

# POLITECNICO DI TORINO

Corso di Laurea Magistrale

In Ingegneria Gestionale

Tesi di Laurea Magistrale

Digital transformation nelle telecoms: la gara pubblica per il Sistema  
Cloud Toscana



Relatore

Prof. Carlo Cambini

Candidato

Daniele Tempestini

Anno Accademico 2018/2019



# Indice

Introduzione.....	1
Capitolo 1 – Telco Digital Transformation .....	3
1.1 Evoluzione del mercato delle telecomunicazioni .....	3
1.2 Nuove aree di sviluppo per le Telco .....	6
1.2.1 Contenuti multimediali .....	7
1.2.2 Internet Of Things.....	7
1.2.3 Servizi di trasporto differenziato e dibattito sulla Network Neutrality.....	10
1.3 Sfide e opportunità nel rapporto con gli OTT.....	12
1.3.1 Punti di forza e debolezza delle Telco rispetto agli OTT .....	15
1.4 Digitalizzazione delle aziende di telecomunicazioni.....	19
1.5 Nuovo modello di business: Platform provider .....	22
1.6 Rinnovamento infrastrutture IT .....	24
1.6.1 Adeguamento infrastrutture di rete .....	24
1.6.2 Creazione moderni data center.....	30
1.7 Strategie di digitalizzazione dei principali Telco mondiali .....	31
Capitolo 2 - Il Cloud Computing .....	35
2.1 Definizione generale del Cloud Computing .....	35
2.2 Nascita del Cloud Computing .....	37
2.3 Principi del Cloud Computing .....	39
2.4 Modelli di deployment.....	42
2.5 Modelli di servizio .....	44
2.6 Benefici percepiti dagli utenti nell'adozione del Cloud Computing .....	46
2.7 Il mercato del Cloud Computing.....	48
2.7.1 Fattori di spinta del mercato .....	50
2.8 Numeri del Cloud Computing in Italia .....	53
2.9 Ruolo della Pubblica Amministrazione italiana nello sviluppo del mercato del Cloud Computing .....	56

2.9.1 Ruolo di AgID.....	57
2.9.2 Piano Triennale per l'informatica nella Pubblica Amministrazione.....	58
2.10 Rischi e benefici per la PA nell'adozione del Cloud .....	63
<b>Capitolo 3 - Il Sistema Cloud Toscana .....</b>	<b>68</b>
3.1 Iniziative digitali di Regione Toscana .....	68
3.2 TIX: Tuscany Internet Exchange .....	70
3.2.1 Stato attuale del TIX .....	74
3.3 Bando di gara per la progettazione, realizzazione e gestione del Sistema Cloud Toscana.....	76
3.4 Oggetto dell'appalto .....	78
3.5 Novità rispetto alla versione precedente del TIX .....	81
3.6 Aggiudicatario dell'appalto.....	83
3.7 Offerta tecnica di TIM sulla base delle richieste di Regione Toscana .....	86
3.8 Obiettivi dell'appalto, benefici e rischi per la PA nell'utilizzo del SCT... ..	94
<b>Conclusioni .....</b>	<b>100</b>
<b>Bibliografia .....</b>	<b>101</b>





# Introduzione

Questo elaborato ha l'obiettivo di approfondire il tema della digital transformation, in particolare modo quella in atto nel settore delle telecomunicazioni che sta portando dei cambiamenti radicali all'interno delle aziende e potrà essere una leva importante per la diffusione di innovazione nell'intera società.

Per esaminare a fondo il tema si andrà prima ad offrire una visione d'insieme dei molteplici trend tecnologici che stanno pervadendo la nostra società e le iniziative che le Telco possono e devono mettere in atto per sfruttarli al meglio in modo da garantire la propria sopravvivenza nel lungo periodo. Le società di telecomunicazioni hanno infatti vissuto una notevole crisi negli ultimi anni, soprattutto a causa della crescente pressione competitiva sul mercato che ha portato all'erosione di gran parte dei loro ricavi dovuta anche all'ingresso di nuovi players digitali che hanno cominciato ad offrire, gratuitamente per i clienti, i servizi tipici di messaggistica e comunicazione. A fronte di ciò, le Telco stanno cominciando ad affacciarsi in altri settori per far evolvere il ruolo di semplici fornitori di connettività a cui sono stati relegati, adattando il loro business model e le loro infrastrutture per renderli più flessibili e pronti alle nuove sfide competitive che le attendono. Questi obiettivi sono resi pienamente raggiungibili solo attraverso la digitalizzazione sia delle infrastrutture che dei principali processi aziendali. Cloud Computing, Big Data Analytics, Intelligenza Artificiale e Internet of Things sono solo alcune delle aree di sviluppo che queste società possono esplorare con successo per aumentare i loro ricavi, sfruttando le nuove possibilità tecnologiche che saranno rese possibili per esempio dalla diffusione capillare della fibra ottica e dallo sviluppo del 5G, attività di cui le Telco possono avere il pieno controllo.

Nella prosecuzione dell'elaborato si andrà in particolare ad analizzare il tema del Cloud Computing in quanto è uno degli elementi abilitanti di questa massiccia trasformazione. Lo sviluppo di servizi per i clienti in questo ambito può infatti permettere alle Telco di raggiungere un duplice obiettivo: da una parte quello di poter aumentare i propri ricavi offrendo nuovi servizi innovativi ai clienti, dall'altra quello di poter rinnovare completamente le proprie infrastrutture, come per esempio i data center, attraverso la virtualizzazione che le rende pronte all'erogazione di questi servizi e soprattutto ne aumenta significativamente l'efficienza. Proprio per questi motivi, l'ambito del Cloud Computing, in particolare per quanto riguarda i servizi per le imprese, è stato tra i primi ad essere esplorato dalle Telco per allargare il proprio portafoglio d'offerta e, grazie anche ai benefici per i clienti che l'utilizzo di queste tecniche

comporta, il mercato dei servizi cloud ha avuto una rapida crescita e sta già raggiungendo la maturità.

La spinta per l'utilizzo di queste nuove tecnologie e la conseguente crescita dei relativi mercati però non può venire soltanto dalle aziende private ma deve essere sostenuta ed agevolata anche dal settore pubblico che può diminuire il rischio delle società che decidono di investire in innovazione andando a creare una domanda certa oppure mettendo in piedi delle adeguate normative e regolamentazioni. Deve essere interesse di ogni paese quello di attuare iniziative in tale ambito in quanto la diffusione di queste innovazioni può aumentare il benessere collettivo, andando a massimizzare l'efficienza e la produttività delle aziende, sia pubbliche che private, e a migliorare la vita di ogni persona in quanto una diffusione della digitalizzazione anche tra gli enti pubblici può permettere ai cittadini di usufruire di nuovi servizi digitali sempre più allineati con le loro nuove esigenze.

L'ultima parte dell'elaborato si focalizza quindi su un progetto che può essere preso come modello di riferimento per quanto riguarda l'utilizzo del Cloud per la diffusione dell'innovazione nel Paese e l'ottimizzazione delle risorse. Il progetto descritto è stato voluto da Regione Toscana che nel 2017 ha pubblicato il bando di gara per la progettazione, realizzazione e gestione del Sistema Cloud Toscana che è stato vinto da un raggruppamento temporaneo di imprese che vede TIM come società mandataria. Quest'opera è frutto dell'integrazione tra pubblico e privato e testimonia sia come la trasformazione digitale effettuata dalle Telco possa avere degli impatti sull'intera società, sia come la diffusione delle innovazioni tecnologiche debba essere di primario interesse per le Pubbliche Amministrazioni per poter aumentare l'efficienza del Paese ed offrire nuovi servizi innovativi ai cittadini.

# Capitolo 1 – Telco Digital Transformation

In questo primo capitolo viene affrontato il tema della Digital Transformation delle aziende di telecomunicazioni, cambiamento fondamentale che devono affrontare per garantire la sostenibilità futura del proprio business. All'inizio del capitolo viene descritta l'evoluzione di queste aziende negli ultimi anni, vengono discussi i fattori che hanno portato alla crisi del loro business model tradizionale ed alla necessità di elevare il proprio ruolo da semplici fornitori di connettività a fornitori di servizi digitali a valore aggiunto. Viene poi discusso il ruolo in questo contesto dei cosiddetti Over-The-Top che possono agevolare o contrastare le Telco nel loro ingresso verso queste nuove aree di sviluppo. Successivamente vengono descritti i profondi cambiamenti associati alle nuove applicazioni di tecnologia digitale che gli operatori dovranno mettere in atto per raggiungere l'obiettivo della digitalizzazione, sia per quanto riguarda gli aspetti organizzativi e culturali, sia per quanto riguarda gli aspetti infrastrutturali. Vengono infine descritte le azioni che le principali aziende di telecomunicazioni a livello mondiale stanno già mettendo in atto per sostenere questa loro decisiva trasformazione.

## 1.1 Evoluzione del mercato delle telecomunicazioni

La dinamica del settore delle telecomunicazioni negli ultimi anni può essere disegnata attraverso diverse fasi. All'inizio del millennio le aziende competevano principalmente su servizi tradizionali largamente indifferenziati, come voce e messaggistica testuale, e quindi la competizione si è rapidamente spostata sul prezzo. Questa fase è stata piuttosto duratura ed ha segnato un periodo relativamente prospero ma di scarsa innovazione per le Telco, caratterizzato anche dal fenomeno di cannibalizzazione fisso-mobile. Questo periodo è stato superato una decina d'anni dopo quando il core business delle Telco si è spostato verso i servizi di connettività, con l'apertura ai mass market della telefonia mobile e la necessità di soddisfare le nuove esigenze dei clienti.

A partire da questo momento il mercato delle telecomunicazioni ha affrontato una fase di profonda rivoluzione sia per le innovazioni tecnologiche che per le mutevoli dinamiche sulla

catena del valore. Le Telco tradizionali hanno dovuto infatti far fronte a nuove e molteplici minacce competitive sia interne che esterne al settore. In primo luogo, la naturale concorrenza intra-settoriale si è andata ad intensificare, soprattutto per le Telco europee che hanno visto entrare nel mercato nuovi operatori di telecomunicazioni particolarmente aggressivi. Questi soggetti hanno ancor più inasprito la guerra dei prezzi a causa del loro posizionamento low-cost, reso possibile dalle innovazioni portate dalla digitalizzazione, andando così a ridurre i margini su servizi core come telefonia e connettività dati. A questi si sono aggiunti tutta una serie di attori inizialmente esterni al settore, i cosiddetti Over-The-Top, che hanno sfruttato l'infrastruttura di rete gestita dagli operatori di telecomunicazioni per offrire i propri servizi innovativi. Queste aziende sono state abili nello sfruttare velocemente le innovazioni tecnologiche per sviluppare nuovi metodi di erogazione dei servizi di comunicazione ed entrare in diretta concorrenza con le Telco. OTT come WhatsApp, Facebook Messenger o Skype, offrendo servizi di messaggistica, voce o videocomunicazione, senza un pagamento per il cliente, hanno quindi travolto le aziende di telecomunicazioni in quanto il loro core business si basava su ricavi da servizi che progressivamente cessavano di essere pagati dai clienti. Gli operatori di telecomunicazioni non sono stati in grado di riconoscere rapidamente la portata disruptive di queste innovazioni e non hanno adottato in tempo le dovute strategie principalmente a causa dell'inerzia originata dal fatto che il business model tradizionale aveva loro assicurato un successo elevato e duraturo in tutto il mondo, come sottolineato attraverso un articolo per Il Sole 24 Ore da Marco Patuano, ex amministratore delegato di Telecom Italia. L'effetto di questi nuovi entranti nel mercato sulla redditività delle Telco risulta evidente dai numeri ufficiali del settore raccolti e pubblicati nel corso degli anni da AGCOM, autorità italiana per le garanzie nelle comunicazioni.

Considerando soltanto il mercato delle telecomunicazioni italiano nel periodo tra il 2010 ed il 2017, i ricavi sui servizi per le linee mobili sono scesi di quasi il 28%, nonostante i servizi di connettività siano aumentati del 44% solo negli ultimi 3 anni del periodo considerato. Se nel 2013 un minuto di telefonata da mobile costava mediamente 5 centesimi di euro, nel 2017 il prezzo è sceso alla soglia di 2,85 centesimi. In tale periodo, i ricavi dei servizi voce per SIM card sono quindi scesi del 27% mentre quelli per la connettività sono aumentati dell'8% complice una riduzione del costo per Giga di dati congiunta però ad un aumento del traffico più che triplicato. Significativo inoltre il crollo del volume di SMS inviati, che ha avuto come conseguenza la caduta dei ricavi correlati a tale servizio. Nel 2010 gli SMS inviati furono 86 miliardi mentre nel 2017 poco più di 10 miliardi. Prendendo per esempio a riferimento le prestazioni di TIM, il più grande player del settore in Italia, i ricavi medi per utente mobile sono

quindi passati dai 19,7 € del 2010 ai 12,4 € del 2016 come testimonia il suo report annuale pubblicato nel 2017.

Dal momento che i servizi core di telefonia e messaggistica tradizionali sono stati messi in crisi da questo nuovo scenario, ad oggi le Telco hanno dovuto adattare il loro business model tradizionale per cercare nuove fonti di reddito. Grazie alle nuove tecnologie digitali e soprattutto all'ulteriore spinta innovativa sostenuta dallo sviluppo della tecnologia di rete mobile 5G, si sta quindi assistendo all'evoluzione verso una nuova fase, caratterizzata dal consolidamento del ruolo delle Telco come fornitori di servizi digitali.

L'evoluzione del portafoglio dei servizi delle aziende sta seguendo principalmente tre linee strategiche che rappresentano diversi mercati ma che tuttavia difficilmente possono essere analizzate separatamente in quanto presentano caratteristiche di convergenza, come riportato da Mario Di Mauro, CEO di Sparkle.

La prima strategia riguarda il rafforzamento del core business tradizionale, il cui declino dei ricavi deve essere ritardato il più possibile in quanto i servizi di telefonia rappresentano ancora la più grande fonte di reddito per le aziende e permettono loro di contare su un elevato bacino di clienti facilmente raggiungibili. Infatti, nel 2017, i ricavi dai servizi per la telefonia fissa e mobile rappresentavano ancora mediamente il 64% dei ricavi totali delle Telco europee.

La seconda strategia riguarda invece l'incremento di valore della connettività dei dati, attraverso l'erogazione di servizi a valore aggiunto. La connettività ultraveloce ha permesso un aumento di ricavi per gli operatori e rimane essenziale per l'abilitazione verso i nuovi servizi digitali ma sta diventando sempre più una commodity. Quindi, per poter difendere i ricavi legati alla fornitura di connettività sempre più performante, gli operatori devono arricchirla con una serie di servizi di valore per il cliente, eventualmente da offrire in bundle. Lo sviluppo di nuovi servizi può così innescare un circolo virtuoso per le Telco in cui i nuovi servizi stimolano nuovi bisogni. Un esempio può essere riscontrato nei servizi di video streaming che rappresentano una "reason why" per il cliente ed aggiungono valore alle offerte di connettività dati, limitandone il rischio di commoditization e quindi di un ulteriore calo dei prezzi.

L'ultima strategia prevede lo sviluppo da parte delle Telco di nuovi servizi digitali, che le porteranno ad entrare in nuovi mercati in cui potranno giocare nuovamente un ruolo da protagonisti. Big Data Analytics, Internet of Things, Intelligenza Artificiale e Cloud Computing sono solo alcuni degli ambiti che rappresentano opportunità di crescita per le aziende di telecomunicazioni e che possono garantire la sostenibilità nel lungo periodo. La sfida delle aziende di telecomunicazioni in questi contesti consiste non solo nello sviluppo di nuove tecnologie ma soprattutto nella ricerca di nuovi servizi digitali e nella loro più efficace modalità

di erogazione. In questo modo potranno appropriarsi del valore dei loro investimenti, soddisfare i bisogni di un mercato sempre più esteso e confrontarsi alla pari con una pluralità di competitors. Infatti, nonostante molti dei mercati correlati a queste innovazioni tecnologiche non abbiano ancora raggiunto la piena maturità, essi sono già in molti casi presidiati da aziende native digitali altamente competitive, più agili e flessibili al cambiamento e questo renderà lo scenario competitivo delle Telco sempre più complesso.

Attualmente, le più grandi Telco mondiali, volendo mantenere la competitività sui servizi di telecomunicazione tradizionali, si pongono ancora in una posizione intermedia tra il vecchio modello di business e l'opportunità di erogare nuovi servizi, avvicinandosi ai mercati adiacenti. Il loro attuale posizionamento dipende soprattutto dalle capacità di espansione in altri mercati, anche dal punto di vista geografico, e dalla capacità di affrontare la competizione a livello globale. Gli orientamenti strategici che stanno seguendo, secondo quanto riportato da Raimondo Zizza, CIO di TIM, possono essere divisi in tre principali categorie:

- Smart utilities, che caratterizzano la loro offerta ancora principalmente sui servizi infrastrutturali, di dati e di rete e che per il momento offrono solo i servizi digitali più facilmente erogabili sfruttando le proprie infrastrutture e competenze;
- Diversified service provider, che cercano di entrare in mercati adiacenti il più velocemente possibile, senza sviluppare internamente le nuove competenze necessarie ma attraverso acquisizioni o joint ventures con aziende già operanti nel settore in modo da azzerare i tempi di trasferimento;
- Platform enablers, che cambiano in modo più radicale l'organizzazione aziendale, ampliando il loro portfolio d'offerta attraverso nuovi servizi digitali erogati attraverso una piattaforma abilitante anche per l'entrata in nuovi ecosistemi.

## 1.2 Nuove aree di sviluppo per le Telco

Oltre al Cloud Computing, che verrà trattato approfonditamente nel seguente capitolo, esistono molti mercati adiacenti a quello tradizionale che potrebbero rappresentare opportunità di crescita per le Telco.

### 1.2.1 Contenuti multimediali

Uno dei primi mercati adiacenti a quello tradizionale in cui le Telco hanno cominciato ad entrare è rappresentato da quello dei media, in particolare della distribuzione di contenuti video via web e dell'online TV. Indubbiamente molti OTT di grosse dimensioni, come Netflix, Amazon o YouTube, si sono già imposti come leader di mercato, trasformando la catena del valore di un settore in cui, tradizionalmente, il ruolo delle Telco è stato quello di Internet Service Provider. A livello internazionale però si annovera un interesse sempre maggiore delle Telco nei confronti di questo mercato soprattutto dovuto alla necessità di aumentare il valore del servizio di connettività e di monetizzare gli investimenti sulle reti, effettuati a seguito delle richieste del mercato di aumentare le prestazioni del trasporto IP per soddisfare i nuovi requisiti minimi richiesti. Ad esempio, molti nuovi business dell'intrattenimento non sono disponibili se la velocità di download non raggiunge certi valori soglia effettivi. Le aziende di telecomunicazioni hanno così iniziato ad interessarsi al mercato dei contenuti multimediali, sia sviluppandone di originali internamente, ma soprattutto operando acquisizioni oppure facendo accordi commerciali con le società già operanti sul mercato per rivendere i contenuti piuttosto che produrli direttamente. Alcuni esempi possono essere l'avvio di British Telecom all'erogazione di contenuti multimediali attraverso il canale BT Sport grazie all'acquisizione di diritti sportivi all'asta oppure l'acquisizione da parte di Vodafone di ONO, operatore via cavo spagnolo.

Il principale punto di forza delle Telco nel mondo dei media è la garanzia assoluta della qualità dei loro servizi, dal momento che hanno il diretto controllo della rete e ne possono monitorare le prestazioni. Un altro dei vantaggi delle Telco in questo nuovo settore consiste nel fatto che possono adottare strategie di non tariffazione del traffico dati generato dalla fruizione dei loro contenuti digitali, cosa che un OTT puro non può ottenere a meno di specifici accordi con gli operatori. Questo può sembrare un elemento di secondo piano ma in realtà l'accesso da rete mobile con terminali non large screen è scelto come primario da buona parte dei consumatori e non è solo visto come un accesso di uso "emergenziale" in caso di mobilità.

### 1.2.2 Internet Of Things

Il principale ambito che può permettere alle Telco di avere nuovamente una posizione di vantaggio sugli OTT però è sicuramente quello dell'Internet Of Things, come sottolineano diversi studi di settore come quello portato avanti da Accenture nel 2017.

L'IoT è definito come una rete di oggetti intelligenti sempre online e connessi tra loro. La possibilità di installare su praticamente qualsiasi oggetto una certa dose di intelligenza che crea un'enorme mole di dati da raccogliere ed elaborare, permetterà di generare un mercato estremamente esteso con infinite possibilità di soluzioni applicative. Questo mondo è stato reso possibile grazie allo sviluppo di soluzioni di microelettronica che hanno portato all'arricchimento di nuove funzionalità a molti oggetti di uso comune che andranno a modificare pesantemente la customer experience del cliente. Anche l'evoluzione del mondo delle TLC con le innovazioni in ambito di rete fissa e mobile ha permesso la crescita dell'IoT dato che oramai tutti noi siamo costantemente connessi alla rete. Uno degli elementi fondamentali di questo settore è il continuo scambio di informazioni tra gli oggetti, spesso grazie a micro-sensori che raccolgono ed elaborano i dati, e li trasmettono ad un sistema centrale attraverso reti eterogenee interconnesse tra loro. L'elaborazione di questi dati, che sono raccolti in ambienti Cloud così da essere accessibili facilmente secondo necessità, può permettere lo sviluppo sui prodotti di nuove funzionalità di valore per il cliente.

La vera sfida per gli operatori in questo nuovo mondo non consiste soltanto nello sviluppo della tecnologia, ma nel provare a capire le vere esigenze del cliente che dovrà utilizzare queste soluzioni. Infatti, spesso, questi prodotti sono offerti in mercati anche molto diversi da quello delle telecomunicazioni ed è quindi necessario effettuare studi approfonditi di settore per poter progettare soluzioni di valore per eventuali nuovi clienti. Solo dopo aver compreso a fondo le esigenze del cliente e aver stimato il mercato potenziale, si potrà passare al lancio sul mercato di tali soluzioni verticali. In questo contesto saranno fondamentali i rapporti tra società di telecomunicazioni, logistiche, energetiche, manifatturiere e di molti altri ambiti in modo da andare a creare nuovi ecosistemi che porteranno al superamento dei modelli tradizionali. Gli operatori di telecomunicazioni devono cercare questa volta di anticipare il cambiamento, trovandosi gli alleati più adatti per realizzare questi nuovi servizi e rilanciarsi nel nuovo contesto competitivo.

