
- Graves A., *Comparative Trends in Automotive Research and Development*, DRC Discussion Paper No. 54, Science Policy Research Unit, Sussex University, Brighton, Sussex, 1987

*Green Paper on the Development of the Common Market for Telecommunications Services and Equipment*, European Commission, 1987

Henderson R., Clark KB., *Architectural innovation: the reconfiguration of existing product, technologies and the failure of established firms*. *Administrative Sciences Quarterly* 35:9–30, 1990

Henry Chesbrough, *Business Model Innovation: Opportunities and Barriers*, 2010

Henry Chesbrough, *The Future of Open Innovation*, *Research Technology Management*, 2017

Henry W. Chesbrough, *Open Innovation: The New Imperative for Creating and Profiting from Technology*, 2003a

Hsinchun Chen, Roger H L Chiang, Veda C. Storey, “*Business intelligence and analytics: From big data to big impact*”, 2012

*IBM Global Business Services, Telco 2015: Five telling years, four future scenarios - Executive Report*, 2010.

Iansiti M., *How the incumbent can win: managing technological transitions in the semiconductor industry*, *Manage Sci* 46(2), 2000

Ilya Fedorkov, Christian Barte, *RPA potential in Telecommunications industry*, 2018

Kent Karen, Murugiah Souppaya, “*Guide to Computer Security Log Management*”, *National Institute of Standards and Technology (NIST)*, 2006

Kline Stephen J., “*An Overview of Innovation*”, Nathan Rosenberg, 1986

Kramer F.D., Starr S., Wentz L.K., *Cyber power and National Security*, *National Defense University Press, Washington (D.C.)*, 2009

Lacity M., Leslie Willcocks, Andrew Craig, *Robotic Process Automation at Telefónica O2*, 2015

Lam A., *Organizational Innovation, Working Paper, No. 1*.

Le Clair C., *The Forrester Wave: Robotic Process Automation, Q2 2018*, Giugno 2018

Lee E. A., “*Cyber physical systems: Design challenges*,” in: *Proc. 11th IEEE Int. Symp. on Object Oriented Real-Time Distributed Computing (ISORC) (May 6, 2008, Orlando, FL., USA)*, 2008

Manyika, Chui, Brown, and Bughin, *Big Data: The next Frontier for Innovation, Competition, and Productivity*, 2011

Mayer, De Scalzi, Martino, Chiarugi, *International Politics in the Digital Age: Power Diffusion or Power Concentration?*, *Università di Firenze*, Settembre 2013

Mell P., Grance T., *The NIST Definition of Cloud Computing*, 2011

Milgram P., Kishino F., *A taxonomy of mixed reality visual displays*. *IEICE TRANSACTIONS on Information and Systems* 77:1321-1329, 1994

- Osterwalder, A., & Pigneur, Y., *Business model generation: a handbook for visionaries, game changers, and challengers*. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, 2010
- Palattella, Dohler, Grieco, Rizzo, Torsner, Engel, and Ladid, *Internet of Things in the 5G Era: Enablers, Architecture, and Business Models*, 2016
- Palattella M.R., Thubert P., Vilajosana X., Watteyne T., Wang Q. e Engel T., “6tisch wireless industrial networks: Determinism meets ipv6 in Internet of Things”. New York, NY, USA: Springer, 2014, pp. 111–141.
- Pitofsky R., Patterson D., Hooks J., *The Essential Facilities Doctrine Under United States Antitrust Law*, 70 *Antitrust L.J.* 443-462, 2002
- Porter M. E., *How Competitive Forces Shape Strategy*, *Harvard Business Review (HBR)*, 1989
- Rajaraman V., *Cloud Computing Volume 19, Issue 3*, 2014
- Ramaswamy V., Gouillart F., *The power of co-creation: build it with them to boost growth, productivity, and profits*, Simon and Schuster Inc, New York, 2010
- Ries E., *The Lean Startup: How Today's Entrepreneurs Use Continuous Innovation to Create Radically Successful Businesses*, 2011
- Roland Berger Strategy Consultants, *Industry 4.0, The New Industrial Revolution: How Europe Will Succeed. International Conference The Next Industrial Revolution Manufacturing and Society in the XXI Century*, Turin, November 14 – 15, 2014
- Rothwell R., *Towards the Fifth-generation Innovation Process*, *International Marketing Review*, Vol. 11 Issue: 1, 1994
- Sacripanti A. M., *Liberalizing telecommunications in Italy: the role of the regulator*, info, Vol. 1 Issue: 5, 1999
- Satyanarayanan M., *Edge Computing*, Carnegie Mellon University, IEEE, 2017
- Schilling M., Izzo F., *Gestione delle innovazioni*. McGraw-Hill 3/ed, 2013
- Shackelford, S., *How Businesses Can Promote Cyber Peace*. *Journal of International Law, Kelley School of Business Research Paper No. 2014-27*, 2014
- Shazia Parveen, Aslan Amat Senin, Arslan Umar, *Organization Culture and Open Innovation: A Quadruple Helix Open Innovation Model Approach*, *International Journal of Economics and Financial Issues*, 5(Special Issue) 335-342, 2015
- Sicari, A. Rizzardi, L. Grieco, and A. Coen-Porisini, *Security, privacy and trust in internet of things: The road ahead*, *Comput. Netw.*, vol. 76, 2015
- Sjöqvist, L., *The Growth of Mobile Data Drives the Need for Higher Data Throughput and Densified Mobile Networks*. Gapwaves, 2016
- Sutherland IE, *A head-mounted three-dimensional display*. In *Proc. AFIPS*. ACM, San Francisco 757-764, 1968

Tushman ML, O'Reilly CA III, *Ambidextrous organizations*. *Calif Manag Rev* 38(4):8–30, 1996

Vannucchi G., *Internet e le dinamiche dei ruoli degli OTT (“Over The Top”) e Telco nel panorama ICT*, 2015

Velasco-Castillo, E., & de Renesse, R., *Digital economy readiness index: Mapping telco innovation and digital strategies*. London: Analysys Mason Limited, 2014

Wang M., Yong Cui, Xin Wang, Shihan Xiao, and Junchen Jiang, *Machine Learning for Networking: Workflow, Advances and Opportunities*, 2018

Weber A., *The convergence of mobile data phones, consumer electronics, and wallets: lessons from Japan*. *Telematics and Informatics*. vol. 24. Elsevier, 2007

Wollschlaeger M., Sauter T., and Jasperneite J., *The Future of Industrial Communication: Automation Networks in the Era of the Internet of Things and Industry 4.0*, 2017

Xie, X., Lv, T. and Liu, G., *The Research on Telecommunication Industry Business Ecosystem*. *Wireless Communications, Networking and Mobile Computing*. IEEE., 2008

## **Sitografia**

<http://fernfortuniversity.com/term-papers/porter5/analysis/3644-gartner--inc-.php>

<https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/open-innovation-strategy-and-policy-group>

<https://www.britannica.com/technology/artificial-intelligence>

<https://www.gartner.com/it-glossary/big-data/>

<https://www.borsaitaliana.it/notizie/sotto-la-lente/indici-concentrazione-settore.htm>

<https://www.mckinsey.it/idee/overwhelming-ott-telcos-growth-strategy-in-a-digital-world>

"Innovation". Merriam-webster.com. Merriam-Webster. Retrieved 2016-03-14.

3GPP, *Study on provision of low-cost machine-type communications (MTC) user equipments (UEs) based on LTE*, 3GPP TR 36.888,2013.  
<http://www.3gpp.org/dynareport/36888.htm>