Come sottolineato dal prof. Maurizio Decina, presidente di Infratel, le Telco possono raggiungere tale obiettivo dal momento che queste nuove opportunità saranno rese pienamente possibili solo grazie allo sviluppo del 5G che potrà avviare una trasformazione sociale che cambierà la vita di ogni cittadino, creando un ambiente in cui tutto potrà essere più intelligente e connesso. Gli ISP possono quindi giocare un ruolo da protagonisti in questo scenario, non solo attraverso l'adeguamento delle infrastrutture di rete che sarà principalmente a loro carico, ma attraverso lo sviluppo di servizi digitali che solo la nuova rete può abilitare. Il 5G può infatti spingere lo sviluppo di soluzioni sia sul mercato B2C che B2B, in quanto questa nuova

tecnologia è l'unica che può gestire efficacemente la comunicazione intensa di un elevato numero di dispositivi collegati fra loro attraverso la rete. In particolare, le aziende di telecomunicazioni saranno indirizzate verso la creazione di specifiche soluzioni per le industrie verticali tra cui sanità, trasporti, industria 4.0, energia, media e intrattenimento.

Un possibile settore applicativo è definito Massive IoT in cui le applicazioni sono caratterizzate da basso costo, basso consumo ma elevato numero di dispositivi connessi tra loro. Nello specifico i servizi più critici saranno quelli in ambito Smart Home, Smart Agricolture e soprattutto Smart City. Un altro possibile caso d'uso riguarda i servizi broadband detti Mission Critical IoT che richiedono elevatissima affidabilità e bassa latenza, necessaria in ambiti come l'automazione della fabbrica, il controllo energetico, l'evoluzione del video streaming o del gaming online, anche attraverso la realtà aumentata, oppure il supporto a servizi di connettività di infrastrutture critiche per esempio in ambito di public safety, eHealth o Self Driving Car.

Dal punto di vista strategico quindi le Telco non dovranno solo affrontare un percorso di innovazione tecnologica delle reti ma individuare e sviluppare le principali opportunità di business in grado di generare il maggior valore per loro ed i loro clienti. Gli operatori potranno così riguadagnare terreno nella catena del valore e provare ad imporsi sugli OTT in questo nuovo contesto. Per riuscire in questo intento però dovranno essere capaci di seguire alcune linee guida strategiche. Innanzitutto, dovranno essere capaci di sviluppare soluzioni di valore per il cliente e distintive, in modo da differenziare la loro offerta quanto più possibile da quella dei competitors soprattutto per quanto riguarda la qualità percepita. Questo potrà essere ottenuto soprattutto grazie al lavoro della ricerca e sviluppo interna e alle collaborazioni con dei partner innovativi. Dovranno inoltre sperimentare il prima possibile il 5G, avendo le possibilità per farlo, in modo da lanciare sul mercato soluzioni integrate prima degli altri. In questo modo potrebbero sfruttare un vantaggio competitivo da prima mossa, basato sul posizionamento commerciale, che in passato non sono riusciti ad ottenere per quanto riguarda altri servizi digitali. Infine, dovrebbero mettere in atto delle politiche di integrazione orizzontale per entrare in nuovi mercati nella maniera più efficace possibile così da allargare la loro forza nella catena del valore anche di altri settori e fidelizzare più facilmente i clienti. In assenza di questi elementi, le Telco potrebbero nuovamente trovarsi impreparate di fronte ad una rinnovata guerra di prezzo sulla connettività, visto che grazie al 5G si avrà un incremento della disponibilità di banda che aumenterà la pressione competitiva sui loro servizi core, e trovare di nuovo il loro rapporto con il cliente intermediato da altri soggetti che riescono così ad ottenere il maggiore valore da queste innovazioni.

### 1.2.3 Servizi di trasporto differenziato e dibattito sulla Network Neutrality

Un'altra possibilità di sviluppo può essere generata dalla continua crescita del traffico dati che comporta più elevati e stringenti requisiti di qualità end-to end soprattutto per il fatto che la maggior parte di essa è dovuta alla componente video che, nel 2018, è stata stimata da Cisco essere il 75% del volume di traffico totale. Il trasporto IP infatti, usato tradizionalmente come modello di interconnessione dalle Telco, è di tipo best-effort e realizza la consegna dei pacchetti senza assicurazione di predefiniti livelli prestazionali. Ciò non incontra più le esigenze degli OTT che, per alcuni dei loro servizi, richiedono elevati requisiti prestazionali differenziati.

Le Telco potrebbero sfruttare questi nuovi bisogni offrendo dei servizi di trasporto differenziato proponendosi come service enabler e cercando di posizionarsi al centro della relazione tra end user e fornitore di contenuti, come emerso dagli studi del gruppo di ricerca composto dai professori Stocker, dell'Università di Friburgo, Smaragdakis, dell'Università di Berlino, Lehr e Bauer del Massachusetts Institute of Technology. In questo modo potrebbero generare dei modelli di two-sided market essendo remunerati sia dagli end-users sia dagli stessi OTT, per esempio attraverso premium price o revenue sharing, andando a migliorare la sostenibilità dell'intero ecosistema. Lo sviluppo di queste nuove soluzioni infatti genererebbe un'ulteriore crescita per i fornitori di contenuti digitali che a sua volta aumenterebbe la domanda di questi nuovi servizi, mettendo così in piedi un circolo virtuoso estremamente redditizio per tutto il sistema. In questo contesto però sono nati nuovi soggetti come Akamai che sono diventati delle potenze mondiali offrendo soluzioni come quelle di Content Delivery Network, da cui passa già più della metà del traffico dati mondiale. Queste soluzioni operano "al di sopra" del livello di trasporto IP e sono dette piattaforme per il miglioramento della Quality of Experience in quanto riducono la latenza, la perdita di pacchetti ed il download time con specifiche tecniche di caching o protocol optimization. Gli operatori stanno cercando di recuperare terreno, sviluppando delle soluzioni che permettano loro di monetizzare gli investimenti fatti sulla rete, in particolare per quanto riguarda ciò che stanno facendo per la diffusione dell'accesso Ultra broadband che sta quindi diventando un fattore fondamentale per la sostenibilità economica del business. I loro servizi potrebbero essere ancor più performanti di quelli offerti dai CDN providers in quanto hanno il controllo totale della rete fino all'accesso dei clienti finali, il cosiddetto "ultimo miglio".

Queste possibilità sono però frenate dalle politiche regolatorie, in particolare dalla regolamentazione sulla cosiddetta Network Neutrality che limita le possibilità degli operatori di telecomunicazione sia per quanto riguarda l'offerta di servizi di fornitura di contenuti a

qualità differenziata a pagamento, sia per quanto riguarda la libertà di gestire attivamente il traffico all'interno delle loro reti. Su questo tema sono tuttora in corso numerosi dibattiti con considerazioni diverse tra USA ed Europa soprattutto per salvaguardare le dinamiche dell'innovazione nell'ecosistema digitale. La crescente rilevanza di video streaming, Cloud Computing e IoT applications richiede infatti che l'innovazione delle reti incontri elevate necessità di qualità del servizio che non potrebbero essere raggiunte dalle reti tradizionali. La regolamentazione diventa quindi fondamentale perché potrebbe spingere tali innovazioni o ritardarle, costringendo così ogni soggetto nel mercato a trovare nuove soluzioni. In molti paesi infatti gli investimenti sono rallentati a causa del fatto che generano significative esternalità positive a terze parti, tra cui concorrenti delle Telco che quindi si appropriano della maggior parte del valore di tali investimenti.

Se in America si propende per un'interpretazione più leggera della normativa in favore delle Telco, in Europa la situazione è più complessa e si va verso un orientamento più rigido. La Network Neutrality è infatti vista come un insieme di restrizioni e obblighi al trattamento del traffico Internet in quanto in uno degli articoli della Commissione Europea per la regolamentazione del tema si legge che *"all internet traffic is treated equally, without discrimination, restriction or interference, independent of its sender, receiver, type, content, device, service or application"*. Una lettura restrittiva impedirebbe alle Telco di monetizzare i servizi di qualità differenziata in quanto potrebbero offrire solo trasporto di tipo best-effort. Le reti domestiche delle Telco così continuerebbero a non soddisfare i crescenti requisiti degli OTT che quindi dovrebbero continuare a rivolgersi ai soggetti CDN Provider prima descritti che sarebbero gli unici a poter offrire dietro pagamento le piattaforme per la QoE. Vista la complementarità tra ISP e fornitori di applicazioni o contenuti, tra cui i fornitori di soluzioni CDN, il dibattito sulla Network Neutrality prosegue, anche grazie agli studi della prof.ssa D'Annunzio della Toulouse Business School e del prof. Reverberi della Sapienza Università di Roma, indagando la possibilità di un accordo tra le diverse parti per esempio per investimenti congiunti. Infatti, secondo le loro ricerche, l'eliminazione di questa regolamentazione non porterebbe benefici a tutto il sistema nel suo complesso in quanto non garantirebbe maggiori investimenti degli ISP, per esempio per migliorare le infrastrutture, perché comunque avrebbero un basso potere contrattuale. Si sta studiando quindi l'opportunità di mantenere la Network Neutrality ma di spingere ISP e OTT a trovare degli accordi ex ante per quanto riguarda degli investimenti congiunti in infrastrutture. Questi accordi garantirebbero un ambiente più stabile per investire in innovazione ed una maggiore soddisfazione delle parti che vedrebbero soddisfatte in maniera migliore le loro esigenze, rispetto anche al caso di accordi ex post in cui

l'operatore di telecomunicazioni faccia pagare una tassa agli OTT interessati. Gli accordi ex post infatti non permetterebbero di ridurre in maniera significativa il rischio dell'investimento, soprattutto a causa del fatto che gli ISP non riuscirebbero a farsi pagare elevate fees a causa del loro potere contrattuale inferiore rispetto alla controparte.

### 1.3 Sfide e opportunità nel rapporto con gli OTT

Come detto, lo scenario del settore delle telecomunicazioni è profondamente cambiato dal momento in cui gli operatori tradizionali sono stati affiancati da nuovi soggetti, definiti OTT. Sono detti Over-The-Top in quanto offrono contenuti e servizi ai clienti finali sfruttando la rete Internet e lo sviluppo dell'ultra broadband, la cui realizzazione è completamente a carico degli operatori tradizionali. Gli OTT sviluppano servizi applicativi in modo efficiente e a basso costo "al di sopra delle reti", sfruttando la separazione tra servizi applicativi e trasporto IP, che è alla base del WWW. La caratteristica peculiare degli OTT è quindi quella dell'aver usufruito in modo innovativo dello spazio di condivisione globale creato da Internet separando l'incombenza del servizio che offrono dal trasporto dei pacchetti di dati e dal loro accesso. Gli OTT sono così in grado di generare un grande valore economico appoggiandosi alle infrastrutture di reti esistenti che diventano il basamento essenziale per la loro sopravvivenza. Queste aziende hanno puntato tutto sull'innovazione del mercato, offrendo servizi che sfruttano al massimo i nuovi paradigmi di comunicazione come l'interconnessione e l'interattività a livello globale. Ciò ha permesso anche ad aziende che all'inizio erano molto piccole e con poche risorse, di cui quasi nessuna infrastrutturale, di crescere velocemente fornendo servizi e contenuti potenzialmente a miliardi di persone, cioè a tutti coloro che hanno accesso ad Internet. Se da una parte gli OTT sono la principale ragione per cui i clienti adottano le nuove tecnologie fisse e mobili che gli operatori dispiegano con ingenti investimenti, dall'altra rappresentano la principale causa di disintermediazione di un rapporto diretto e spesso monetizzato col cliente finale per la costituzione dei servizi. Infatti, degli ingenti esborsi per l'adeguamento delle infrastrutture di rete per migliorare le performance del trasporto dati e quindi la qualità dei servizi, se ne sono finora avvantaggiati soprattutto gli OTT, che, nel frattempo, hanno distrutto i servizi tradizionali degli operatori di telecomunicazioni. A seguito di ciò, gli OTT hanno guadagnato una posizione di vantaggio nel mercato avendo potuto concentrare i loro sforzi esclusivamente nello sviluppo dei servizi e delle piattaforme correlate mentre gli operatori sono

rimasti indietro per quanto riguarda lo sviluppo di servizi innovativi, limitandosi finora solamente al mondo del Cloud Computing per il business, dovendo investire una gran quantità di tempo e risorse per l'adeguamento dell'infrastruttura di rete.

La sfida nei prossimi anni sarà quindi trovare un nuovo equilibrio nel mercato per massimizzare il benessere complessivo negli ambiti prima descritti, anche attraverso la ricerca di una modalità di relazione ottimale tra Telco e OTT.

Ad un primo livello di analisi, si può dire che gli OTT siano in competizione con le società di telecomunicazione in quanto sono andati ad offrire dei servizi digitali, spesso in maniera gratuita per il cliente, che si sono rivelati sostituti di molti servizi core tradizionali. Un esempio lampante è rappresentato dai servizi di comunicazione, in particolare quelli di messaggistica che sono andati completamente a sostituire i tradizionali servizi di SMS che rappresentavano un'importante fonte di ricavo per le compagnie telefoniche. L'esplosione di questi servizi innovativi ha permesso agli OTT di raggiungere in breve tempo un enorme base di clienti che sono stati sottratti ai servizi di comunicazione tradizionali.

Gli OTT però non offrono soltanto servizi sostitutivi a quelli di comunicazione tradizionali e quindi possono venire a crearsi anche delle opportunità di collaborazione con le Telco. Un esempio può essere rappresentato dagli OTT che offrono contenuti digitali nell'ambito dei servizi di intrattenimento multimediale. In questo settore sono entrate solo alcune Telco in tempi recenti e quindi lo sviluppo degli OTT nel mercato dei media, più che impattare negativamente sui ricavi degli operatori, può creare loro delle opportunità andando a generare un forte aumento del traffico sulle reti. Anche altri tipi di OTT come per esempio i tipici motori di ricerca o i social network, se si vanno ad escludere le funzionalità di messaggistica che sono state aggiunte in seguito, oppure quelli che si occupano di gaming online non si possono considerare in diretta competizione con le Telco anzi, i loro servizi possono essere considerati complementari in quanto aumentano il valore della connettività offerta dagli operatori. Per far fronte a questa crescita di traffico dati, le Telco devono tuttavia investire pesantemente per il potenziamento delle reti e solo in piccola parte questi esborsi sono remunerati dai nuovi flussi di cassa generati dai clienti finali. Infatti, i clienti sono stimolati dai contenuti digitali offerti dagli OTT a sottoscrivere offerte per una connettività di qualità sempre più elevata, però il prezzo della connettività per le reti fisse è comunque di solito pagato con canone fisso indipendente dai volumi, mentre quello per il mobile è in calo negli anni.

A seguito di queste complesse forze competitive, si è così andato a generare il fenomeno del "Network Paradox", ossia il forte incremento dei volumi di traffico IP associato ad un rilevante calo dei ricavi per le Telco. Questa particolare situazione si esplica in un cambiamento

importante del contesto competitivo e dei valori di forza sulla catena del valore non solo nel mercato tradizionale delle telecomunicazioni ma anche in molti mercati adiacenti.

Le Telco, per uscire da tale paradosso, devono rivendicare l'importanza del loro ruolo di Internet Service Provider, come indicato da Gabriele Elia, responsabile del gruppo Open Innovation & Research di TIM. Solo loro infatti possono garantire la qualità del trasporto IP e l'accesso ad Internet, elementi fondamentali per la crescita del mercato e quindi anche per lo sviluppo degli OTT che richiedono prestazioni sempre più performanti soprattutto per quanto riguarda l'intrattenimento e l'e-commerce che sono i business maggiormente influenzati dal tempo e dalla velocità di download. Possono quindi affermarsi come tessuto connettivo abilitante che fornisce accessibilità universale e garantisce la comunicazione tra i diversi dispositivi al cliente potendone inoltre gestire l'identità digitale. Per questi motivi possono aprirsi numerose strade di collaborazione con le aziende digitali con la sfida di costruire delle relazioni costruttive.

Non devono però rinunciare alla competizione con gli OTT potendo fornire un servizio completo al cliente finale. In particolare, non si deve necessariamente cercare di far abbandonare al cliente le proprie piattaforme di comunicazione o di contenuti preferite, ma possono essere erogati alcuni servizi a valore aggiunto particolarmente esigenti dal punto di vista della qualità del trasporto, dell'immagazzinamento dei dati o della capacità elaborativa. Dovranno quindi essere sfruttate anche le opportunità offerte dalle nuove tecnologie, come per esempio il 5G, che permetteranno l'erogazione di una miriade di nuovi servizi in cui le Telco dovranno cercare di avvantaggiarsi rispetto agli OTT.

Le strategie di azione degli operatori nei confronti degli OTT possono quindi essere riassunte in quattro diversi scenari:

- Ignore, che è l'opzione che per lungo tempo è stata seguita dalla maggior parte degli operatori e che ha portato le Telco ad essere in grave ritardo nello sviluppo dell'offerta di servizi digitali e a vedersi distruggere pezzo per pezzo il proprio core business.
- Block, messa in atto attraverso azioni di disturbo quali le opzioni VoIP si/no che in passato sono state utilizzate da molti operatori mobili. Il fatto di bloccare la fruizione delle applicazioni degli OTT sulle proprie reti è probabilmente la soluzione più estrema per cercare di rallentarne la crescita. Questa però può soltanto essere una strategia di breve termine che può sicuramente danneggiare e rallentare il flusso di ricavi degli OTT mentre si cerca di trovare delle contromisure più adatte o di sviluppare internamente le proprie soluzioni. Questa strada è comunque attualmente di difficile percorrenza in

molti contesti, sia a causa della forte competizione tra gli operatori e la relativa facilità con cui un cliente può passare da uno all'altro, sia a causa del grande bacino di utenza che molti OTT hanno ormai raggiunto e consolidato.

- **Compete**, opzione più difficile a causa delle differenze strutturali prima descritte nei confronti degli OTT e dalle carenze nella regolamentazione. Tuttavia, in alcuni settori particolarmente innovativi come l'IoT, in cui ancora non sono emersi leader di mercato o per soluzioni che rispondano a specifiche esigenze di sicurezza o qualità, le Telco possono ancora provare a rivoluzionare il proprio business model e sfidare apertamente gli OTT con offerte differenziate. In questo caso gli operatori dovrebbero sviluppare internamente i loro servizi in modo da averne il totale controllo oppure acquistare aziende già esistenti per una più rapida entrata nel mercato così da poter competere con gli OTT. Il costo di questa strada è però elevato e se l'azienda non possiede le giuste competenze, potrebbe essere una soluzione troppo lunga da implementare per poter sperare di avere i giusti effetti.
- **Partnership**, è l'opzione prevalente in questo momento in quanto molti operatori non sono ancora pronti per una trasformazione profonda dei processi aziendali o per sviluppare internamente le skills necessarie per competere in questo nuovo contesto. Questa soluzione permette agli operatori di garantire la propria sopravvivenza entrando velocemente in nuovi settori redditizi grazie all'esperienza maturata dai partner. Spesso è anche l'unica strada possibile in quanto molti OTT hanno già ottenuto un potere di mercato troppo elevato in alcuni settori che non sarebbe possibile sfidare per un singolo operatore. Questa soluzione può inoltre permettere alle Telco di ottenere dei benefici dalla condivisione delle piattaforme con gli OTT per fidelizzare ancor più i clienti e guadagnarne di nuovi. Per cercare di costruire una posizione ancor più forte dell'operatore però si dovrebbe cercare di non limitare le collaborazioni alle alleanze commerciali ma cercare di condividere gli investimenti anche per quanto riguarda l'evoluzione dell'infrastruttura, magari sfruttando le innovazioni software spesso introdotte dagli OTT stessi.

### 1.3.1 Punti di forza e debolezza delle Telco rispetto agli OTT

Per avere successo nel nuovo scenario competitivo, le Telco possono far leva su alcuni punti di forza importanti che potrebbero permettere di avere una posizione di vantaggio sugli OTT sia in caso di competizione che di trattative per eventuali collaborazioni:

- Forza commerciale

Spesso gli operatori lavorano in ambiti di oligopoli locali o nazionali e quindi posso contare su un vasto numero di clienti. Questo può permettere loro di contrattualizzare facilmente nuovi servizi a valore aggiunto ai clienti finali, anche nel caso di clienti di tipo business, dato che sono già i loro fornitori di connettività o di servizi di comunicazione. Inoltre, anche la relativa vicinanza ai clienti può essere un elemento di vantaggio rispetto agli OTT che, operando a livello globale, spesso hanno minor controllo sulle diverse esigenze di ogni paese e non hanno il controllo sull'accesso ai contenuti dei clienti finali. Questo può inoltre permettere alle Telco di ampliare il proprio ruolo nell'offerta di servizi alle imprese e alle Pubbliche Amministrazioni. La forza commerciale sul territorio è anche rafforzata dalla rete di punti vendita che rappresentano un potente canale di interfaccia con i consumatori finali, potenzialmente utile per veicolare molti nuovi prodotti e servizi.

- Dati

Ogni giorno i clienti delle Telco generano un'enorme mole di dati provenienti sia dalla rete di accesso mobile che dai sistemi di tariffazione, anche se fino ad oggi queste informazioni sono state ampiamente sottoutilizzate a causa della difficoltà di raccolta con le tecnologie tradizionali e di mancanza di know-how specifico. Grazie però alle nuove tecnologie legate ai big data analytics, si può avere una visione di insieme del comportamento dei clienti in modo da migliorare la fidelizzazione e la proposizione commerciale. La conoscenza del cliente infatti è diventata un elemento critico per il mantenimento del mercato perché permette di intervenire in modo proattivo e dinamico per esempio creando campagne di marketing personalizzate ed indirizzate a target specifici o di organizzare in maniera più efficace l'assistenza alla clientela.

- Infrastruttura di rete

Gli operatori hanno il controllo sull'infrastruttura di rete in modo spesso esclusivo in una determinata regione e sono gli unici che possono garantire l'accesso ad Internet al cliente finale. Possono quindi gestire ogni aspetto fondamentale della rete compreso quello relativo alla qualità. I loro servizi possono quindi evolversi in maniera congiunta con l'infrastruttura di rete, garantendo affidabilità e prestazioni al cliente finale che è sempre più attento alla qualità e disponibilità del servizio. Fondamentale in questo senso è il controllo sul cosiddetto "ultimo miglio" che permette loro di determinare come i

contenuti sono fruiti dal cliente finale. Inoltre, in caso di guasti nella rete, possono intervenire prontamente senza dover aspettare le azioni di soggetti esterni.

- **Bande licenziate**

Soprattutto per quanto riguarda lo sviluppo di nuove soluzioni in ambito IoT, le Telco possono avvalersi dell'utilizzo di una rete radiomobile che opera su bande di frequenze licenziate. Queste licenze d'uso permettono alle Telco di poter trasportare i dati con le nuove reti 5G, creando servizi innovativi unici di grande affidabilità e che possano anche gestire la mobilità. Questi servizi sono irripetibili per gli OTT in quanto non potrebbero essere realizzati sfruttando le infrastrutture attuali, per esempio attraverso il semplice trasporto Wi-Fi che non raggiunge tali prestazioni e non garantisce la continuità degli applicativi con il passaggio da una cella all'altra. Grazie allo sfruttamento di queste licenze, le Telco potrebbero inoltre offrire servizi come il Network Slicing, riservando risorse di rete dedicate ad un cliente dietro pagamento.

- **Sicurezza**

Proprio per il fatto di essere fornitori di servizi di comunicazione ai clienti finali spesso da molti anni, gli operatori possono godere di una maggiore fiducia da parte dei consumatori. Questo è dovuto alla vicinanza all'end user che permette loro anche di poter fornire servizi di "customer care" che spesso gli OTT non possono riuscire a mettere in piedi in maniera efficace. Inoltre, soprattutto per quanto riguarda le Telco europee, è ben noto il collocamento dei loro data center che devono rispettare severe regolamentazioni per quanto riguarda il mantenimento e la gestione dei dati dei clienti sia privati che business. Requisiti che spesso non devono essere rispettati da OTT che hanno le proprie sedi in paesi al di fuori della comunità europea. Rispetto alle tematiche di privacy e sicurezza le Telco hanno quindi l'opportunità di distinguersi da molti OTT essendo trusted provider. Questo può permettere loro di avere un vantaggio soprattutto nel segmento B2B potendo sviluppare servizi garantiti per clienti premium.

I loro principali punti di debolezza invece sono:

- **Mercati locali**

Nonostante i vantaggi derivanti dall'operare spesso in condizioni di oligopolio, gli operatori finora hanno raggiunto soltanto un limitato numero di persone dato che il loro bacino di riferimento è circoscritto tipicamente dai confini nazionali, incidendo così in maniera negativa sulle loro possibilità di crescita. Questo è un grosso limite rispetto agli

OTT che, essendo nativi digitali, hanno subito avuto l'opportunità di poter competere a livello globale e raggiungere potenzialmente ogni persona connessa alla rete Internet.

- **Competitività sui prezzi**

A causa della forte concorrenza del settore, le Telco hanno visto ridursi ampiamente i margini sui loro servizi, rendendo così impossibile una ulteriore riduzione dei prezzi senza andare in perdita. Inoltre, a differenza degli OTT, devono sostenere costi fissi più elevati e devono riuscire a ripagare gli investimenti di rete con i ricavi ottenuti grazie ai loro servizi. I ricavi degli OTT inoltre derivano soprattutto dalla pubblicità e quindi possono fornire i servizi gratuitamente al cliente nella maggior parte dei casi.

- **Competenze nel mondo software**

Mentre gli OTT si sono potuti sin da subito concentrare sullo sviluppo delle soluzioni applicative, il focus del mondo delle telecomunicazioni è sempre stato quello del potenziamento e dell'evoluzione delle infrastrutture di rete. Quindi le imprese telefoniche si sono trovate in difficoltà in questo nuovo contesto in cui la parte software è diventato l'elemento fondamentale per la differenziazione mentre la parte hardware sta diventando sempre più una commodity.

- **Regolamentazione**

Soprattutto in Europa le società di telecomunicazioni sono soggette ad una regolamentazione molto rigida che spesso è più attenuata per gli OTT che hanno sedi legali in America o nei paesi asiatici. Questa asimmetria rende la competizione molto difficile per le aziende di telecomunicazioni che devono rispettare severe normative sia per quanto riguarda la concorrenza che per gli aspetti legati alla sicurezza dei dati.

- **Dimensioni aziendali e modello organizzativo**

Le Telco sono spesso aziende di grandi dimensioni, con una complessa organizzazione che le rende poco flessibili e poco propense al cambiamento. Gli investimenti che devono effettuare per il lancio di nuovi servizi sono spesso ingenti e per questo hanno anche un alto tasso di indebitamento ed una posizione finanziaria indebolita. Solitamente gli OTT invece hanno organizzazioni molto più snelle, necessitano di investire meno soldi per progetti di uguale dimensione e per questo possono generare più facilmente ricavi ed hanno una forte posizione finanziaria.

## 1.4 Digitalizzazione delle aziende di telecomunicazioni

Le Telco quindi potranno ritrovarsi ad avere un portafoglio d'offerta molto ampio e composto da molti servizi differenti, riferiti a diversi mercati e diversi segmenti di clientela. La loro gestione integrata ed il loro controllo potranno essere perseguiti solo attraverso la digitalizzazione, sia per quanto riguarda i processi che le infrastrutture dell'azienda che quindi deve essere pronta a subire una profonda trasformazione anche culturale. Nel più breve tempo possibile dovrà essere gestita la convergenza tra servizi tradizionali e digitali, la sostituzione delle tecnologie legacy con le nuove, con l'introduzione di nuove funzionalità, e la rotazione verso nuovi tipi di competenze e modelli organizzativi. Gli obiettivi principali di questa ristrutturazione sono l'ottimizzazione del rapporto con il cliente, la riduzione del time to market, il raggiungimento della multicanalità, la scalabilità dei servizi e la riduzione dei costi operativi. Come suggerito da Marco Patuano, ex amministratore delegato di Telecom Italia, questo passaggio è fondamentale per provare a colmare il gap dell'innovazione nei confronti degli OTT che spesso sono nativi digitali.

Per quanto riguarda i processi aziendali, le Telco dovranno concentrarsi soprattutto sulla loro ottimizzazione per trasformare e far crescere il proprio core business. Dovranno in particolar modo essere rinnovati, sia il rapporto col cliente, con quest'ultimo che deve guidare l'innovazione aziendale, che il processo di sviluppo dei servizi che deve diventare più agile e flessibile ispirandosi proprio al modello seguito dagli OTT. La strategia degli operatori di telecomunicazioni deve infatti diventare customer centric, in quanto il rapporto col cliente, ed in particolare la sua esperienza digitale quando si relaziona con l'azienda, è divenuto un elemento di vantaggio competitivo fondamentale e quindi deve essere curato in ogni sua fase. Dovranno quindi essere trasformate anche le funzioni di Sales e Marketing per cercare di aumentare il numero di leads generato ma soprattutto la loro conversione in vendite effettive. Uno degli elementi fondamentali sarà la ristrutturazione dei canali di vendita non assistiti attraverso nuove funzionalità innovative per l'e-commerce e l'abilitazione del cliente al self provisioning delle offerte con l'obiettivo di spingere i clienti all'utilizzo dei canali digitali che dovranno essere quelli privilegiati per la comunicazione tra l'operatore ed i propri clienti.

Il miglioramento della customer experience e l'offerta di servizi sempre più personalizzati si potranno ottenere attraverso l'utilizzo di tecnologie avanzate, in ambito machine learning e big data analytics, per la raccolta e l'analisi dei dati. Molti operatori stanno inoltre già adottando iniziative di Digital Customer Service basate sull'intelligenza artificiale che permette la messa in piedi di assistenti digitali o chatbot, in grado di comunicare con i clienti e fornire un primo

livello di assistenza, per ridurre le chiamate verso l'operatore umano e dirottarle verso i canali digitali.

Le nuove possibilità tecnologiche possono permettere la creazione di una piattaforma di dati che vada da un lato ad incrementare i ricavi, attraverso per esempio lo studio dei comportamenti del cliente che permette la proposizione di un'offerta di servizi personalizzata in base alle sue abitudini, dall'altro a ridurre i costi operativi, attraverso per esempio la prevenzione dei guasti. Queste nuove tecnologie sono infatti applicabili in diversi ambiti e possono permettere anche il rinnovamento dei servizi a supporto delle operations. Ad oggi la loro gestione è manuale e reattiva: dopo aver ricevuto la segnalazione di un evento, le persone preposte attivano le procedure più corrette per la risoluzione del problema. L'obiettivo è quello di farla diventare automatizzata e proattiva grazie ad algoritmi di tipo predittivo e dispositivo: le azioni sono compiute direttamente dai sistemi di gestione, prima che gli eventi accadano. Alcuni esempi di queste applicazioni sono i sistemi di incident management che permettono l'analisi delle segnalazioni provenienti dagli apparati di rete e successiva identificazione degli effettivi problemi ed i sistemi di fault prediction che permettono l'anticipazione dei guasti sulle celle da rete mobile. L'assistenza tecnica di molte aziende sta infatti evolvendo per cercare di risolvere le problematiche nel più breve tempo possibile attraverso investimenti in tecnologie come l'Augmented Reality mentre in ambito di customer operations si sta assistendo all'inizio dell'introduzione dei robot per aumentare l'automazione di alcuni processi.

La trasformazione digitale del business comporta importanti implicazioni anche dal punto di vista organizzativo. La strategia di digitalizzazione deve prevedere infatti un approccio mirato alla soddisfazione delle aspettative del mercato piuttosto che a ritorni immediati. Questo può essere raggiunto solo attraverso lo sviluppo di un nuovo processo decisionale degli investimenti, in cui è fondamentale la collaborazione tra funzioni IT, Business e Technology, basato su indicatori di performance rilevanti, nel caso anche meno tangibili di quelli tradizionali, per dare spazio all'innovazione e alla sperimentazione così da entrare con successo nei nuovi business per poi cercare di generare quanto più valore possibile. Sarà quindi necessario anche un controllo costante delle performance aziendali in modo tale da garantire l'allineamento ed il coinvolgimento di ogni funzione aziendale al raggiungimento dell'obiettivo preposto.

Per implementare questo cambiamento dell'organizzazione aziendale è però necessario acquisire nuove competenze sui servizi e le tecnologie digitali. Le società devono quindi prevedere dei percorsi di training del personale su questi nuovi temi oltre all'innesto di skills specialistiche attraverso l'assunzione di giovani esperti del settore. In particolar modo sono

necessarie conoscenze per quanto riguarda i metodi di sviluppo agile che sono tipici delle nuove aziende native digitali ma che spesso sono ignoti alle grandi aziende di telecomunicazioni che devono gestire organizzazioni molto complesse e poco flessibili. Questi metodi garantiscono una maggior rapidità di risposta ai cambiamenti del mercato ed una riduzione immediata del time to market. Per favorire la diffusione di queste innovazioni può essere utile anche la definizione di spazi open-space in modo da favorire la condivisione delle idee e ridurre i ritardi di comunicazione e può essere inoltre fondamentale la ricerca di partners tecnologici specializzati che permettano lo sviluppo di nuove conoscenze aziendali grazie alla loro esperienza.

Dal punto di vista infrastrutturale invece, lo scenario internazionale sta vivendo l'incrocio di diverse tendenze e le aziende di telecomunicazioni dovranno evolversi di conseguenza cercando di non essere sopraffatti da questi nuovi trends ma anzi di cavalcarli efficacemente. L'estensione della banda ultra-larga fissa e mobile, l'aumento di prestazione degli hardware con conseguente sviluppo di terminali più potenti, la diffusione dei software open-source, la maturazione di nuovi paradigmi architetturali come SDN e NFV, l'evoluzione del Cloud Computing ed i progressi in ambito di Intelligenza Artificiale sono solo alcuni degli strumenti per la trasformazione digitale. Queste evoluzioni tecnologiche rappresentano incredibili opportunità per gli operatori, non solo per l'ottimizzazione dei costi ma anche per lo sviluppo di nuovi modelli di business che vadano oltre la semplice fornitura di connettività. L'IT deve passare da centro di costo a leva competitiva per l'azienda, con una nuova piattaforma innovativa che vada sia ad affiancare l'architettura tradizionale per supportare e migliorare i servizi core, sia a garantire l'apertura verso l'ecosistema digitale.

La strategia di digitalizzazione che gli operatori stanno seguendo per avere successo nel nuovo scenario competitivo viene quindi implementata attraverso due aspetti fondamentali: da una parte il completo rinnovamento del business model tradizionale verso l'erogazione, attraverso una piattaforma digitale, di nuovi servizi integrati, dall'altra ingenti investimenti in infrastrutture per rendere più flessibile l'architettura IT ed aumentare la qualità dei servizi offerti, come il miglioramento delle reti o la costruzione di moderni data center. La sfida quindi è sia di tipo economico che tecnologico. Le Telco dovranno da una parte garantire la sostenibilità del business attraverso la riduzione dei costi e la realizzazione di nuovi modelli di servizio, dall'altra gestire un'architettura sempre più eterogenea e complessa, in cui la parte software diventerà predominante su quella hardware.

## 1.5 Nuovo modello di business: Platform provider

L'espansione del portafoglio d'offerta determina una profonda evoluzione della mission dell'operatore di telecomunicazioni che, da semplice fornitore di connettività, ora si vuole proporre soprattutto come fornitore di contenuti e di servizi digitali verticali. Per raggiungere questo scopo deve elevare il proprio ruolo da Connectivity Provider a Over The Network Platform Provider. Il nuovo imperativo delle Telco è infatti quello di approcciare il mercato attraverso delle piattaforme aperte per integrarsi con l'ecosistema digitale globale.

Questo nuovo modello di business si basa su alcuni pilastri imprescindibili, come indicato da Marco Daccò, responsabile funzione Digital Services Delivery Platforms di TIM.

In primis su un'infrastruttura che segua il paradigma Cloud in modo da garantire scalabilità ed elevate performance di accesso. Questo requisito è ormai necessario in tutti i contesti digitali poiché richiedono di rispondere in maniera adattiva ed immediata ai picchi di richieste che, in questo tipo di contesti, non sono sempre facilmente prevedibili. Inoltre, è necessario un modello di sviluppo basato su micro-servizi, piccole applicazioni software autonome che hanno una sola finalità e che interagiscono tra di loro a formare applicazioni più complesse. Questo tipo di architettura ha numerosi vantaggi rispetto a quella tradizionale monolitica in quanto favorisce la resilienza e la scalabilità e rende più veloce e semplice il rilascio di nuovi servizi. Queste caratteristiche hanno segnato il principale elemento differenziante degli OTT in questi anni poiché per scalare un'applicazione non avevano bisogno di replicarla interamente con conseguente aumento di costi e di utilizzo di risorse ma potevano svilupparla in maniera incrementale guadagnando inoltre in rapidità e flessibilità. Una delle caratteristiche principali implementabili attraverso una piattaforma digitale è inoltre il catalogo a building block che può contenere gli elementi base delle offerte che si vogliono vendere e le relative regole di gestione. In questo modo si può comporre facilmente il tipo di offerta di servizi più adatti al momento ed al contesto, andando a combinare i singoli elementi base. Un catalogo costruito in questo modo ha il vantaggio di potenziare la vendita su più canali e ridurre il tempo per il lancio di nuove offerte che possono inoltre essere personalizzate in qualsiasi modo senza impattare la struttura di back-end. Possono inoltre essere configurati i modelli di pricing e le leve commerciali per avere un tailoring delle offerte su misura del cliente.

Un modello di business basato su una piattaforma, come indicato dal prof. Van Alstyne della Boston University, si fonda inoltre sulla creazione di valore tramite l'interazione tra fornitori, anche esterni all'azienda, e consumatori. Il focus è sul controllo totale dell'esperienza digitale del cliente e della sua esperienza multicanale, cercando di cannibalizzare quanti più servizi

possibile e riguadagnare terreno sul mercato. Con questo approccio gli operatori cercano infatti di creare un ambiente in cui il cliente può soddisfare ogni sua necessità riguardante la Digital Life offrendo sia soluzioni proprie, magari create in collaborazione con altri soggetti, che soluzioni già pronte fornite da soggetti terzi di cui mantengono delle revenue shares. Il cliente deve rimanere al centro della nuova strategia delle Telco ma con un'ottica più rivolta alla proposizione di soluzioni integrate, anche con terze parti se necessario. In questo modo le Telco possono competere più efficacemente con gli OTT in quanto possono erogare servizi non più stand-alone ma integrati tra loro grazie anche all'accesso al patrimonio dati dei consumatori.

Il primo passo per questa integrazione deve passare dalla condivisione dei dati del cliente tra tutti i prodotti della piattaforma che diventano collegati non più solo dal nome del brand. Le Telco infatti posseggono una grande quantità di dati dei clienti, provenienti soprattutto dal controllo delle reti di accesso mobile e della piattaforma di trasporto end-to-end ma anche dalle applicazioni di rete e dalle funzionalità di back office dei dispositivi. Questi dati possono essere fondamentali per le aziende per conoscere le caratteristiche dei loro clienti e migliorare il valore percepito dei loro servizi, personalizzando ulteriormente le offerte di prodotti e servizi digitali su determinati segmenti di clientela. Questo patrimonio consente inoltre alle Telco di guardare alle collaborazioni con terze parti per l'offerta di nuovi servizi da una posizione privilegiata. Questi vantaggi potrebbero essere amplificati nel caso di sviluppo di un'offerta integrata per delle soluzioni in ambito Internet of Things. I vari dispositivi usati dai clienti creerebbero infatti un'enorme mole di dati e sarebbero interconnessi con una piattaforma centrale per la raccolta di tali dati che permetterebbe loro di interagire ed "imparare" uno dall'altro.

Un altro punto a favore delle Telco per la creazione di una piattaforma quanto più performante e vicina alle necessità dei clienti è il controllo della rete. Proprio grazie alle capabilities di rete, potranno essere soddisfatte tutte le esigenze del cliente riguardanti la Quality of Service, la sicurezza o la proximity, cosa che gli OTT, non avendo il controllo della rete, possono fare solo fino a certi limiti. Quindi, tanto più in un settore saranno importanti queste variabili per il cliente, tanto più una piattaforma delle aziende di telecomunicazioni potrà avere successo. Grazie a questo approccio Over The Network, le Telco potranno differenziare i loro servizi da quelli degli OTT e metterli maggiormente in difficoltà. Infatti, mentre una piattaforma OTT è tanto più performante, quanto più riesce a far sfruttare ai propri servizi le potenzialità delle infrastrutture esistenti, i servizi offerti da una piattaforma OTN sono già progettati in sinergia con l'infrastruttura di rete e quindi le loro prestazioni sono massimizzate.

Grazie alla nuova piattaforma per l'erogazione dei servizi digitali, detta SDP, digital Service Delivery Platform, l'azienda potrà raggiungere gli obiettivi di commercializzazione e gestione

dei servizi digitali previsti dall'adozione del nuovo modello di business. Le Telco guadagnano infatti in efficienza, migliorano qualità e prestazioni dei servizi, ottimizzano la customer experience verso i canali digitali e supportano l'ampliamento del portafoglio d'offerta grazie all'interazione con ecosistemi di terze parti e grazie alla riduzione del time to market dei nuovi servizi digitali, che così hanno una base tecnologica comune.

## 1.6 Rinnovamento infrastrutture IT

L'IT gioca un ruolo fondamentale nel processo di digitalizzazione delle aziende, le quali dovranno cimentarsi nella duplice sfida di razionalizzare e semplificare l'attuale architettura per l'erogazione dei servizi tradizionali e di creare una nuova architettura innovativa per sostenere i nuovi modelli di business in tempi molto brevi a causa della forte competizione. L'attuale architettura stratificata e ridondante infatti non offre adeguati livelli di prestazioni e non è abbastanza flessibile per permettere la creazione e lo sviluppo di nuovi servizi digitali per restare al passo con le richieste del mercato.

Per mettere in piedi questa nuova architettura IT è necessario il rinnovamento di due importanti infrastrutture degli operatori di telecomunicazione: le reti ed i data center.

### 1.6.1 Adeguamento infrastrutture di rete

Le infrastrutture di rete dovranno essere potenziate per poter garantire la corretta erogazione dei nuovi servizi digitali, per esempio in ambito Cloud Computing, video streaming o IoT, che richiedono dei requisiti di qualità sempre più elevati. Inoltre, grazie alla diffusione massiccia dei dispositivi elettronici, le reti dovranno essere in grado di garantire la gestione di un traffico dati che non solo sta aumentando in qualità ma anche in volume. Per questo motivo gli operatori telefonici si stanno muovendo per potenziare sia le reti per il traffico dati da fisso che da mobile. I loro sforzi si stanno concentrando soprattutto sulla penetrazione della banda ultra-larga, convertendo le vecchie tecnologie in rame verso la fibra ottica, e sulla tecnologia 5G.

Per quanto riguarda la rete fissa, uno dei fattori chiave per lo sviluppo economico del settore consiste nei NGAN, Next Generation Access Networks, reti di accesso di ultima generazione, come confermato dagli studi del prof. Reverberi della Sapienza Università di Roma. Queste reti si basano su diverse soluzioni di terminazioni in fibra ottica che le rendono più performanti da ogni punto di vista. Le reti in fibra infatti sono intrinsecamente stabili e quindi offrono massimi

livelli di disponibilità del servizio con perdita di pacchetti praticamente nulla, garantiscono tempi di risposta dell'ordine del millisecondo e sono le più sicure in quanto immuni a tentativi di intercettazione e interferenze wireless. Infine, garantiscono una simmetria dinamica perché possono essere configurate per fornire un elevato grado di flessibilità nell'assegnazione ad ogni connessione della capacità di upload e download sulla base del diverso servizio utilizzato. Tra le diverse tipologie di accessi, solo quelli totalmente in fibra ottica Fiber-To-The-Home consentono di raggiungere il massimo delle prestazioni non solo in termini di capacità, dato che così si riescono a raggiungere i 10 Gbps, ma anche di affidabilità e latenza. Soltanto la diffusione capillare di un'infrastruttura in fibra ottica di tipo FTTH può quindi soddisfare i requisiti di affidabilità e qualità richiesti dal mercato per i nuovi servizi digitali. Questi investimenti, che porterebbero benefici a tutti gli stakeholders presenti nel settore delle telecomunicazioni, sono rallentati dal fatto di essere completamente a carico delle Telco che però si appropriano dei ritorni solo in bassa misura. Nel 2018 solo circa il 14% dei cittadini europei utilizzava un accesso di questo tipo. In molti paesi quindi è nata la necessità di creare delle regolamentazioni ad hoc per favorire l'innovazione. L'Unione Europea ha, per esempio, cercato di promuovere il co-investment tra operatori telefonici per ridurre i loro costi sommersi ed il rischio finanziario. I limiti di queste soluzioni però consistono nel fatto che nel costo complessivo dell'opera devono essere previsti elevati costi di transazione ed inoltre non viene ridotto il rischio legato alla domanda incerta.

Un'infrastruttura di rete completamente in fibra ottica è fondamentale per le società di telecomunicazioni sia per il rafforzamento della rete fissa che di quella mobile che non è mai totalmente separata dall'altra. Le Telco infatti non dovranno rinnovare soltanto l'infrastruttura di rete fissa per il trasporto dati ma anche quella mobile attraverso lo sviluppo del 5G. Questa evoluzione tecnologica può aprire le porte a moltissime nuove opportunità di business e rappresenta un grosso passo avanti rispetto al 4G, che non ha un'infrastruttura sufficientemente sostenibile e scalabile in grado di trattare efficacemente la drammatica crescita del numero di terminali e del traffico dati degli ultimi anni. Il sistema 5G è infatti orientato a raggiungere una velocità di trasmissione di picco fino a 20 Gbps, essenziale per i servizi ultra-HD e Cloud Computing, una latenza inferiore al millisecondo, indispensabile per i servizi di controllo real time, una disponibilità di connessioni nell'ordine del 99,999%, per servizi cosiddetti mission critical come quelli di Public Safety o eHealth ed una densità di connessione fino a 1 milione di terminali per Km<sup>2</sup>, necessaria in alcuni ambiti dell'IoT.

Recenti studi della Commissione Europea hanno cercato di quantificare l'impatto del 5G in Europa con risultati considerevoli. Il costo di realizzazione delle reti 5G in tutta Europa è

stimato essere 56 miliardi di euro entro il 2020 ma i ritorni su tali investimenti sono stati quantificati in quasi 142 miliardi di euro l'anno e saranno creati più di 2 milioni di nuovi posti di lavoro. Per questo motivo la Commissione Europea sta cercando di indirizzare ogni paese membro verso il "5G Action Plan", un piano di azione rapido e coordinato per lo sviluppo delle reti 5G in Europa composto da una serie di obiettivi da raggiungere per il 2025.

L'investimento che le Telco devono sostenere per realizzare la nuova rete per il 5G è quindi molto elevato ma può essere ridotto verificando le sinergie esistenti fra la realizzazione della rete in fibra FTTH e la rete 5G. Ad inizio 2019, il FTTH Council, organismo che raccoglie 150 operatori in fibra internazionali, ha cercato di quantificare i risparmi che potrebbero essere ottenuti dagli operatori ottimizzando il roll out delle diverse reti in ottica di convergenza fisso-mobile. L'idea per questo studio nasce dal fatto che la fibra è ritenuta un enabler fondamentale per la nuova rete radiomobile. La densificazione della rete, attraverso l'aggiunta di piccole celle, è infatti condizione necessaria per far emergere completamente le potenzialità del 5G e può essere ottenuta solo attraverso una maggiore densità della fibra. La presenza della fibra è quindi indispensabile fino all'antenna 5G e da qui nascono le opportunità di convergenza. Secondo i risultati dello studio del FTTH Council, la spesa per la realizzazione della rete 5G potrebbe essere abbattuta dal 65% al 96% attraverso la costituzione di una rete in fibra future-proof ottimizzata e convergente. L'extra investimento necessario per rendere una rete FTTH pronta per il 5G è invece stimato tra l'1% ed il 7%. La realizzazione simultanea di una rete in fibra e di una rete 5G porta quindi con sé dei risparmi da convergenza ed un uso più efficiente degli investimenti, nonché meno opere civili e quindi disturbo, se gli operatori pianificheranno in anticipo la fibra pronta per la quinta generazione mobile. Una rete convergente permette inoltre di ridurre il costo totale per il deployment e la gestione dell'infrastruttura, una maggiore competitività degli operatori rispetto ai rivali che operano su reti non convergenti ed una maggior copertura anche nelle zone rurali. Questi risultati sono fondamentali anche nell'immediato per una ulteriore diffusione dell'ultra-broadband nei vari paesi. Le società di telecomunicazioni possono infatti fare investimenti extra per la realizzazione della fibra ottica, monetizzando con la futura rete 5G. Il 5G quindi può essere visto non come un sostituto ma come tecnologia complementare alla fibra ottica che inoltre può riuscire a portare una connettività ad elevatissime prestazioni anche dove gli accessi FTTH non riescono ad arrivare. Questo è possibile grazie ai cosiddetti Fixed Wireless Access, connessione miste fibra-radio che portano la connettività dentro gli edifici dei clienti privati o business grazie a collegamenti wireless che partono da un'antenna installata poco lontano ma che, grazie al 5G, garantiscono prestazioni analoghe a quelle delle connessioni a banda ultra-larga via cavo. Mentre gli

operatori europei vedono questo tipo di accessi come complementari a quelli FTTH, negli USA la situazione è ben diversa visto che il prezzo medio di una connessione ultra-broadband in fibra per la clientela consumer è molto elevato. Gli operatori TLC americani sono quindi molto interessati ad usare il 5G per i FWA, il cui sviluppo in America è quindi più avanti rispetto ai paesi europei.

Una delle principali sfide per le Telco consisterà poi nel cambiamento del modo in cui vengono erogati i nuovi servizi, come sottolineato dal prof. Decina, presidente di Infratel. Il processo dovrà diventare il più rapido e semplice possibile e quindi dovranno essere automatizzate il più possibile le attività di gestione delle reti, delle infrastrutture e dei servizi. Per arrivare a ciò, le reti dovranno quindi essere modernizzate in ottica di virtualizzazione per renderle più flessibili e programmabili. Per questi motivi, le Telco hanno da tempo cominciato la migrazione della rete verso un'architettura detta Telco Cloud, basata sulla virtualizzazione delle risorse, che può permettere loro di aumentare esponenzialmente l'efficienza delle loro operations e di rispondere in maniera più flessibile e rapida alle nuove esigenze del mercato legate al traffico.

Il Cloud Computing è infatti uno dei paradigmi fondamentali su cui gli operatori di telecomunicazioni stanno cominciando ad investire per far evolvere il proprio business, garantendo scalabilità e agilità nella gestione e creazione dei servizi. Le tecnologie in questo ambito sono viste come un abilitatore fondamentale per nuovi servizi, sia in ambito B2C che B2B, che può rendere gli operatori più competitivi attraverso la creazione di una rete virtuale che possa ridurre la loro dipendenza dalla componente hardware. Le singole soluzioni verticali infatti rischierebbero di non essere sufficientemente remunerative in tempi ragionevoli senza tecnologie di questo tipo. Questo perché per offrire il singolo nuovo servizio, la cui domanda è spesso molto volatile, dovrebbe essere messa in piedi un'intera filiera hardware e software minimamente flessibile con investimenti molto elevati. Questa difficoltà può essere superata grazie all'utilizzo di un'infrastruttura orizzontalmente scalabile e capace di dimensionare le risorse in base alle esigenze, ottenibile soltanto grazie al paradigma Cloud.

L'altro paradigma fondamentale su cui si basa questa evoluzione, che è inoltre fondamentale per la costituzione di un Telco Cloud, è quello della Network Automation che presenta come effetti principali la standardizzazione, la modularizzazione, la semplificazione e soprattutto la virtualizzazione delle principali funzioni dell'infrastruttura di rete. Questa innovazione porta alla definizione di un'architettura di rete fortemente integrata ed automatizzata in tutte le sue parti che garantisce numerosi benefici come l'incremento dell'efficienza, grazie anche all'ottimizzazione dei costi operativi, la riduzione della complessità, con conseguente riduzione

di errori e rilavorazioni, e la maggiore flessibilità e reattività nel soddisfare le esigenze legate alla continua evoluzione dei nuovi servizi digitali erogati.

I due ambiti principali in cui si esplica la Network Automation sono la Network Function Virtualization, NFV, che ha l'obiettivo di realizzare ed eseguire le principali funzioni di rete su server informatici generici e non su dispositivi dedicati, e il Software Defined Networking, SDN, che ha come obiettivo quello di centralizzare il controllo dei servizi di rete erogabili tramite le infrastrutture IP.

Come detto, il paradigma NFV ha lo scopo di separare il software, che implementa una certa funzionalità di rete, dall'hardware dedicato su cui esso viene eseguito. Uno strato di separazione detto Hypervisor rende possibile tale divisione virtualizzando le risorse fisiche dell'hardware come memoria, RAM e CPU. In questo modo su un solo hardware generico sono create più virtual machines dove istanziare le funzioni di rete virtualizzate. L'obiettivo è quello di virtualizzare il maggior numero di funzioni di rete, come per esempio quelle di DNS, router o firewall, in modo che l'infrastruttura sia il più possibile automatizzata per garantire elevati livelli di efficienza e qualità della rete. Una funzione virtualizzata è detta VNF, Virtual Network Function, e la gestione del suo ciclo di vita è un elemento critico da tenere in considerazione. In particolare, la creazione di un'istanza della VNF è un'operazione complessa dato che comporta l'associazione ad essa delle relative risorse virtuali di calcolo, memoria e rete che devono a loro volta essere create sull'infrastruttura e configurate. Seppur complessa, questa operazione è ritenuta di base nel ciclo di vita di una funzione virtualizzata rispetto ad altre che per esempio permettono lo scaling, cioè la possibilità di adattare dinamicamente ed automaticamente la dimensione delle risorse virtuali ai carichi sostenuti, oppure il self-healing, cioè la capacità di ripristinare automaticamente i componenti nel caso diventino indisponibili a seguito di un guasto. Il vero vantaggio del NFV consiste infatti in quella che si può definire come "dinamicità automatizzabile" che consiste nel fatto che le risorse possono essere allocate alle virtual machines che ne hanno più bisogno, scalando in maniera automatica. Il cosiddetto onboarding, cioè la trasformazione delle risorse da fisiche a virtuali con il conseguente abbandono di hardware specifici come router o firewall, porta dei benefici in termini di risparmio solo nel medio-lungo termine in quanto gli operatori tradizionali devono inizialmente mantenere sia la vecchia, legacy, che la nuova architettura e quindi la migrazione potrebbe essere dispendiosa. Per ottenere tutti i benefici del paradigma NFV, la sua architettura deve essere sviluppata all'interno di un ambiente Cloud in modo da permettere la sua astrazione dal livello hardware e la gestione automatizzata del ciclo di vita delle funzioni. Il ruolo della parte software è quindi fondamentale, sia per la virtualizzazione delle risorse, in questo caso si tratta

di software per l'hypervisor, che per la loro gestione ed orchestrazione, in questo caso i software sono detti MANO dall'inglese "for MANagement and Orchestration".

Per affrontare le sfide della digitalizzazione è necessario inoltre andare a riorganizzare ancora più in profondità il modello architetturale della rete ed i relativi processi. Per aumentare l'astrazione e la modularità è quindi necessario adottare il modello SDN che permette di semplificare notevolmente la gestione della rete separando il piano di forwarding, che si occupa della trasmissione dei dati da quello di controllo, che rileva come è fatta la rete e si occupa dell'instradamento del traffico dei pacchetti. La rete diventa così programmabile in quanto il piano di controllo viene portato ad un livello più alto, centralizzato, rendendolo indipendente dall'hardware sottostante. In questo modo possono per esempio essere superati i modelli di routing dinamico, che instradano i pacchetti secondo il percorso più breve, potendo creare ogni percorso di router sia necessario. Questa evoluzione è molto importante in quanto agevola l'erogazione dei servizi da parte delle Telco. Se un operatore volesse erogare un nuovo servizio, per esempio di parental control o di antivirus, non sarebbe più necessario installarlo su numerosi server distribuiti su tutta la rete ma basterebbe installarlo su un solo server in quanto attraverso le tecniche di SDN posso far passare i pacchetti dei clienti che hanno sottoscritto il servizio da quello specifico server, indipendentemente da dove sia collocato sulla rete. Il lancio di nuovi servizi diventa quindi molto più rapido e si riduce il rischio di investimento dal momento che se il servizio avesse successo le risorse scalerebbero in automatico grazie alle tecnologie NFV, mentre nel caso opposto basterebbe soltanto spegnere un dispositivo senza andare a modificare l'intera architettura di rete.

Le tecnologie in ambito Cloud Computing, NFV e SDN hanno completamente rivoluzionato il mondo delle telecomunicazioni. Le forze competitive nel settore sono infatti mutate: l'importanza dei fornitori di hardware come Cisco o Huawei è diminuita in favore dei fornitori di server come HP e degli sviluppatori di software. Le Telco solitamente non sviluppano competenze specifiche per lo sviluppo interno di software, visto che il loro focus è sempre stato più proiettato verso la parte hardware. Quindi dovranno in molti casi ricorrere a delle soluzioni fornite da terze parti. La scelta di utilizzo di software commerciali o open source dipenderà dalle competenze che cresceranno in azienda. Quelli commerciali sono più sofisticati ma più facili da implementare grazie all'assistenza del fornitore mentre quelli open source richiedono competenze aziendali più sviluppate se non si sceglie di affidarsi ai servizi di supporto di un distributore. Nel mercato sono nate infatti nuove figure come Red Hat che si occupano della distribuzione di software open source che garantiscono alle aziende il supporto nel loro utilizzo.

## 1.6.2 Creazione moderni data center

Proseguendo il percorso evolutivo verso la digitalizzazione, le Telco devono infine investire per la realizzazione di moderni data center dove poter gestire in maniera centralizzata i propri dati e servizi.

Gli operatori stanno infatti già cominciando a ripensare completamente le strutture delle centrali di telecomunicazioni, reinterpretandole secondo i principi SDN e NFV. Le centrali vengono trasformate per essere rese più simili a veri e propri data center, eliminando il più possibile ogni tipo di apparato hardware dedicato a specifiche funzioni. La disaggregazione dell'hardware dalle funzioni di rete prevede che queste siano realizzate da blocchi elementari che svolgono singole funzioni specifiche controllabili da remoto.

Un esempio di questo tipo di soluzione è rappresentato dal concetto di CORD, Central Office Re-architected as a Datacenter, lanciato per la prima volta a livello globale dall'operatore di telecomunicazioni statunitense AT&T. Alla base di questo concetto c'è la standardizzazione dell'architettura della centrale, che scala in accordo con le dimensioni della centrale e quindi con il numero di clienti in essa attestati, ed il fatto che tutte le funzioni di rete virtualizzate sono ospitate all'interno della centrale stessa. L'architettura è quindi formata da una serie di server, su cui risiedono le funzioni di rete virtualizzate, che vanno a formare un vero e proprio datacenter. I server sono collegati tra di loro tramite una fabric, con topologia leaf and spine, che garantisce scalabilità e ridondanza. Il data center viene quindi collegato agli apparati di rete utilizzati per l'accesso verso i clienti e per il trasporto verso le altre centrali.

Molte aziende di telecomunicazioni stanno adeguando le proprie centrali o sale dati trasformandole nei cosiddetti NGDC, Next Generation Data Center, in cui tutte le funzionalità di rete sono virtualizzate e gli hardware utilizzati sono per la maggior parte server generici. Attraverso la tecnica cosiddetta di consolidamento è infatti possibile trasformare più risorse fisiche in equivalenti risorse virtuali realizzate tramite software e di concentrare più risorse virtuali all'interno di un'unica risorsa fisica. In questo modo l'infrastruttura IT può diventare elastica e supportare risorse estendibili a richiesta. L'infrastruttura tecnologica è formata da un insieme di sistemi di networking, un rilevante numero di server distribuito su più sale a seconda della loro tipologia di utilizzo e supporti ed architetture per la memorizzazione, gestione ed archiviazione di dati ed applicazioni.

Questi nuovi data center sono solitamente strutture anche di grandi dimensioni, progettati per garantire il massimo della sicurezza sia informatica che dal punto di vista della protezione fisica ed ambientale. Sono di norma localizzati in territori a basso rischio di disastri ambientali, come

per esempio frane o terremoti, e sono dotati di raffinati impianti antincendio e antiallagamento. L'affidabilità dell'architettura è garantita da elevati livelli di ridondanza sia per quanto riguarda i sistemi hardware e software che per quanto riguarda i loro collegamenti internet e di alimentazione elettrica. In questo modo i data center possono raggiungere la loro finalità principale che è quella di supportare tutti quei servizi che necessitano di grande capacità computazionale e massima scalabilità.

Le Telco ospitano nei data center tutti i sistemi core aziendali come i sistemi a supporto delle attività di raccolta e conservazione dei dati, delle vendite e delle fatturazioni, i sistemi a supporto della quality assurance ed anche i sistemi per i servizi ai clienti. Queste strutture possono infatti garantire la massima sicurezza possibile e possono quindi servire per erogare nuovi servizi di altissima qualità soprattutto in ambito Cloud Computing. La sicurezza dei dati e l'affidabilità di funzionamento del servizio sono infatti requisiti fondamentali per un cliente che sceglie di affidare le proprie informazioni ad un soggetto esterno e che necessita che il proprio business vada avanti senza interruzioni. Il trend che le Telco stanno seguendo per l'erogazione di questo tipo di servizi è quello della Data Center Automation che si realizza attraverso la costituzione di un'infrastruttura in cui ogni componente, sia esso computazionale, di storage o di networking, viene virtualizzato così da poter essere erogato come servizio in modo automatizzato. Attraverso questo paradigma l'intero data center, grazie all'astrazione resa possibile da diversi strati software, può essere presentato al cliente come un pool di risorse fisiche e virtuali, componibili in servizi direttamente configurabili dall'utente.

Uno degli obiettivi principale nell'investire in questo tipo di infrastrutture, che possono ospitare sia gli applicativi ed i dati aziendali che quelli dei clienti grazie alla virtualizzazione delle risorse, è la riduzione dei capex aziendali. Infatti, grazie al Cloud Computing, l'infrastruttura hardware può diventare una commodity ed essere utilizzata "as a service" secondo le reali necessità. In questo modo si possono ridurre gli investimenti iniziali in infrastrutture IT e trasformare i costi che finora erano fissi, in costi variabili. Inoltre, l'utilizzo della stessa infrastruttura e di sistemi condivisi sia per i propri servizi core che per l'erogazione di servizi ai clienti può ridurre molto i costi complessivi aziendali. L'IT così non viene più visto soltanto come un centro di costo per l'azienda ma può essere sfruttato come generatore di reddito.

## 1.7 Strategie di digitalizzazione dei principali Telco mondiali

Di seguito sono descritte le strategie di digitalizzazione che alcuni tra i principali operatori nel mondo stanno perseguendo.

Deutsche Telekom, la più grande azienda di telecomunicazioni d'Europa con sede in Germania, ha affrontato la trasformazione digitale attraverso la semplificazione delle architetture di rete verso uno scenario di all-ip migration, la cloudification delle funzionalità di rete e dei servizi e lo sviluppo di una nuova architettura IT che ha permesso l'ottimizzazione e l'automazione dei processi di operations e di business. Sono state investite risorse anche per la formazione e lo sviluppo di skills specialistiche per il personale e l'evoluzione dei rapporti coi fornitori anche attraverso nuovi modelli di collaborazione che coinvolgono anche community open source.

Orange, la maggiore impresa di telecomunicazioni in Francia, ha investito in nuove tecnologie in ambito SDV, NFV e Telco Cloud. Gli obiettivi sono quelli di automazione dei processi e di sviluppo di nuovi servizi digitali anche attraverso la creazione di ambienti di sviluppo con i fornitori di tecnologie. Il loro portafoglio di offerta si è quindi arricchito di numerose soluzioni in ambito Cloud Computing.

Telefonica, la principale compagnia di telecomunicazioni in Spagna, ha deciso di spingere ulteriormente sulla digitalizzazione attraverso l'introduzione di Aura, assistente virtuale che automatizza il rapporto coi clienti e rende più rapide l'erogazione e l'assistenza dei prodotti e servizi della società. Per arrivare a questa soluzione, sono stati effettuati ingenti investimenti su tecnologie di intelligenza artificiale e di raccolta ed elaborazione dei big data sia commerciali che di rete, oltre ad investire in maniera importante sulla virtualizzazione dell'infrastruttura di rete in ambito NFV e SDN. Il primo risultato raggiunto è stato quello di massimizzare l'efficienza del processo di customer care ma l'obiettivo strategico che l'azienda intende raggiungere attraverso Aura è quello di entrare nel mercato dei personal big data in modo da diventare il principale custode dei dati dei propri clienti.

Vodafone, azienda multinazionale di telecomunicazioni con sede a Londra, ha lanciato il progetto "Ocean" che ha lo scopo di trasformare la rete attraverso le nuove tecnologie in ambito SDN e NFV. L'obiettivo dell'azienda è quello di creare un ecosistema digitale, basato sulle proprie risorse di rete, che sia quanto più possibile standardizzato in modo da potersi svincolare dai diversi fornitori di tecnologia. In questo senso si possono leggere anche gli investimenti per la creazione di un Telco Cloud che possa inoltre essere il sostegno fondamentale ai servizi digitali che saranno sviluppati grazie alla nascente rete 5G. Recentemente è entrata nel mercato dei media in Spagna e Germania attraverso acquisizioni di aziende di contenuti via cavo.

AT&T, la maggiore compagnia telefonica statunitense con sede a San Antonio, Texas, la cui rete copre 127 paesi nel mondo, è una delle prime aziende di telecomunicazioni che ha percepito l'importanza dei dati ed ha deciso di investire su di essi. Essa si propone di offrire "data-powered services" investendo in intelligenza artificiale e big data analytics. Il suo percorso

evolutivo prevede la creazione di un ecosistema di rete e servizi basato sulla condivisione, valorizzazione ed elaborazione dei dati in modo da soddisfare le esigenze delle diverse tipologie di clienti. Tutto ciò si basa sulla virtualizzazione delle risorse di rete grazie a pesanti investimenti in tecnologie SDN e NFV. Tra le numerose iniziative digitali, quella di maggior successo è stato il lancio dei servizi di Smart Home che all'inizio del 2017 avevano già raggiunto più di 500 mila clienti attivi. Inoltre, è entrata nel business dei contenuti multimediali attraverso l'acquisizione di DirecTV, famoso operatore via cavo americano.

NTT, una delle principali compagnie telefoniche al mondo con sede in Giappone, sta investendo da molti anni per il superamento della propria architettura di rete monolitica verso una struttura più aperta e flessibile caratterizzata dalla massima modularizzazione delle funzionalità degli apparati. La virtualizzazione è quindi vista come elemento fondamentale per soddisfare i crescenti requisiti che i nuovi servizi digitali offerti richiedono.

SK Telecom, operatore di telefonia mobile leader di mercato nella Corea del Sud, si è trasformato in una platform service company attraverso la creazione di una piattaforma aperta anche alle community di sviluppatori di servizi innovativi. Su questa piattaforma vengono erogati una moltitudine di servizi digitali che comprendono anche contenuti multimediali ed advertising. Alla base di questa trasformazione c'è la virtualizzazione e softwarizzazione della rete con il disaccoppiamento infrastrutturale e funzionale ottenuto grazie al Cloud Computing. Per migliorare la qualità della rete sono inoltre state sviluppate soluzioni di machine learning che elaborano i big data provenienti sia dai terminali degli utenti che dalla rete stessa in modo da prevenire i guasti e rendere automatizzati il controllo e la gestione della rete.

Telstra, compagnia telefonica con posizione dominante in Australia, ha avviato un programma di razionalizzazione delle piattaforme di rete con l'obiettivo di portare innovazioni a livello nazionale. Negli ultimi anni ha investito molto sulla digitalizzazione: già più del 60% delle transazioni vengono effettuate online da parte dei clienti ed il 13% delle revenues totali è ottenuto attraverso l'erogazione di servizi digitali. Il focus aziendale è stato soprattutto su servizi specifici in ambiti come eHealth, Media e Cloud sviluppati attraverso acquisizioni e fusioni con altre aziende e la creazione di business unit dedicate.

TIM, il principale operatore di telecomunicazioni in Italia, ha avviato da diverso tempo un progetto di Network Transformation con l'obiettivo di razionalizzare e far evolvere la propria infrastruttura di rete con soluzioni innovative quali Cloud, NFV e SDN. Dal 2008, con il progetto Next Generation Data Center, ha sviluppato un proprio Cloud interno per consolidare gli ambienti hardware obsoleti e per accelerare l'erogazione di risorse di calcolo per i nuovi applicativi. Partendo da queste risorse e dalle competenze sviluppate grazie al progetto ha

potuto dopo un solo anno sviluppare la prima offerta di servizi Cloud per il mercato business. Dal 2009 è entrata nel settore della distribuzione online di contenuti multimediali grazie al lancio della piattaforma TIMvision. A partire dal 2013 si è focalizzata sullo sviluppo e la proposizione al mercato di soluzioni incentrate sull'innovazione digitale attraverso la creazione di linee di business dedicate in diversi ambiti come sicurezza, identità digitale, servizi professionali, servizi cloud e soluzioni per l'IoT. Non fa più uno sviluppo ad hoc per ogni singolo progetto ma ha costruito un'architettura di base trasversale a tutti i segmenti basata sull'adozione di piattaforme, grazie alle quali può sviluppare soluzioni personalizzate per ogni cliente in ogni settore.

Da questa analisi si evince come il settore delle telecomunicazioni stia vivendo una profonda trasformazione sistemica verso la digitalizzazione, favorita anche dal raggiungimento di una maturità tecnica ed economica in molti ambiti. Gli obiettivi comuni sono quelli di semplificare e rendere più agili e flessibili lo sviluppo ed il dispiegamento dei servizi in modo da poterne offrire di nuovi, digitali ed innovativi, e ciò ha comportato un'evoluzione tecnologica delle infrastrutture di rete degli operatori. Attraverso questi cambiamenti gli operatori stanno cercando di rendere nuovamente sostenibile il proprio business grazie anche all'accesso a nuove forme di remunerazione.

Le varie strategie degli operatori elencati convergono verso gli stessi obiettivi ma si differenziano per il modo in cui vengono raggiunti in particolare per quanto riguarda il dispiegamento in rete delle nuove tecnologie e l'acquisizione delle nuove competenze necessarie. La maggior parte degli operatori, tra cui il leader americano AT&T e quello europeo Deutsche Telekom, sta sviluppando la nuova infrastruttura di rete in modo indipendente e parallelamente rispetto alle reti legacy. Altri operatori come Telefonica hanno invece adottato un approccio inerziale basato sull'introduzione progressiva delle nuove tecnologie nella rete attuale. Per quanto riguarda invece l'acquisizione di nuove competenze per questo cambiamento, gli operatori stanno rivolgendo i loro sforzi principalmente nell'assunzione di skills in ambito software, di cui storicamente sono carenti. Ciò però è ottenuto attraverso differenti modalità: alcuni operatori, Vodafone su tutti, stanno optando per lo sviluppo interno dei software mentre molti altri, come Orange e Telstra, si avvalgono di partnership con i fornitori di tecnologia oppure di collaborazioni con altri sviluppatori.

# Capitolo 2 - Il Cloud Computing

In questo capitolo viene approfondito il tema del Cloud Computing in quanto abilitatore fondamentale per la digitalizzazione delle Telco e per l'erogazione di nuovi servizi digitali innovativi. Vengono descritti i fattori che hanno portato alla nascita del Cloud Computing e ne viene data una definizione, soffermandosi in particolare sulle caratteristiche principali dei servizi ad esso associati nelle loro diverse tipologie e sui principali benefici che una loro adozione potrebbe portare. Viene successivamente fatta una panoramica del mercato del Cloud e dei principali attori che vi competono, sia per quanto riguarda il contesto italiano che mondiale. Infine, viene sottolineato il ruolo che lo Stato può avere nello sviluppo e diffusione del Cloud Computing ed i motivi per cui dovrebbe sostenere questa innovazione, descrivendo anche i maggiori rischi e benefici che il settore pubblico potrebbe ottenere dalla creazione di un Cloud condiviso per le Pubbliche Amministrazioni.

## 2.1 Definizione generale del Cloud Computing

Il Cloud Computing può essere definito come un insieme di tecnologie in ambito dei servizi informatici che agevolano l'utilizzo e l'erogazione di software e garantiscono la possibilità di archiviare ed elaborare grandi quantità di dati via Internet. Il Cloud Computing è visto come un abilitatore fondamentale della digital transformation descritta nel capitolo precedente. Infatti, le tecnologie che permettono la virtualizzazione delle risorse di rete non solo portano ad un rinnovamento delle infrastrutture dell'azienda, con conseguente aumento dell'efficienza e riduzione dei costi, ma possono permettere l'erogazione di tutta una serie di servizi innovativi che possono richiedere anche una notevole capacità computazionale oppure un'elevata capacità di archiviazione ed elaborazione di informazioni.

Il Cloud Computing rappresenta in sostanza una nuova modalità di fruizione dei servizi informatici che permette ai consumatori, siano essi privati o aziende, di trasferire l'onere della conservazione, della gestione o dell'elaborazione di dati o applicazioni informatiche dai propri

hardware a quelli di un fornitore di servizi di tipo Cloud. Gli spazi necessari per l'infrastruttura IT, gli investimenti iniziali, la manutenzione e l'esercizio sono quindi responsabilità del service provider e non più del cliente. Quest'ultimi possono così usufruire di servizi anche molto complessi e dispendiosi, in particolare dal punto di vista delle risorse sia informatiche che energetiche utilizzate, senza doversi dotare di hardware avanzati, o anche di personale specializzato se si tratta di aziende, con un conseguente notevole abbattimento dei costi. Infatti, i servizi di Cloud Computing permettono l'accesso a risorse software e hardware massivamente scalabili e distribuite su Internet attraverso qualsiasi dispositivo fisso e mobile dotato di connessione. Qualunque soggetto che disponga di un dispositivo capace di connettersi ad Internet è infatti un potenziale cliente dei servizi cloud. Con questo modello si può quindi ottenere la massima flessibilità operativa in quanto lo storage e l'elaborazione dei dati e l'utilizzo di applicazioni software si spostano verso la cosiddetta "nuvola", quindi verso un potenzialmente infinito insieme di server connessi alla rete che, grazie alla virtualizzazione, possono offrire le proprie risorse di memoria e di calcolo. Il consumo di queste risorse può inoltre essere misurato così da completare la trasformazione dell'uso dei computer e dei software in utility poiché le risorse sono fornite secondo necessità ed addebitate secondo l'effettivo consumo.

Il Cloud Computing si sta diffondendo con grande rapidità tra imprese, Pubbliche Amministrazioni e cittadini perché rende più efficiente l'utilizzo delle risorse informatiche. Infatti, questo modello semplifica notevolmente il dimensionamento iniziale dei sistemi e delle applicazioni con evidenti risparmi per quanto riguarda gli investimenti che così possono essere sostenuti gradualmente nel tempo, sulla base di opportuni adeguamenti o rilascio di nuovi servizi. Il suo successo risiede inoltre nel fatto che le risorse sono comunque facilmente configurabili e raggiungibili via rete ed hanno una elevata rapidità di fruizione, fattori che rendono agevole l'utilizzo.

Le tecnologie abilitanti fondamentali per il Cloud Computing sono sostanzialmente la cosiddetta "nuvola" e la rete Internet. La nuvola è composta da una rete di data center dove sono contenuti i dati e vengono eseguiti i servizi Cloud. I Next Generation Data Center, NGDC, sono la tipologia di data center di ultima generazione, con un'architettura che permette l'abilitazione al Cloud Computing. I portali internet e la rete invece sono fondamentali in quanto devono essere in grado di soddisfare i requisiti di qualità richiesti da questa nuova tipologia di servizi che quindi devono prevedere un accesso standard. La diffusione della banda larga tra cittadini ed imprese è quindi un fattore critico per lo sviluppo e la crescita del mercato di questo tipo di soluzioni, le cui possibilità altrimenti verrebbero limitate.

## 2.2 Nascita del Cloud Computing

La nascita di questo nuovo modello è da riscontrarsi nella pervasività della rete Internet che ha praticamente connesso ogni computer nel mondo consentendo l'accesso ubiquo a dati e software distribuiti lungo la rete. Le continue e rapide innovazioni nelle tecnologie hardware e software che sono state sviluppate negli ultimi anni hanno inoltre reso inadeguate per la crescita dei mercati le tradizionali infrastrutture IT e gli attuali modelli di erogazione dei servizi che non sono adeguatamente flessibili per soddisfare le nuove esigenze dei consumatori. Grazie a questo rapido sviluppo, sono stati recentemente applicati i principi della produzione di massa anche nel settore dell'Information Technology che ha trasformato la tecnologia per la gestione ed il trattamento delle informazioni, ormai imprescindibile in praticamente qualsiasi business aziendale, in una commodity. Queste tecnologie sono infatti già accessibili a tutti, anche quelle leggermente più sofisticate, e la competizione si è spostata solo sul prezzo visto che non hanno più caratteristiche distintive da altri beni dello stesso tipo. L'infrastruttura IT è diventata quindi sempre meno strategica per la maggior parte delle aziende e si sta concentrando solo in alcune organizzazioni che stanno costruendo delle infrastrutture imponenti con una elevatissima potenza computazionale per poter gestire tutte le crescenti necessità legate al trattamento dei dati nei prossimi anni. Precursori di questa tendenza sono stati OTT come Google e Amazon a cui poi si sono aggiunte società leader nel mondo dell'informatica come Microsoft, IBM o HP ed altre che hanno basato il loro modello di business proprio su questi nuovi paradigmi come Dropbox. La spinta di queste aziende innovatrici e le nuove possibilità tecnologiche hanno così portato alla creazione del paradigma del Cloud Computing.

L'avvento di questo modello non è però stato immediato ma rappresenta l'evoluzione delle diverse modalità con cui le aziende nel corso degli anni si sono avvalse dei servizi dell'IT per condurre ed ottimizzare il proprio business. Queste diverse modalità non sono esclusive ed in alcuni casi le organizzazioni ancora le preferiscono al Cloud Computing perché possono soddisfare particolari esigenze di prestazioni o sicurezza.

Ovviamente il primo metodo con cui le organizzazioni possono gestire la propria infrastruttura IT è quello definito On Premise, dall'inglese "nell'edificio". In questo caso l'azienda possiede i complessi tecnologici che contengono l'infrastruttura informatica, detti anche data center, dove sono mantenuti i dati e dove sono eseguiti i software utili per il business. Anche le applicazioni sono di proprietà dell'azienda, sia nel caso in cui siano state sviluppate internamente, sia nel caso in cui sia stata acquistata una licenza d'uso da un software vendor. L'organizzazione si deve fare carico di tutti i capex. Deve infatti non solo acquistare tutti i

dispositivi hardware, server, sistemi di storage o per la comunicazione, ma anche tutti quei sistemi che ne garantiscono il corretto e sicuro funzionamento come sistemi di sicurezza, gruppi elettrogeni o impianti di condizionamento. Oltre a questo, si devono aggiungere tutti gli opex legati alle spese operative per l'esercizio e la gestione di tutta l'infrastruttura di proprietà e per il relativo personale.

Successivamente le organizzazioni hanno cercato di ridurre questi costi, avvalendosi dei nuovi servizi a valore aggiunto offerti in primis dagli ISP.

Uno dei primi servizi messi in piedi dai fornitori per permettere alle aziende di migliorare l'efficienza nella gestione dei sistemi IT è stato quello definito di colocation o housing. Questo servizio consiste nella concessione di uno spazio fisico da parte del fornitore in cui un'organizzazione cliente può porre i propri server di proprietà. Solitamente questo spazio viene concesso all'interno di appositi armadi, detti rack, che possono essere esclusivi di una sola azienda oppure contenere più server di aziende diverse a seconda delle necessità. Questi armadi sono tipicamente all'interno di apposite sale in data center qualificati ed il vantaggio per le imprese clienti è soprattutto relativo al fatto che la gestione degli aspetti infrastrutturali, come energia elettrica, sicurezza, condizionamento e connessioni, è completamente a carico del fornitore. In questo modo il cliente, oltre a pagare un canone periodico per l'affitto dello spazio fisico nel data center, deve farsi carico dell'investimento iniziale per gli hardware e le licenze d'uso dei software ma non di quello relativo all'infrastruttura necessaria per il loro corretto funzionamento. Questo può portare importanti benefici economici al cliente oltre a garantire una migliore qualità dei propri servizi. Un ISP qualificato può infatti garantire una maggiore sicurezza e affidabilità ai sistemi IT, in particolare rispetto al caso in cui l'azienda decida di lasciarli al proprio interno, senza investire cifre enormi per la messa in piedi di tutta l'infrastruttura IT. Il cliente può comunque gestire le proprie risorse da remoto, in completa autonomia, grazie al fatto che sono tutte connesse alla rete Internet.

Questa tipologia di servizi si è poi evoluta verso un modello detto ASP, Application Server Provider. In questo caso il fornitore offre alle organizzazioni clienti l'infrastruttura IT e le applicazioni software che possono essere fruite tramite Internet. Il provider quindi possiede e gestisce sia l'hardware che il software, o le relative licenze, e ne garantisce il corretto funzionamento secondo specifici livelli di servizio precedentemente concordati in fase contrattuale. Il cliente può accedere ai servizi tramite un web browser o tramite apposite applicazioni client che gli vengono concesse dal fornitore. La caratteristica principale di questo modello è che ogni cliente ha dei server dedicati su cui vengono eseguite applicazioni dedicate secondo una logica multi-istanza e single-tenancy in cui vengono create più istanze

dell'applicazione, una per ogni cliente, che possono inoltre essere personalizzate ad hoc. Il vantaggio economico è evidente dato che l'azienda non deve più dotarsi dell'infrastruttura hardware e software ma può avvalersene come servizio fatturato a consumo o pagando un canone periodico. I capex aziendali vengono così ridotti e trasformati in costi operativi relativi all'utilizzo effettivo delle risorse. Viene introdotto in questo modo il concetto di software fornito come servizio, detto anche SaaS dall'inglese Software as a Service, che viene pagato in modalità flat oppure anche a consumo.

Questo sviluppo delle modalità di erogazione di servizi in ambito IT ha portato infine al consolidarsi del modello di Cloud Computing che ha come obiettivo quello di fornire qualsiasi funzionalità o risorsa del mondo IT come servizio e di garantirne una scalabilità dinamica. L'IT quindi assume una nuova concezione e non è più visto come un semplice strumento di business che rappresenta solo una leva di costo interna all'azienda ma come un insieme di servizi esterni, pagati a consumo, agili e reattivi che possono permettere di condurre il proprio business in maniera più efficiente. Analogamente al modello ASP, il fornitore possiede l'infrastruttura IT e ha l'onere della sua gestione per il corretto e sicuro funzionamento. A differenza di tale modello però il cliente ha maggiori vantaggi con l'utilizzo del Cloud Computing. Le risorse hardware e software infatti non sono più dedicate per ogni cliente ma sono condivise tra più di uno e ciò può così portare ad un significativo abbattimento delle spese operative.

## 2.3 Principi del Cloud Computing

Facendo riferimento alla definizione di Cloud Computing data dal NIST, National Institute of Standards and Technology, l'Agenzia governativa americana che si occupa della gestione delle tecnologie, si elencano i 6 principi a cui una soluzione deve rispondere per poter affermare che è fornita in modalità Cloud:

### 1. IT as a Service

La prerogativa del Cloud Computing è quella di trasformare l'IT in servizi, siano essi di tipo hardware o software come per esempio capacità computazionale, spazio di storage, piattaforme per lo sviluppo di applicativi o soluzioni software già pronte. Per usufruire di questi servizi il cliente avrà quindi bisogno soltanto di un qualsiasi dispositivo con una connessione Internet ed i costi di investimento non sono più necessari dal momento che le risorse e le applicazioni sono nel Cloud, completamente gestito dal fornitore.

## 2. Capability On Demand

Una delle caratteristiche principali del Cloud Computing è quella di rendere possibile la richiesta On Demand di maggiori o minori risorse in base alle esigenze di business. Una soluzione in ambito Cloud Computing deve quindi garantire l'elasticità, cioè deve avere la capacità di rendere istantaneamente operative grandissime quantità di risorse, e di dismetterle altrettanto velocemente, per garantire la continuità del business a seconda delle esigenze del momento. I clienti di tali servizi possono quindi aumentare o ridurre a piacimento il numero di risorse a loro assegnate, potenzialmente anche senza nessun contatto diretto col fornitore e senza andare a modificare gli elementi contrattuali visto che le risorse possono essere pagate a consumo.

## 3. Pay-Per-Use

Dato che i servizi Cloud garantiscono l'elasticità delle risorse, la forma di pagamento più appropriata risulta essere quella a consumo. Il vantaggio per il cliente è che non paga più le licenze dei software e non deve più corrispondere canoni fissi per i servizi che utilizza ma può pagare solo per quanto ha effettivamente consumato al termine del periodo prestabilito. Il fornitore dovrà quindi dotarsi di un sistema per la misurazione del consumo di ogni utente in tempo reale. In questo modo l'IT diventa una vera e propria utility, alla pari con l'acqua, il gas o la corrente elettrica.

## 4. Multi-Tenancy

La Multi-Tenancy è un principio architetturale per il quale una singola istanza di un'applicazione viene condivisa da più organizzazioni client, o tenant, e fornisce loro i servizi. Ciò permette ai servizi di Cloud Computing di essere molto più economici grazie alla condivisione delle risorse tra più clienti. Il fornitore ha il vantaggio di poter ridurre il costo di gestione dell'infrastruttura grazie alla sua razionalizzazione mentre il cliente può ridurre i costi dell'IT senza avvertire nessuna differenza. Infatti, l'applicazione lavora con i dati forniti e si presenta con i temi configurati dall'organizzazione cliente che quindi ha la percezione che il servizio sia dedicato solamente a sé.

## 5. Self-Service

I clienti devono poter modificare in self-service i parametri delle soluzioni Cloud, che sono tipicamente off-the-shelf, cioè immediatamente disponibili per la fruizione da parte degli utenti che le possono quindi autogestire. Per agevolare ciò, i fornitori offrono soluzioni quanto più standardizzate possibile e con interfacce utenti intuitive e facili da usare. Tipicamente i parametri di configurazione possono essere modificati via web

browser o via applicazioni client fornite direttamente dal service provider sia per dispositivi fissi che mobili, per garantire la multicanalità. Il fornitore ottiene un importante vantaggio da questa soluzione perché, delegando una parte del lavoro di gestione direttamente al cliente, può ridurre il costo del personale od impiegarlo per attività di maggior valore nel data center.

#### 6. Virtualization

La virtualizzazione consiste nella “dematerializzazione” di una risorsa fisica in una componente astratta equivalente realizzata tramite software. Le risorse fisiche di un hardware, per esempio di memoria o di calcolo, sono così condivise fra tutte le cosiddette macchine virtuali che ospita. Questo principio è un abilitatore fondamentale del Cloud Computing e può permettere di implementare adeguatamente tutte le caratteristiche prima descritte. Uno dei vantaggi per il fornitore consiste nella riduzione dell’acquisto di componenti hardware, con conseguente diminuzione degli spazi adibiti al collocamento dei server fisici, del consumo di energia elettrica per la loro alimentazione e dei costi di gestione. Un altro vantaggio consiste nella riduzione dei tempi del provisioning, cioè dei tempi necessari per la preparazione e l’allestimento di risorse per rendere disponibili nuovi servizi ai clienti. Utilizzando risorse virtuali, il tempo di questo processo passa da qualche ora/giorno a pochi minuti. In generale, Cloud Computing e virtualizzazione sono due principi che possono esistere anche separatamente, ma le tecnologie per la virtualizzazione sono indispensabili per garantire ai servizi Cloud la giusta reattività alle esigenze di risorse dei clienti.

Utilizzando queste caratteristiche come punto di partenza, il Cloud Computing può essere quindi descritto come un modello di fornitura attraverso la rete Internet di servizi IT. Questi servizi utilizzano risorse condivise, come server virtuali, storage, reti o applicazioni software, che possono essere fornite a richiesta, on-demand, attraverso Internet che consente un accesso ubiquo e pratico da parte dei clienti a tali risorse. Le risorse possono inoltre essere configurate in self-service dal cliente e devono essere rapidamente allocate e rilasciate con un basso impegno di gestione ed una minima interazione col service provider. I servizi di questo tipo sono caratterizzati da rapida elasticità, da stabili livelli di qualità e dalla capacità di misurare le risorse utilizzate, in modo che possano essere fruiti dai clienti in modalità pay-per-use o in abbonamento.

I principi appena descritti sono alla base del modello del Cloud Computing e quindi devono essere debitamente tenuti in considerazione sia dai providers che intendono progettare nuove

soluzioni, sia dai consumatori che intendono valutarne l'adozione. Molti ISP stanno cominciando ad intraprendere il percorso verso l'adozione di questo modello dal momento che posseggono l'infrastruttura IT necessaria ed offrono già soluzioni applicative non in modalità Cloud. Il Cloud Computing però non può diventare l'unico modello di riferimento per la fornitura di servizi, in quanto non tutte le soluzioni IT sono adatte ad essere erogate secondo tale modalità. I fornitori devono quindi effettuare un'attenta analisi delle caratteristiche delle soluzioni di cui vogliono evolvere l'erogazione verso il Cloud Computing e delle opportunità di tale scelta, in modo tale da selezionare solo quei contesti in cui questo modello può apportare maggiori benefici rispetto alle modalità di fornitura tradizionali.

## 2.4 Modelli di deployment

Nell'ambito del Cloud Computing, sempre seguendo le indicazioni del NIST, si possono distinguere quattro diversi modelli di deployment. I due principali sono il private cloud ed il public cloud.

Un private cloud è un'infrastruttura informatica solitamente dedicata alle esigenze di una singola organizzazione nei confronti della quale essa può esercitare un totale controllo. L'infrastruttura fornisce servizi alla sola impresa che la possiede e le risorse sono totalmente dedicate e quindi con modalità single tenant. Il sistema può essere sia collocato nei locali dell'organizzazione che nei locali di un terzo soggetto a cui ne viene affidata la gestione nella forma dell'hosting dei server. In questo modo l'organizzazione non perde il controllo sui propri dati e può sfruttare i capex esistenti. I cloud privati possono essere paragonati a dei veri e propri data center con un'architettura composta da risorse virtualizzate che permette l'ottimizzazione delle risorse disponibili, l'automazione della loro gestione ed il loro potenziamento progressivo con investimenti contenuti e distribuiti nel tempo.

Nel caso di public cloud invece l'infrastruttura tecnologica è di proprietà di un fornitore che la mette a disposizione e la condivide tra i propri clienti, spesso sia business che cittadini privati, per l'erogazione di servizi specializzati. Servizi come l'erogazione di applicazioni informatiche, di capacità elaborativa o di stoccaggio possono essere fruiti via web dai clienti che devono trasferire la capacità elaborativa o i propri dati presso i sistemi del fornitore. In sostanza, i clienti affidano in outsourcing i propri sistemi informatici e quindi non si devono più occupare della loro gestione che viene affidata ad un soggetto terzo che li conserva nella propria infrastruttura. Su un unico sistema IT, sono allocati contemporaneamente i dati di più soggetti che

condividono lo spazio virtuale e la capacità elaborativa della “nuvola” in modalità multi-tenant. Il fornitore quindi assume un ruolo fondamentale per quanto riguarda la messa in campo di misure che possano garantire la totale sicurezza dei dati che gli sono stati affidati dai clienti. La differenza fondamentale rispetto al modello di deployment precedente consiste proprio nel fatto che il cliente deve accettare di perdere una parte del controllo esercitabile sui propri dati. Questi infatti non risiedono più nei server fisici dell’utente e l’accesso ad essi può avvenire soltanto da remoto via web, con la rete Internet che quindi assume un ruolo centrale per garantire la qualità dei servizi erogati. A seconda della forza contrattuale del fornitore infatti, il cliente potrebbe non avere accesso alle infrastrutture che li contengono e non conoscerne eventuali spostamenti, dal momento che il fornitore può gestirli in maniera autonoma, nei limiti delle normative sulla sicurezza dei dati. Il beneficio maggiore per i clienti però consiste nel fatto che i servizi acquistati dal fornitore possono essere pagati a consumo e fanno fronte facilmente e rapidamente alle richieste di risorse aggiuntive che sono disponibili on demand. Infatti, i sistemi in cloud pubblici possono essere configurati, anche in modalità self-service, con un elevato grado di flessibilità e semplicità in modo da rendere possibile un dimensionamento elastico, sulla base delle esigenze contestuali.

Accanto a queste due forme di deployment fondamentali, se ne possono aggiungere altre due intermedie chiamate hybrid cloud e community cloud.

Le cloud ibride sono così definite in quanto le soluzioni erogate in questa modalità prevedono l’utilizzo di strutture cloud private affiancate da servizi acquistati su cloud pubblici. Le imprese possono infatti scegliere di avvalersi di entrambe le possibilità per ottimizzare i costi infrastrutturali, gestendo alcuni business on premise ed altri off premise. In questo modo possono inoltre soddisfare al meglio le loro esigenze andando ad aumentare la flessibilità e riducendo i rischi. Può essere il caso di organizzazioni che scelgono di utilizzare i servizi cloud soltanto per soddisfare particolari esigenze per esempio di capacità elaborativa nei momenti di picco oppure che scelgono di tenere all’interno i dati più sensibili ed affidare a terzi quelli che hanno minori esigenze a livello di sicurezza.

Il community cloud invece rappresenta un’evoluzione del cloud privato poiché prevede la condivisione dell’infrastruttura tra più organizzazioni per il beneficio di una specifica comunità di utenti. In questo modo il costo totale del servizio può potenzialmente essere limitato, rispetto al caso del cloud privato, in quanto le risorse informatiche dedicate necessarie ed i servizi cloud relativi possono essere condivisi tra più soggetti che hanno le stesse esigenze oppure interessi comuni, per esempio per quanto riguarda la sicurezza, la conformità a specifici requisiti oppure il livello di qualità del servizio. Con questa modalità le imprese possono suddividere tra di loro

sia i capex che gli opex. L'infrastruttura può essere posseduta dal gruppo di organizzazioni o può essere presa in locazione e può essere gestita sia on premise che off premise, ma comunque ha lo scopo di fornire servizi soltanto ai membri della community. Un esempio può essere rappresentato da una comunità di Pubbliche Amministrazioni che decidono di mettere in piedi un'infrastruttura IT condivisa, che può essere gestita e ospitata internamente o da terze parti, per l'erogazione dei servizi comuni ai cittadini.

## 2.5 Modelli di servizio

Sul mercato sono presenti varie soluzioni di Cloud Computing erogate secondo modalità che ricadono sostanzialmente in tre categorie principali del tipo XaaS, X as a Service:

- IaaS, Infrastructure as a Service, in cui l'infrastruttura cloud viene resa disponibile come servizio. Il fornitore noleggia un'infrastruttura tecnologica composta da server virtuali remoti che offrono risorse computazionali, di storage e di rete che quindi sono trasformate in servizi. Questo modello risulta come la naturale evoluzione del mercato dell'hosting. L'utente finale può utilizzare tali risorse per rendere più efficienti e produttivi i propri sistemi IT affiancandoli ad esse oppure sostituendoli ove possibile. Questo modello viene generalmente pagato a consumo ed il cliente ha solo la responsabilità dei software che installa sulle risorse di cui fruisce mentre non ha la responsabilità del corretto funzionamento dell'hardware. La possibilità di dotarsi di capacità computazionale a basso costo per il solo tempo che è necessario al funzionamento degli applicativi ha convinto molte organizzazioni a adottare questo tipo di soluzioni ed esternalizzare i propri sistemi IT. I fornitori di questo tipo di servizi posseggono un'infrastruttura fisica complessa che, nel caso degli operatori specializzati più grandi, può essere anche distribuita su più aree geografiche differenti. Le modalità di erogazione delle offerte IaaS sono numerose. Esistono soluzioni self managed, in cui il cliente sostituisce la propria infrastruttura con quella presa a noleggio dal fornitore e della quale si occupa anche della gestione in autonomia, soluzioni lightly managed che sono gestite dal provider nell'operatività del servizio e soluzioni complex managed che corrisponde ad un full outsourcing dell'infrastruttura.
- SaaS, Software as a Service, in cui il software viene erogato come servizio cloud. Il fornitore eroga soluzioni applicative ai clienti finali via web. Questi servizi possono essere usati dai clienti in sostituzione delle applicazioni installate sui propri sistemi con

conseguente risparmio di risorse hardware. Solitamente si tratta di applicazioni pronte all'uso di servizi di business che funzionano senza che il cliente debba installare qualcosa sui propri sistemi o si debba preoccupare dell'acquisizione o del rinnovo delle licenze d'uso. La gestione è a carico del provider, eccezion fatta per limitati parametri di configurazione. I vantaggi di questo tipo di soluzioni sono la scalabilità, in quanto viene comunque garantita la qualità del servizio nonostante le richieste crescenti, la configurabilità, dal momento che permettono la personalizzazione visuale e comportamentale da parte del cliente, e l'efficienza multi-tenant, perché la stessa istanza dell'applicazione fornisce servizi a più clienti. Il modello di erogazione di applicazioni software come servizio non nasce in ambito Cloud Computing ma è stato introdotto sul mercato già qualche anno prima. Le applicazioni SaaS infatti possono essere fornite anche in modalità non Cloud, per esempio attraverso il modello ASP, con gli svantaggi però di non avere la stessa elasticità e flessibilità alle richieste aggiuntive rispetto alle soluzioni cloud, con conseguente aumento dei tempi di delivery e di messa in atto di variazioni di configurazioni, e di avere canoni più elevati in quanto le risorse seguono il principio del single tenant e quindi hanno una minore efficienza.

- PaaS, Platform as a Service, in cui le piattaforme software sono fornite come servizio via web. Il fornitore offre soluzioni per lo sviluppo e l'hosting evoluto di applicazioni, che solitamente sono di proprietà del cliente, per il soddisfacimento di esigenze interne oppure per fornire a loro volta servizi a terzi. Vengono offerti strumenti sia per lo sviluppo di nuove applicazioni custom che per il potenziamento di quelle già esistenti con un approccio agile ed orientato all'innovazione. Il cliente ha il controllo sui dati e sullo sviluppo delle applicazioni mentre il controllo del sistema operativo è a carico del fornitore. Anche in questo caso il vantaggio per il cliente è quello di non doversi dotare internamente di strumenti hardware o software specifici. Questo può permettere un vantaggio economico in quanto anche questi servizi sono pagati a consumo, per esempio in base al numero di utenti o al tempo di utilizzo della piattaforma, e permette l'abbattimento dei tempi di preparazione degli ambienti di sviluppo. Una soluzione PaaS può avere un'architettura distribuita su diversi livelli che permette di arricchire le soluzioni infrastrutturali con strati software per la creazione, il supporto e la gestione di ambienti di sviluppo in maniera rapida e flessibile. Queste soluzioni infatti possono essere viste come un punto di incontro tra i due sistemi di delivery più diffusi, IaaS e SaaS, in quanto da una parte rappresentano un'evoluzione dei servizi IaaS, con l'aggiunta di software che ne aumentano le funzionalità mascherandone però del tutto

la complessità, dall'altra permettono di ridurre la standardizzazione delle soluzioni SaaS che spesso sono difficilmente personalizzabili dalle aziende e quindi non possono rispondere perfettamente alle loro esigenze.

## 2.6 Benefici percepiti dagli utenti nell'adozione del Cloud Computing

Il Cloud Computing può essere visto genericamente come un cambiamento di paradigma nella gestione dei data center e nella creazione ed erogazione di servizi in ambito IT tramite il web. In questo contesto il cliente finale può ottenere numerosi benefici che sono stati elencati da diversi ricercatori tra cui quelli dell'Osservatorio Cloud Transformation del Politecnico di Milano.

Il primo può sicuramente essere quello della riduzione del time to market in quanto la possibilità di noleggiare risorse IT da un fornitore esterno può permettere alle aziende di ridurre i tempi di risposta alle dinamiche del mercato grazie alla velocità di delivery dell'infrastruttura necessaria. L'azienda può quindi rilasciare nuovi servizi più rapidamente ed avere la garanzia di un business più flessibile per rispondere in maniera tempestiva alle esigenze dei clienti e migliorare il rapporto con questi ultimi. Soprattutto le grandi aziende avvertono inoltre la necessità di concentrarsi maggiormente sul proprio core business e sulla sua innovazione. Grazie al Cloud Computing, non devono più preoccupare di gran parte della gestione dei sistemi IT, e così possono focalizzarsi sugli aspetti maggiormente core. In questo modo sono state agevolate anche le attività di ricerca e sviluppo di nuovi prodotti dal momento che sono stati ridotti i costi per lo sviluppo delle soluzioni ed il time to market. Il Cloud permette alle aziende di aumentare il numero di progetti pilota e di portare a sviluppo anche più di una soluzione in parallelo per poi selezionare quella che garantisce i migliori risultati. L'azienda può così sperimentare ed aumentare il suo livello di innovazione.

Oltre che per l'innovazione, la maggioranza delle aziende ha scelto di adottare soluzioni cloud anche per rinnovare le infrastrutture, mettendo in piedi importanti progetti infrastrutturali, e per migliorare e supportare i propri servizi e processi interni, aumentandone l'efficienza e la produttività.

Un altro beneficio consiste nell'aumento della scalabilità e della flessibilità delle nuove soluzioni proposte dall'azienda. Infatti, le risorse in Cloud garantiscono una gestione ottimale dei picchi di utilizzo dell'infrastruttura, grazie alla possibilità di essere allocate dinamicamente,

ed inoltre i fornitori non vincolano temporalmente tali risorse che possono quindi essere facilmente soggette ad un rapido resizing. In questo modo può essere eliminata gran parte della complessità nella pianificazione della capacità dell'infrastruttura IT dal momento che le risorse possono essere consumate solo quando necessarie e dismesse quando non servono più. Viene inoltre evitato il costo legato allo spreco di risorse determinato dalla sottoutilizzazione della capacità.

Il Cloud Computing inoltre permette ai clienti di entrare in nuovi mercati con minimi investimenti iniziali. Le applicazioni che utilizzano risorse hardware on premise richiedono un investimento iniziale significativo, anche se il software è gratuito o open source, con conseguente tempo e personale dedicato e significativi aggiornamenti periodici. Il ridotto investimento iniziale implica una notevole riduzione del rischio. In questo modo le aziende possono sviluppare e testare molte più soluzioni che possono essere valutate velocemente per poter successivamente essere adottate, modificate o abbandonate con costi contenuti. La spesa per i sistemi IT fruisce con il Cloud della conversione della maggior parte dei capex, cioè degli investimenti per l'acquisto o aggiornamento di asset IT durevoli, in opex, cioè in costi operativi necessari per il rinnovo periodico dei servizi. Questo aspetto può permettere di ridurre, se non la spesa complessiva della soluzione, quantomeno l'investimento iniziale. Nella scelta di adottare soluzioni cloud vanno infatti tenute in considerazione alcune voci di costo che potrebbero anche essere ingenti come la migrazione dei sistemi verso la nuova infrastruttura e le eventuali iniziative per il contenimento dei rischi che una tale scelta comporta. Non dovendosi più dotare necessariamente di una sofisticata infrastruttura on premise le aziende possono però ridurre tutta una serie di costi legati alla sua gestione ed al suo corretto funzionamento come per esempio quelli legati all'energia elettrica, al condizionamento, all'assistenza e manutenzione, allo stoccaggio e pulizia, al personale competente e ad un eventuale smaltimento. Altre attività sottostimate sono il supporto e gli aggiornamenti che sono in realtà costose e complicate da gestire per molte organizzazioni che non riescono a tenere il passo con la costante richiesta di aggiornamenti e patch di sicurezza. I servizi di cloud pubblici vengono invece costantemente aggiornati dal fornitore che garantisce così il miglioramento continuo del servizio senza alcuno sforzo da parte degli utilizzatori. La spesa IT diventa più facilmente pianificabile grazie alla misurabilità ed alla controllabilità dei servizi e dei relativi costi che diventano prevedibili e ricorsivi.

Un ulteriore beneficio è legato alla modalità di pagamenti di questi servizi tramite un billing a consumo che permette un'ottimizzazione delle risorse infrastrutturali dell'azienda. La tariffazione basata sulle risorse effettivamente utilizzate e sui servizi effettivamente fruiti

permette ai clienti di comprare solo ciò che ritengono necessario senza dover dimensionare gli applicativi sui picchi di domanda con conseguente spreco di risorse che durante la maggior parte del tempo rimangono inutilizzate. In questo modo può essere gestita la crescita di un servizio in maniera dinamica ottimizzando i costi.

Le aziende possono inoltre aumentare significativamente l'affidabilità dei sistemi IT, con una riduzione del down time e del numero di incidenti di sicurezza con relativo miglioramento del livello di sicurezza e di compliance. I Cloud provider specializzati possono infatti garantire una disponibilità praticamente massima, hanno un'architettura distribuita per meglio rispondere ad eventuali fault e devono rispettare una serie di normative stringenti anche in ambito di sicurezza. Amministrare le infrastrutture IT comporta responsabilità sia di tipo economico-amministrativo ma anche e soprattutto di sicurezza e protezione dati. Serve quindi un processo continuo di controllo e vigilanza che deve essere costantemente aggiornato allo stato dell'arte delle principali misure di sicurezza.

I vantaggi dell'adozione di soluzioni in Cloud sono quindi molteplici: sono elastiche, si pagano quanto si consumano, trasformano i costi fissi in variabili, eliminando i grandi investimenti iniziali e sostituendoli con costi operativi nel corso del tempo, e rendono tollerante e ridondante ai guasti l'infrastruttura IT. Questi fattori aprono molteplici opportunità alle piccole e medie imprese che così possono beneficiare, a relativamente basso costo, di sofisticate soluzioni IT pur non possedendo costosi data center di proprietà come le organizzazioni più grandi. Il nuovo modello è infatti particolarmente adatto in quei contesti dove le esigenze di elaborazione sono discontinue nel tempo, come facilmente avviene per le PMI, perché si possono sfruttare al massimo le risorse senza lasciarle inutilizzate. In particolare, le startup possono sfruttare al massimo i vantaggi di queste soluzioni perché così possono dedicare maggior concentrazione agli elementi core del business senza perdere troppo tempo dietro agli aspetti strutturali ed economici legati all'infrastruttura IT ed alla sua gestione. Il dibattito sul Cloud Computing è comunque ancora acceso, tra i sostenitori che ne esaltano le opportunità ed i detrattori che ne mettono in evidenza i rischi, uno su tutti quello legato alla sicurezza ed alla perdita di controllo sui dati.

## 2.7 Il mercato del Cloud Computing

Il mercato dei servizi cloud è in continua ascesa su scala mondiale ed è caratterizzato dai tipici tassi di crescita che hanno segnato tutte le precedenti innovazioni tecnologiche nel mondo delle

telecomunicazioni come radiomobile e broadband. Questa crescita è favorita dalla relativa semplicità d'uso di queste soluzioni e dalla crescente pressione sul budget IT che spinge i managers delle aziende a adottare soluzioni cost saving, in sostituzione all'acquisto ed alla gestione in proprio dell'intera infrastruttura. In particolare, come confermato dagli studi dei ricercatori tedeschi Haug, Kretschmer e Strobel, le grandi aziende hanno presto compreso i benefici di flessibilità e rapidità offerti da questo tipo di soluzioni e si sono proposti come early adopters.

A livello internazionale il valore del mercato del Cloud Computing, comprendente applicazioni IaaS, SaaS, PaaS e servizi di gestione e sicurezza delle infrastrutture, ha raggiunto nel 2017 la cifra record di quasi 100 miliardi di dollari con una crescita di circa il 25% rispetto all'anno precedente. Il rapido sviluppo del settore ha quindi attirato numerose aziende anche provenienti da business differenti. Nel mercato attualmente opera infatti una grande varietà di soggetti che vi sono entrati con diverse modalità.

I primi attori ad affacciarsi in questo mercato possono essere definiti come i "visionari del Cloud". Aziende come Google e Amazon hanno infatti tracciato la strada su scala mondiale grazie alla costituzione di infrastrutture native cloud che hanno permesso loro di ottenere un grande vantaggio competitivo anche per quanto riguarda l'ottimizzazione dei costi. Dalla nascita infatti si sono proposti come pure cloud vendors, concentrandosi inizialmente sul mercato consumer per poi fare leva sulle proprie capacità di innovazione per coprire progressivamente anche la clientela business con soluzioni ad hoc.

Anche le Telco si sono interessate ben presto a questo mercato. Infatti, l'erogazione di servizi cloud permette loro di sfruttare pienamente le grandi infrastrutture tecnologiche di cui già dispongono, come i data center utilizzati per il funzionamento dei sistemi interni, in particolare grazie all'adiacenza con l'offerta dei servizi IaaS. Queste infrastrutture sono state quindi trasformate da semplice leva di costo a generatrici di ricavi. La capacità di erogare banda garantisce sempre un alto livello di qualità dei loro servizi ed hanno inoltre il vantaggio di poter offrire ai clienti soluzioni IT integrate ai tradizionali servizi di telecomunicazione.

Un'altra tipologia di aziende che ha sentito sin da subito la necessità di entrare nel mercato del Cloud è quella degli operatori di hosting tradizionali. La conversione al Cloud è stata una strategia quasi obbligata per contenere l'erosione dei ricavi che altrimenti avrebbe rischiato di far fallire il loro business. Hanno quindi dovuto far evolvere la propria infrastruttura per adeguarsi alle nuove necessità del mercato ed offrire servizi Cloud fully managed.

Anche i fornitori di hardware e software hanno dovuti adattarsi a queste nuove tendenze tecnologiche e cominciare ad offrire servizi in ambito Cloud Computing. La fornitura in

modalità XaaS è diventata infatti una leva importante per mantenere il mercato dei grandi clienti business. Questi soggetti hanno il vantaggio di essere dei Cloud enablers e quindi possono creare offerte in questo ambito sfruttando le loro competenze su piattaforme, middleware o software.

Infine, i System Integrator hanno cominciato a adottare strategie per la trasformazione verso il Cloud. Questi soggetti hanno attaccato il mercato grazie al fatto di avere già in portafoglio la gestione dell'IT di molti grandi clienti e la proposizione di passaggio al Cloud è sempre più una leva per soddisfare le loro esigenze di ottimizzazione dei costi di gestione.

Il panorama è quindi molto variegato e tutti i diversi soggetti, sfruttando per quanto possibile il potere di mercato ottenuto, si stanno muovendo per garantire l'interoperabilità tra le diverse soluzioni e tra i diversi componenti erogati dai vari fornitori. Questo fattore infatti è indispensabile per un'ulteriore crescita del mercato.

Attualmente, secondo le stime di società come Canalys o Goldman Sachs, il leader di mercato nelle soluzioni Cloud è rappresentato da Amazon che all'inizio del 2019 poteva contare su una quota di mercato del 47% con un valore delle vendite di 7,7 miliardi di dollari solamente nel primo quadrimestre dell'anno. Amazon ha potuto sfruttare il vantaggio di prima mossa, essendo entrato nel mercato del Cloud circa sette anni prima degli altri, potendo così adesso offrire soluzioni più evolute e ricche di funzionalità. Il suo competitor più vicino è Microsoft, con le sue soluzioni Azure e Office 365, che detiene il 22% del mercato con un valore delle vendite di 3,4 miliardi di dollari, in crescita del 75% rispetto al primo periodo del 2018. Gli altri due grandi players del settore sono Google e Alibaba, prima azienda non americana, che detengono rispettivamente una market share del 7 e 8%. Queste quattro grandi aziende sono riuscite complessivamente a sbaragliare la concorrenza ed ottenere il controllo su circa l'84% del mercato Cloud totale. Se invece consideriamo solo i servizi infrastrutturali come IaaS e PaaS, anche grandi aziende come IBM, Oracle o Salesforce sono riusciti a ritagliarsi la propria fetta di mercato che oscilla tra il 3-7%, paragonabile a quelle di Google e Alibaba, in un segmento comunque dominato da Amazon e Microsoft.

### 2.7.1 Fattori di spinta del mercato

Secondo i ricercatori del Politecnico di Milano, il principale motivo di sviluppo del mercato consiste nel fatto che il Cloud permette il supporto a funzionalità per la raccolta, l'analisi e la conservazione dei dati. Nel 2018 più del 55% delle aziende facenti parti della Fortune 1000 hanno infatti dichiarato di gestire i propri dati in Cloud ed il 7% ha dichiarato di averli

esternalizzati totalmente in ambienti Cloud. L'esternalizzazione dei dati è il driver principale per l'adozione di soluzioni Cloud in quanto quest'ultime permettono la garanzia del rispetto di alcuni obblighi di legge che l'azienda ha nei confronti di fornitori e clienti per quanto riguarda la data protection e fornisce maggiori garanzie verso gli enti di revisione. Il dato inoltre ricopre un ruolo fondamentale nella trasformazione digitale delle aziende che quindi avvertono la necessità di introdurre in azienda strumenti orientati alla gestione del suo ciclo di vita.

Un altro motivo di sviluppo è dato dalle esigenze delle grandi aziende di riduzione dei time to market imposti dal mercato. Il Cloud permette uno sviluppo e lancio delle applicazioni in maniera più rapida ed efficiente grazie anche a soluzioni, per esempio di tipo PaaS, a supporto degli sviluppatori software.

Inoltre, in molti settori, le aziende stanno strutturando l'offerta in maniera innovativa attraverso la messa in piedi di piattaforme che permettono la creazione di ecosistemi in cui erogare servizi propri o di terze parti per cercare di rispondere ad ogni esigenza del cliente e fidelizzarlo il più possibile. Questi ambienti possono essere sostenuti in maniera efficace solo attraverso l'adozione di infrastrutture cloud rapide e flessibili che quindi stanno diventando sempre più indispensabili anche dal punto di vista strategico.

Un'altra spinta al mercato è stata data dalla crescente sensibilità al prezzo delle soluzioni IT sia per quanto riguarda le aziende private che quelle pubbliche che quindi hanno visto nel Cloud un'importante occasione per ottimizzare la spesa dedicata a questa funzione.

Il mercato del Cloud però non si è sviluppato soltanto grazie alla spinta avuta dal lato della domanda che ha visto in questo tipo di soluzioni un'importante occasione di crescita ma sono stati decisivi anche altri fattori di tipo economico ed istituzionale, come emerge dagli studi del prof. Kshetri della University of North Carolina.

I fattori di tipo economico riguardano le spinte al Cloud date dagli altri attori della catena del valore e dei settori Cloud-related. Degli esempi possono essere gli investimenti delle aziende adiacenti al settore Cloud per quanto riguarda la disponibilità di banda e la penetrazione delle tecnologie ICT. Infatti, senza questi abilitatori il mercato del Cloud non avrebbe potuto raggiungere numeri consistenti per la sua sostenibilità e garantire il proprio sviluppo.

I fattori di tipo istituzionale invece riguardano la regolamentazione e le normative sia a livello nazionale che mondiale. Infatti, molti stati hanno compreso l'importanza che questo modello può avere sull'aumento di produttività del paese ed hanno introdotto delle iniziative per il suo sviluppo. Anche a livello di Unione Europea si sta elaborando una strategia di azione congiunta a favore del Cloud Computing, inserita però in un quadro di normative più grande che favorisca la digitalizzazione nei diversi stati membri. Secondo le ricerche di Harald Gruber promosse

dalla banca di investimento europea, il settore pubblico infatti deve essere pioniere dell'innovazione e deve sostenere gli investimenti privati in digitalizzazione così da permettere alle aziende private di superare l'avversione al rischio verso gli investimenti in innovazione attraverso la creazione di una domanda certa. L'attenzione è soprattutto sulle infrastrutture e sull'educazione in quanto in molti Paesi è necessario che anche il settore pubblico si impegni per favorire la diffusione di infrastrutture digitali fondamentali, come la banda ultralarga, e di competenze specifiche in ambito digitale. Infatti, in alcune aree in cui le piccole e medie imprese sono in maggioranza non si riesce a raggiungere una dimensione critica del mercato dal momento che le aziende di queste dimensioni sono solitamente laggards nell'adozione di innovazione. In questi contesti quindi gli investimenti privati in digitalizzazione sono minimi e le forze di mercato non lavorano spontaneamente e quindi risulta necessario un intervento dello Stato per garantire il raggiungimento di obiettivi di pubblico interesse.

Il mercato del Cloud ha avuto una spinta anche grazie alle recenti normative sulla sicurezza dei dati che hanno spinto le aziende a adoperare soluzioni che gli permettessero di mitigare il crescente rischio informatico anche attraverso l'esternalizzazione, a figure altamente specializzate, della gestione della sicurezza degli ambienti Cloud. La sicurezza informatica è infatti un tema di fondamentale importanza al giorno d'oggi. A testimonianza di ciò l'Unione Europea nel 2018 ha approvato un nuovo regolamento generale sulla protezione dei dati, detto GDPR, che rafforza le misure riguardanti il trattamento dei dati personali e la privacy dei cittadini e residenti europei.

I fornitori di servizi cloud, dopo aver fatto sviluppare con successo il mercato andando ad offrire soluzioni verticali o core sempre più specializzate per rispondere alle esigenze delle aziende, hanno però ora una nuova sfida di fronte a loro. La definitiva spinta al mercato infatti può essere data dai nuovi trend tecnologici emergenti come Internet of Things o Intelligenza Artificiale, di cui il Cloud Computing può imporsi come abilitatore fondamentale. Il Cloud infatti si posiziona in maniera ortogonale a queste portanti di innovazione, in cui fundamentalmente l'elemento comune consiste nella centralità del dato, che sta diventando un asset aziendale fondamentale, e nella sua raccolta ed analisi. Questo passaggio è essenziale per garantire la sostenibilità futura ed un'ulteriore crescita economica del mercato grazie ai numerosi nuovi servizi che potrebbero essere erogati.

## 2.8 Numeri del Cloud Computing in Italia

Il mercato del Cloud Computing in Italia sta crescendo con ritmi sostenuti anche negli ultimi anni come testimoniano i dati raccolti dall'Osservatorio Cloud Transformation promosso dal Politecnico di Milano.

L'utilizzo di soluzioni cloud sta infatti diventando la norma in molti contesti aziendali. Nel 2018, più dell'80% di medio-grandi imprese italiane già utilizzava soluzioni di questo genere, in netta crescita rispetto a circa il 65% dell'anno precedente, e circa il 23% le utilizzava in maniera estesa anche per i servizi di core business.

Il valore stimato del mercato del Cloud in Italia ha superato per la prima volta i 2 miliardi di euro nel 2018, con una crescita di quasi il 20% rispetto soltanto all'anno precedente. Questi numeri testimoniano il fatto che, anche nel contesto italiano, il Cloud Computing è riconosciuto praticamente in ogni settore industriale come un elemento imprescindibile per la trasformazione digitale delle aziende, per renderle più efficienti e rapide nel rispondere ai sempre più frequenti cambiamenti nel mercato.

Le aziende inoltre nutrono sempre più fiducia nell'affidarsi a soluzioni di questo tipo e ciò è anche dimostrato dall'aumento del valore del mercato dei cloud ibridi e pubblici che nel 2017 ha quasi toccato la soglia del miliardo di euro e la cui crescita, del 24% rispetto all'anno precedente, è stata molto più marcata di quella dei cloud privati relativamente allo stesso periodo. Infatti, è notevolmente aumentato l'utilizzo di soluzioni IaaS, SaaS e PaaS che hanno contribuito all'aumento del valore del mercato dei public Cloud. Infatti, i servizi cloud maggiormente utilizzati in Italia sono quelli di tipo software, in particolare per la posta elettronica e per la finanza e la contabilità, seguiti da altri servizi di tipo infrastrutturale come quelli per l'archiviazione dei file e la potenza di calcolo as a Service.

In particolare, le soluzioni SaaS stanno completamente pervadendo il mondo aziendale. Servizi in Cloud come la posta elettronica, il supporto alla gestione documentale o delle risorse umane e la firma elettronica stanno infatti diventando di uso comune nella maggior parte delle grandi organizzazioni. Nel 2017 è stato stimato che più del 60% delle grandi organizzazioni italiane utilizzava almeno una soluzione SaaS. Inoltre, il mercato delle soluzioni SaaS può avere un'ulteriore crescita visto l'interesse crescente verso servizi come i data analytics che hanno un'adozione ancora limitata ma di cui è previsto un grande sviluppo nel futuro quando le tecnologie in ambito IoT e IA avranno raggiunto la maturità. I servizi IaaS invece hanno avuto una crescita soprattutto per quanto riguarda gli ambiti di business continuity o disaster recovery

che le aziende esternalizzano perché è più conveniente ed efficiente rispetto alla replicazione on premise dei sistemi.

Le aziende italiane adottano soluzioni Cloud anche per proteggere i rapporti con clienti e fornitori, garantendo la continua disponibilità dei servizi, e per aumentare la produttività aziendale, limitando gli impatti di eventuali guasti ai sistemi IT che altrimenti potrebbero interrompere la continuità dei ricavi. Anche questo tipo di servizi si sta caratterizzando per la crescente tendenza delle aziende di spostare nel Cloud anche i carichi di lavoro core per il business, più della metà delle grandi aziende italiane infatti utilizza i servizi IaaS per i processi core.

Infine, nel 2017, i servizi PaaS hanno avuto una robusta crescita pari al 45% rispetto al 2016, rappresentando uno degli ambiti di maggiore interesse per le grandi organizzazioni italiane nonostante solamente circa il 36% di queste ne faceva uso in quell'anno. Il valore di questo mercato è ancora limitato rispetto a quello degli altri modelli di servizio ma la sua crescita testimonia soprattutto la volontà delle aziende italiane di utilizzare metodi più agili per lo sviluppo dei propri servizi per poter rimanere al passo con i tempi, sempre più ristretti, scanditi dal mercato.

Il panorama italiano si sta costellando di numerose soluzioni di Cloud ibridi visto che le grandi aziende stanno cercando di integrare le proprie infrastrutture IT con quelle offerte dai cloud pubblici per la creazione di ecosistemi ibridi che possano portare i benefici maggiori. Questo percorso di migrazione dei servizi verso i Cloud pubblici e la successiva necessità di avere una visione integrata di tutti gli ambienti non è semplice e porterà benefici economici soltanto nel medio-lungo periodo in quanto inizialmente serviranno ingenti sforzi di gestione e di ammodernamento delle infrastrutture presenti in azienda. Tenute in considerazione queste difficoltà, le grandi aziende italiane stanno comunque muovendosi in questa direzione e nel 2017 già più del 40% di queste adottavano già soluzioni IaaS congiuntamente ai propri data center che, in larga misura, seguivano i principi della Data Center Automation.

La barriera ritenuta più difficile da superare nell'adozione di soluzioni cloud risulta essere quella dell'integrazione tra i sistemi informatici interni e le varie soluzioni SaaS e PaaS anche di fornitori diversi che a loro volta devono poter comunicare tra di loro. Tuttavia, questa barriera è superabile con le nuove tecnologie introdotte e non rappresenta un grosso freno allo sviluppo del mercato del Cloud Computing quanto invece può esserlo il tema della sicurezza dei dati che preoccupa molti imprenditori che si trovano a condividere i loro dati con più soggetti e devono garantire anche il rispetto delle policy aziendali. Un'altra problematica che può frenare la crescita del mercato del Cloud italiano è sicuramente quella legata alla mancanza di competenze

all'interno delle organizzazioni che quindi devono avviare percorsi di formazione nell'ambito di queste nuove tecnologie e nella gestione di questi nuovi ambienti informatici, della loro sicurezza e delle relazioni con i fornitori che diventeranno sempre più fondamentali.

La maturazione del mercato si evince tuttavia dal fatto che molte medio-piccole imprese si stanno avvicinando alle diverse tipologie di soluzioni cloud. Nel 2017 il valore di mercato relativo a questo segmento ha avuto una crescita del 36% anche se rimane comunque marginale rispetto al valore totale del mercato dominato dal segmento delle grandi imprese che, ovviamente, possono disporre di un budget maggiore ed hanno maggiori necessità per quanto riguarda l'evoluzione dei propri sistemi informatici. Da sottolineare come già più della metà delle medie imprese italiane adottò almeno una soluzione in ambito Cloud Computing mentre per le piccole la percentuale di adozione oscillava tra il 25% ed il 30% nel 2017 anche se molte di queste non avrebbero benefici significativi dall'utilizzo di questo tipo di servizi.

In Italia i settori più dinamici in ambito Cloud sono quello manifatturiero, Telco e Media, utility, Pubblica Amministrazione e sanità. Il settore manifatturiero è quello che contribuisce maggiormente alla spesa complessiva in Cloud pubblici e ibridi, rappresentando, nel 2017, il 24% della spesa totale in servizi in questo ambito ed andando a precedere il settore bancario che si è fermato al 20%. Le aziende di questo settore hanno ricevuto una spinta agli investimenti tecnologici dall'interesse verso lo sviluppo del piano Industria 4.0 che promette una trasformazione del settore rendendolo più redditizio. Anche nel mercato delle telecomunicazioni e dei media si sta assistendo ad un incremento della spesa in soluzioni in ambito Cloud Computing. Questa crescita è dovuta ad un incremento dell'offerta di servizi digitali anche attraverso la costituzione di piattaforme per espanderli verso nuove forme di fruizione. Anche nel settore delle utility, in particolare oil & gas, la crescita della spesa in servizi cloud sta procedendo con un tasso sostenuto in quanto molte grandi aziende hanno intrapreso progetti di Cloud Transformation, in particolare in ambito di metering. Anche i settori della grande distribuzione organizzata, dei servizi e quello assicurativo hanno aumentato i loro investimenti in soluzioni cloud, a dimostrazione del fatto che questo modello si sta ampiamente diffondendo grazie ai benefici che porta, seppur in diversa misura, alle organizzazioni che ne usufruiscono indipendentemente dalla loro tipologia. Infine, vale la pena menzionare il settore della Pubblica Amministrazione e della sanità che rappresenta circa il 10% della spesa complessiva italiana in soluzioni Cloud. In questo contesto, c'è un'evidente crescita nell'utilizzo di questo tipo di servizi grazie alla spinta del Piano Triennale per l'Informatica che promuove la razionalizzazione dei data center e l'utilizzo diffuso di soluzioni Cloud.

Il Cloud Computing può quindi portare dei benefici all'intero sistema paese. Infatti, le aziende possono trasformare parte dei loro capex in opex, attraverso l'adozione di soluzioni in questo ambito, potendo così ottimizzare l'utilizzo di risorse infrastrutturali, teoricamente attivabili solo a fronte di reali esigenze, ed attivare progetti di innovazione che altrimenti dovrebbero essere abbandonati perché richiederebbero investimenti iniziali proibitivi. L'utilizzo di servizi di public Cloud può quindi permettere alle aziende di sperimentare a basso costo, provando a sviluppare diverse soluzioni e selezionando solo quelle di maggior successo. Inoltre, possono essere esternalizzate le IT operations a basso valore aggiunto ed i risparmi relativi, sia economici che di tempo del personale, possono essere dedicati ad attività più rilevanti per l'azienda come la ricerca e sviluppo in ottica innovativa. Questi vantaggi potrebbero portare un incremento di produttività in tutto il Paese, dal momento che le aziende potrebbero aumentare la propria competitività sul mercato grazie all'accesso rapido ed a basso costo di tecnologie sofisticate ed allo stato dell'arte, ed una diffusione più rapida delle innovazioni, grazie alla riduzione del time to market dovuta alla digitalizzazione ed al fatto che le aziende possono introdurre innovazione tecnologica più facilmente, seguendo il passo dei Cloud providers che rilasciano continuamente nuove funzionalità. Si hanno benefici nel Paese non solo dal lato dell'offerta ma anche della domanda in quanto le esigenze dei consumatori possono essere soddisfatte con maggiore tempestività dalle aziende dal momento che possono inoltre gestire in maniera più efficace l'evoluzione dei servizi offerti.

## 2.9 Ruolo della Pubblica Amministrazione italiana nello sviluppo del mercato del Cloud Computing

La crescita del mercato complessivo del Cloud Computing è stata anche agevolata da fattori esterni, in particolare da iniziative del governo italiano, che ne hanno favorito lo sviluppo e la sostenibilità. In particolare, il piano di sviluppo del governo per la banda larga ha permesso di aprire il mercato alle piccole e medie imprese che così hanno superato un'importante barriera che impediva loro di adottare questo tipo di soluzioni e di poterne sfruttare al massimo le opportunità. In questo modo è stato possibile ampliare notevolmente il numero di potenziali clienti del Cloud, favorendone una importante crescita economica. Il mercato inoltre è stato sviluppato anche dalla parte della Pubblica Amministrazione grazie al Piano Triennale 2019-2021 per l'informatica che ha l'obiettivo di razionalizzare le strutture degli Enti e promuovere l'adozione di soluzioni cloud. Questi fattori hanno inoltre contribuito a far evolvere il

portafoglio d'offerta dei fornitori che hanno dovuto sviluppare nuove soluzioni che rispondessero alle esigenze dei diversi potenziali clienti sia in ambito privato che di PA.

### 2.9.1 Ruolo di AgID

Nell'ottica di implementare le iniziative proposte dall'Agenda Digitale Europea e di svolgere i relativi compiti necessari per l'adempimento degli obblighi internazionali assunti, l'Italia si è fissata dei macro-obiettivi raccolti nell'Agenda Digitale per l'Italia. I risultati attesi sono quelli di riduzione del divario digitale, grazie anche alla diffusione estesa della connettività ultra-broadband, di potenziamento del settore ICT, per favorire la digitalizzazione anche di servizi core delle imprese per aumentare la produttività del Paese, di digitalizzazione dei servizi della Pubblica Amministrazione, per estendere il loro utilizzo tra i cittadini, di diffusione degli Open Data e del riuso del dato pubblico.

Per garantire la realizzazione di questa strategia, è stata istituita l'AgID, l'Agenzia per l'Italia Digitale. Questo ente pubblico ha lo scopo di favorire l'innovazione e la crescita economica, agevolando la diffusione delle tecnologie della comunicazione e dell'informazione. Il fine dell'Agenzia è infatti quello di promuovere l'innovazione digitale nel Paese e diffondere le iniziative di alfabetizzazione digitale per i cittadini. In questo modo può contribuire alla creazione di nuove conoscenze ed alla creazione di nuove opportunità di sviluppo economico, sociale e culturale. Questo percorso deve essere sostenuto dalle istituzioni e dagli organismi a vari livelli, locali, nazionali ed internazionali. L'AgID si occupa quindi di numerose aree di intervento che coprono la maggior parte della Digital Life del cittadino in relazione al suo rapporto con le istituzioni. Ne fanno per esempio parte gli aspetti legati all'identità digitale, alla pubblica amministrazione, sanità e giustizia digitale, agli Open Data, al divario digitale, al Cloud Computing e alle Smart Cities. L'AgID ha l'ulteriore compito di sostenere le Pubbliche Amministrazioni nella loro trasformazione digitale, cercando di agevolare la comunicazione tra di esse per favorire la diffusione delle competenze digitali. Per migliorare l'integrazione tra i diversi soggetti facenti parte della sfera pubblica, l'Agenzia deve coordinare tutte le iniziative digitali dei diversi enti, progettando e monitorando l'evoluzione dei loro sistemi informativi e favorendo l'adozione di linguaggi, procedure e standard omogenei per garantire la piena interoperabilità e uniformità di tutto l'ecosistema. In questo modo le singole amministrazioni possono ridurre i costi, attraverso il miglioramento dei processi interni e l'ottimizzazione della spesa informatica complessiva, e migliorare i servizi erogati in favore dei cittadini. Infatti, uno degli obiettivi dell'Agenzia è proprio quello di vigilare sulla qualità dei servizi e sulla

razionalizzazione della spesa informatica della Pubblica Amministrazione. Infine, l'AgID ha il compito di garantire ed agevolare l'attuazione del Piano Triennale 2019-2021 per l'informatica nella Pubblica Amministrazione, coordinando le iniziative dei diversi enti a riguardo.

L'AgID si sta interessando particolarmente alle nuove tecnologie e servizi legati all'ambito del Cloud Computing dal momento che possono offrire grandi benefici per l'ottenimento degli obiettivi prima descritti, in particolare di favorire l'innovazione dei servizi della Pubblica Amministrazione ed aumentare l'efficienza nell'erogazione degli stessi. In questo contesto, lo sviluppo di una piattaforma tecnologica di Cloud Computing può supportare i nuovi servizi digitali e creare nuove modalità di interazione maggiormente efficaci tra cittadini e pubbliche amministrazioni. Questa piattaforma agevola anche l'integrazione tra i diversi soggetti in quanto deve essere pensata per garantire la condivisione ed il riuso delle applicazioni e la loro erogazione, indipendentemente dalle diverse specificità delle infrastrutture IT già predisposte dagli enti, in modo da trarre il massimo vantaggio dalla condivisione delle risorse che ogni PA potrà mettere a disposizione. Queste iniziative possono garantire un'ulteriore crescita al mercato nazionale del Cloud Computing e delle applicazioni per la PA in ambito Smart Cities e Digital Life dei cittadini.

## 2.9.2 Piano Triennale per l'informatica nella Pubblica Amministrazione

Il Piano Triennale per l'informatica nella Pubblica Amministrazione 2019-2021 prosegue o integra le linee di azione della versione precedente 2017-2019. Gli obiettivi principali del piano originale consistono nella razionalizzazione dell'infrastruttura digitale della Pubblica Amministrazione, nell'aumento dell'efficienza e sicurezza di tali risorse e nella riduzione della spesa IT complessiva. Il piano propone un modello di gestione ed utilizzo delle tecnologie che vada incontro all'esigenza di accelerare la digitalizzazione del Paese, che è vista come una leva fondamentale per lo sviluppo sociale ed economico, e di incrementare le iniziative di innovazione.

Le due attività principali previste per il raggiungimento di tali obiettivi sono quelle di razionalizzazione dei data center della PA, anche attraverso l'esternalizzazione o il consolidamento in centri selezionati dei data center obsoleti o meno efficienti che non rispondono a determinati requisiti, e di studio e definizione di un modello di Cloud della PA da implementare a valle dell'attività di razionalizzazione.

La prima attività si sviluppa grazie ad AgID che ha effettuato un nuovo censimento dei data center della PA e, sulla base di questo, sta individuando una serie di infrastrutture fisiche da

eleggere a Poli Strategici Nazionali, PSN, che saranno considerati critici per la sicurezza nazionale. I criteri per questa selezione sono la capacità e l'eccellenza tecnica, economica o organizzativa. I data center che non superano i requisiti richiesti, a seconda delle loro caratteristiche, saranno o immediatamente consolidati all'interno delle infrastrutture più performanti oppure continueranno ad operare fino alla loro completa migrazione ma senza poter beneficiare di investimenti per il loro aggiornamento o ampliamento a meno che non siano interventi necessari per garantire il disaster recovery o la continuità dei servizi.

AgID deve anche occuparsi della seconda attività prevista dal piano attraverso la definizione di un percorso per la PA verso un modello cloud specificando, anche con il contributo di Cloud Service Provider pubblici qualificati, i requisiti tecnici ed organizzativi. Il governo italiano ha così deciso di definire e adottare un modello unico di Cloud, denominato "Cloud della PA". Questo modello è stato progettato ad hoc per le Pubbliche Amministrazioni che, a partire da Aprile 2019, possono acquisire esclusivamente servizi IaaS, SaaS e PaaS qualificati e pubblicati da AgID sull'apposita piattaforma digitale o facenti parte della gara SPC Cloud Lotto 1, anch'essa inclusa nella strategia del Cloud della PA. La qualificazione dei servizi Cloud è comunque una condizione sufficiente ma non necessaria. Infatti, la loro acquisizione deve comunque sottostare alla normativa vigente riguardante il codice degli appalti, quindi, sopra soglia, resta comunque l'obbligo di gara per i soggetti pubblici.

L'obiettivo principale della scelta di questo modello comune è quello di ridurre i rischi legati alla sicurezza e all'affidabilità. Infatti, le infrastrutture ed i servizi di Cloud Computing possono anche essere molto differenti tra loro e non tutti rispettano i principali standard definiti a livello internazionale riguardanti per esempio le garanzie in ambito operativo oppure di sicurezza. Questa disomogeneità può quindi rappresentare un rischio, soprattutto per le Pubbliche Amministrazioni che, autonomamente, decidono di affidare i propri dati o servizi a providers che potrebbero non garantire elevati standard di sicurezza ed affidabilità. Il modello di Cloud della PA può permettere di mitigare tale rischio dal momento che i servizi e le infrastrutture dei Cloud provider devono essere qualificati da AgID secondo specifici parametri che permettono loro di soddisfare le esigenze della PA. In particolare, le infrastrutture IT fisiche o virtuali destinate all'utilizzo da parte della Pubblica Amministrazione devono dimostrare di avere determinati requisiti organizzativi, di sicurezza, di affidabilità, di performance e di interoperabilità. I providers che vogliono certificare le proprie infrastrutture devono quindi avere procedure certificate per l'erogazione dei servizi, la gestione di risorse e processi ed il supporto ai clienti, devono definire livelli di privacy, sicurezza e protezione dati adeguati e devono dare garanzie sulla performance dei propri sistemi, sulla gestione degli incidenti e del

recovery dell'infrastruttura in seguito ad eventi critici, e sulle capacità di interoperare con altre infrastrutture mediante standard aperti.

Il Cloud della PA si compone quindi di un insieme di infrastrutture e servizi di diversi fornitori che, non appena ricevuta la qualificazione da parte di AgID, saranno inseriti ed esposti in una piattaforma digitale dedicata, chiamata Cloud Marketplace, mediante la quale potranno essere consultati e confrontati con gli altri. La piattaforma permette ai clienti di visualizzare una scheda informativa di ogni servizio qualificato in cui sono elencate diverse caratteristiche della soluzione, tra cui il costo ed il livello di servizio dichiarati dal fornitore in sede di qualificazione, e la modalità di acquisizione, rimandando allo strumento di procurement disponibile dato che la piattaforma rappresenta una semplice vetrina e non è possibile effettuare acquisti direttamente attraverso di essa. In questo modo ogni Pubblica Amministrazione potrà effettuare le proprie scelte in modo sempre più consapevole ed efficiente e selezionare le soluzioni più adatte alle loro esigenze grazie al confronto diretto tra servizi analoghi. Le PA possono ottenere diversi benefici legati anche al loro rapporto coi fornitori. Infatti, con questo modello, può essere ridotto il rischio di vendor lock-in e l'estensione e diversificazione del mercato dei fornitori può permettere a tutti gli enti pubblici di riqualificare la propria offerta e garantire un servizio sempre più efficiente al cittadino.

Il Cloud della PA è quindi un modello fortemente ibrido per soddisfare le molteplici e diverse esigenze del settore pubblico e si compone di diverse tipologie di infrastrutture qualificate sia di tipo privato che pubblico.

Le infrastrutture ed i servizi di public cloud sono offerti dai Cloud service providers selezionati da AgID nei modi prima descritti mentre il Private Cloud comprende l'insieme delle infrastrutture IT, sia centralizzate che distribuite, di proprietà dello Stato che sono state elette a PSN. Le infrastrutture private garantiscono un'elevata disponibilità e sono in grado di erogare, in maniera continuativa, servizi cloud e di hosting a tutte le amministrazioni nazionali. I PSN soddisfano la necessità dello Stato di mantenere il controllo diretto su alcune infrastrutture IT, come data center e piattaforme cloud, che erogano servizi considerati di interesse nazionale per i quali non è consigliabile, per motivi di sicurezza nazionale, che la gestione dell'infrastruttura contenente i dati venga delegata a terze parti. Vista la rilevanza ed i costi correlati ai PSN, è cura del Governo valutare e disporre quali servizi sono da considerare asset strategici che devono essere quindi erogati per mezzo degli stessi a livello nazionale. L'ultima categoria di servizi Cloud facenti parte del modello, oltre alle due prima descritte, sono quelli IaaS, SaaS e PaaS erogati nell'ambito del contratto quadro Consip del Cloud SPC Lotto 1. Questi ultimi

servizi vanno a formare un Community Cloud in quanto sono fruibili soltanto da soggetti appartenenti alla stessa comunità.

Il Cloud della PA permette così al settore pubblico di avere una visione unitaria delle diverse tipologie di servizi previsti per rispondere alle loro esigenze e segue il principio cosiddetto Cloud First. Infatti, le Pubbliche Amministrazioni devono valutare l'adozione del paradigma Cloud prima di qualsiasi altra forma di servizio tradizionale come per esempio le soluzioni di housing oppure di hosting. Questo principio nasce con l'obiettivo di far adottare da subito il paradigma del Cloud per tutte le nuove iniziative che la PA sta avviando così da non dover effettuare costose e complesse migrazioni successivamente. Inoltre, le Pubbliche Amministrazioni, nel selezionare i servizi Cloud che meglio soddisfano le proprie necessità, devono indirizzare la propria scelta, ove possibile, verso le soluzioni SaaS già presenti nel Marketplace Cloud. La preferenza SaaS First permette infatti agli enti di massimizzare i benefici ottenibili dall'utilizzo del paradigma Cloud in quanto possono così ridurre costi e sforzi amministrativi. Infatti, le soluzioni SaaS non necessitano di attività tecniche dedicate di gestione e sviluppo, a differenza di quelle IaaS e PaaS.

Il Cloud First ed il SaaS First sono solo alcuni dei principi che AgID ha individuato nell'elaborazione del piano di abilitazione al Cloud per la PA. Il consolidamento delle infrastrutture IT appartenenti alla sfera pubblica implica infatti una massiccia migrazione dei servizi attualmente erogati in modalità tradizionale verso ambienti cloud e quindi le Pubbliche Amministrazioni necessitano di un percorso evolutivo da seguire per raggiungere gli obiettivi di riduzione di spesa ed erogazione più efficiente dei servizi ai cittadini. Gli elementi principali che definiscono la strategia di questo percorso di trasformazione sono il Cloud Enablement e i Centri di Competenza.

Il Cloud Enablement è una strategia che prevede la definizione di un processo che permette alle organizzazioni pubbliche di migrare le proprie infrastrutture ed applicazioni esistenti verso il modello Cloud della PA in maniera efficiente. Deve quindi essere avviato un programma dedicato che metta a disposizione della PA tutte le risorse, strategie operative, metodologie e strumenti necessari per attuare questa delicata operazione.

Con i Centri di Competenza è invece prevista la realizzazione di una comunità allargata di tecnici, esperti e managers del settore per il consolidamento e potenziamento delle competenze. Questa comunità deve discutere, proporre standard e regolamenti dei servizi digitali e diffondere le informazioni. L'obiettivo principale dei Centri di Competenza sarà quindi quello di condividere le soluzioni e le competenze utili ad aggiornare ed aumentare l'affidabilità dei sistemi anche attraverso l'automatizzazione delle procedure. In questo modo può essere

consolidato il know how e l'esperienza relativa ai servizi cloud nella PA. La funzione che questi soggetti possono svolgere è quella di aggregatori potendo anche amministrare i servizi Cloud per conto di altre PA. Inoltre, al termine del processo di migrazione dei servizi, le attività di aggiornamento, formazione e ottimizzazione delle risorse Cloud sono affidate ai Centri di Competenza che quindi hanno un ruolo fondamentale nel modello di sviluppo della trasformazione digitale della PA.

Il Piano Triennale può quindi portare numerosi benefici a tutto il Paese. Gli enti possono così cominciare un percorso di modernizzazione dei propri applicativi ed infrastrutture e di evoluzione delle competenze IT dei propri dipendenti. In questo modo potranno essere gestite le risorse in maniera più efficiente e potranno essere offerti ai cittadini servizi sempre migliori. Tuttavia, l'implementazione di questo piano non è semplice a causa di molte barriere all'attuazione che sono percepite in maniera negativa dagli enti, come emerso dalle ricerche del Politecnico di Milano.

Una delle prime paure percepite è quella legata alla possibile riduzione della proattività della gestione IT da parte della Pubblica Amministrazione. Non avendo più, in molti casi, il diretto controllo dei sistemi informatici, gli enti temono che possa esserci un rallentamento nella gestione dell'evoluzione di tali sistemi e degli eventuali problemi di continuità.

Una delle barriere più rilevanti è sicuramente quella legata alla burocrazia ed alla difficoltà di gestire questi ecosistemi IT ibridi a causa della rigidità delle procedure di sourcing che la PA deve rispettare. Questa problematica è superabile soltanto attraverso uno sforzo governativo e rappresenta un punto cruciale per l'effettivo successo del piano.

Un'altra delle preoccupazioni degli enti è quella legata ai costi sommersi relativi ai precedenti investimenti in tecnologia e sviluppo di adeguate competenze. Questi investimenti non sono opportunamente valorizzati dal piano ed in molti casi si rischia il loro totale annullamento attraverso l'esternalizzazione che quindi diventerebbe insostenibile da un punto di vista economico.

Infine, una grossa barriera può essere rappresentata dalle diverse velocità di attuazione del piano tra i vari soggetti che fanno parte della sfera pubblica. La PA infatti è composta da molti enti di grandezza differente e con esigenze particolari. Gli enti più piccoli infatti hanno una gestione IT interna molto meno strutturata e già ampiamente affidata ai fornitori rispetto a quelli più grandi o alle aziende sanitarie che devono supportare processi completamente differenti. Questo comporterà quindi la necessità di una continua interazione e scambio di informazioni tra i diversi livelli della PA per evitare anche che il panorama applicativo diventi troppo frammentato, e di conseguenza costoso, a causa delle diverse esigenze.

## 2.10 Rischi e benefici per la PA nell'adozione del Cloud

L'utilizzo di soluzioni cloud nel settore pubblico non ha ancora avuto una totale diffusione nonostante i benefici che si potrebbero avere dal lato economico e di controllo dei costi. Questo perché l'utilizzo di queste soluzioni presenta anche numerosi rischi che la PA deve valutare attentamente soprattutto per quanto riguarda le difficoltà nel controllo delle risorse IT. Altri aspetti che devono essere tenuti in considerazione prima dell'adozione sono quelli legati alla qualità del servizio e business continuity e alla privacy e sicurezza. In particolare, l'utilizzo dei servizi SaaS da parte del settore pubblico potrebbe essere fondamentale per lo sviluppo dei servizi di e-governments e quindi migliorare e rendere più efficiente l'erogazione dei servizi al cittadino.

I rischi ed i benefici derivanti dall'utilizzo di questo tipo di soluzioni nel settore pubblico, come indicato dai professori Janssen e Joha della Delft University of Technology nei Paesi Bassi, possono essere in definitiva suddivisi in quattro macrocategorie: strategici e organizzativi, politici e legislativi, tecnici ed economici.

I principali benefici nell'ambito strategico organizzativo sono legati al fatto che l'utilizzo di soluzioni SaaS permette all'ente che le utilizza di non doversi più preoccupare dell'installazione e mantenimento del software riducendo inoltre la necessità di avere all'interno personale esperto del mondo software. Queste soluzioni infatti possono essere fruite immediatamente senza avere infrastrutture dedicate o personale specializzato. In questo modo la PA può concentrarsi solamente sugli aspetti più importanti della propria attività e sulle attività a maggior valore, come l'innovazione ed il governo dell'evoluzione funzionale del sistema in risposta alle crescenti esigenze digitali dei cittadini, senza dover sprecare risorse ed energia nella gestione di risorse umane dedicate all'ambito IT, la cui gestione interna nel lungo periodo diventerebbe insostenibile economicamente. In questo modo il lancio di nuovi servizi ai cittadini può essere reso molto più rapido con conseguenti benefici per tutta la comunità, in particolare i cittadini possono così ottenere servizi innovativi che altrimenti sarebbero stati fuori portata per la Pubblica Amministrazione. L'esternalizzazione dei sistemi IT può quindi velocizzare l'attuazione di iniziative digitali, accelerando la trasformazione digitale delle organizzazioni pubbliche. Gli enti inoltre stanno cominciando a lavorare con logiche di aggregazione e centralizzazione di risorse soprattutto a livello locale, per esempio tra comuni o enti sanitari limitrofi che spesso hanno simili esigenze, per trarre vantaggio anche dalla semplificazione gestionale ed il Cloud può permettere di facilitare il raggiungimento di questo obiettivo grazie alla razionalizzazione dell'infrastruttura IT.

I principali rischi in questo ambito riguardano soprattutto la gestione della relazione con i fornitori. Sarà infatti necessario dotarsi di esperti di contratti in questo contesto per mitigare i rischi di lock-in e di difficoltà nel passare da un fornitore di servizi all'altro che potrebbero essere aggravati dal fatto che potrebbe essere difficile garantire l'interoperabilità tra le applicazioni dei diversi providers. Il rischio di lock-in è inoltre aggravato dal fatto che una volta smantellati i propri sistemi IT e riassegnato il personale dedicato, l'ente diventa strettamente connesso al fornitore di tecnologia e sarebbe molto costoso e complicato tornare indietro da questa situazione e rimettere in piedi il proprio comparto IT. I contratti sono un punto fondamentale anche per il rischio legato all'affidabilità del fornitore nel lungo periodo e per far superare agli enti le diffidenze riguardanti la sicurezza e la privacy dei dati sensibili. Infine, la mancanza di esperti di software al proprio interno potrebbe significare una perdita di potere contrattuale da parte della PA che inoltre potrebbe essere poco incentivata oppure non avere le competenze necessarie per personalizzare le soluzioni standard offerte dai providers in base alle esigenze dei propri cittadini e per farle sviluppare adeguatamente.

I benefici dal punto di vista politico e legislativo sono legati al fatto che la responsabilità dei dati viene trasferita al fornitore che quindi deve garantire per legge degli alti livelli di qualità del servizio e sicurezza che difficilmente sarebbero stati raggiungibili da un ente singolarmente. Un vantaggio molto importante nella sfera pubblica è rappresentato dal fatto che, attraverso l'utilizzo di servizi cloud, i costi possono essere trasparenti e più facilmente controllabili in quanto sono pagati o a canone fisso o a consumo.

D'altro canto, i principali rischi legati a questo ambito riguardano proprio il fatto che vengono affidati ad un soggetto esterno sia la garanzia di alti livelli di qualità del servizio, sia il controllo e la sicurezza dei dati. Infatti, molti funzionari pubblici sono fortemente avversi al rischio in ambito di privacy e sicurezza dei dati che può avere degli impatti anche molto dannosi. Per questo motivo i rischi sono legati alle diverse giurisdizioni e all'applicabilità delle leggi. Un altro tema da tenere in considerazione è legato a cosa prevede la legge nel caso di fallimento del fornitore o di insolvenza del soggetto pubblico per quanto riguarda la tutela dei dati.

Per quanto riguarda l'aspetto tecnico, i vantaggi sono molteplici. In primo luogo, la PA non deve più occuparsi della gestione, a volte anche difficoltosa, delle licenze d'uso e delle problematiche relative al continuo aggiornamento del software. Non deve più occuparsi della manutenzione dell'infrastruttura hardware e si può liberare degli apparati legacy la cui gestione e mantenimento sono in molti casi diventati molto costosi. Uno dei principali vantaggi è proprio quello del superamento dei sistemi legacy che, in molti casi, stanno diventando inadeguati per rispettare quanto proposto dalle normative in termini di sicurezza e continuità. La PA può anche

razionalizzare le infrastrutture non dovendosi più preoccupare del sottoutilizzo dei sistemi, spesso dimensionati in base ai periodi di picco e non deve più preoccuparsi agli aspetti legati al backup e la recovery dei servizi che devono essere garantiti dal fornitore che mette a disposizione degli enti le proprie competenze professionali specifiche. Il fornitore si occupa anche dei servizi di supporto al cittadino nell'utilizzo del software. Il Cloud inoltre permette alle amministrazioni di sfruttare tecnologie sofisticate ed una praticamente illimitata capacità elaborativa che altrimenti non avrebbero avuto le risorse e le competenze necessarie per realizzare in tempi adeguati al ritmo del mercato digitale.

La principale difficoltà legata a questi aspetti consiste nella migrazione dei dati e dei servizi dall'infrastruttura on premise a quelle del fornitore che può comportare un processo lungo e difficoltoso soprattutto nel caso di organizzazioni con sistemi legacy particolarmente datati. Nel caso di sistemi ibridi un rischio è rappresentato dall'integrazione dei servizi con le risorse on premise che potrebbe essere non banale così come il governo dell'architettura complessiva del sistema. Altri rischi sono legati all'integrazione tra i diversi sistemi IT che possono essere utilizzati e all'accesso sicuro ai dati che sono installati su hardware all'esterno dell'organizzazione. Infatti, le infrastrutture hardware dei fornitori spesso ospitano dati e applicazioni di clienti diversi e quindi deve essere garantita la sicurezza attraverso un rigido controllo degli accessi ed un processo di identificazione.

Anche i benefici economici derivanti dall'utilizzo di soluzioni Cloud sono molto importanti in quanto le Pubbliche Amministrazioni hanno a che fare con budget predefiniti che spesso non possono gestire liberamente. Innanzitutto, questo tipo di applicazioni permette agli enti di accedere a software anche sofisticati senza l'onere di sostenere ingenti investimenti iniziali. Inoltre, i costi IT diventano flessibili, grazie al passaggio da capex a opex, e più facilmente prevedibili e controllabili. Si possono sfruttare le economie di scala, dei costi di sviluppo, mantenimento e distribuzione del servizio, generate dalla distribuzione del costo dell'innovazione tra molti cittadini. La razionalizzazione della spesa IT è inoltre resa possibile dall'aggregazione e centralizzazione delle risorse grazie all'utilizzo del Cloud.

I-Com, istituto per la competitività, in uno studio del 2019 presentato al MISE, ha stimato un risparmio per la PA italiana grazie all'utilizzo del Cloud di almeno 900 milioni di euro solo per gli enti comunali, in gran parte dovuta ad una maggiore efficienza e per la restante parte, circa 177 milioni di euro, grazie ad un contenimento della spesa in prodotti energetici. Ulteriori risparmi per 275 milioni di euro vengono stimati per gli enti regionali. A ciò vanno aggiunti gli ulteriori risparmi indiretti derivanti dall'aumentata diffusione dell'e-government e dell'e-

procurement che apporterebbero un ulteriore contenimento della spesa pubblica attraverso la riduzione del prezzo medio sostenuto per l'acquisto di beni e servizi.

Possibili svantaggi economici di medio-lungo termine possono essere legati al fatto che l'ente deve sostenere costi indiretti correlati agli sforzi per garantire il controllo e la sicurezza dei sistemi IT. Infatti, l'utilizzo di soluzioni SaaS può generare elevati costi di transazione nel rapporto con il fornitore e quindi è difficile stimare a priori il total cost delle iniziative in Cloud. Un altro svantaggio è legato al fatto che le piccole realtà con una crescita lineare potrebbero avere difficoltà nell'individuare un effettivo vantaggio di costo nell'utilizzo di questo tipo di soluzioni che invece sono particolarmente adatte laddove siano presenti carichi di lavoro poco prevedibili. Infine, molti enti devono ancora intraprendere un costoso percorso per far evolvere i propri sistemi legacy verso un'architettura cloud-ready modulare e scalabile, in modo da poter sfruttare i vantaggi di un sistema ibrido grazie al quale poter decidere flessibilmente dove allocare i carichi di lavoro.

La scelta di utilizzare o meno soluzioni cloud non si limita soltanto ad una analisi dei rischi e benefici fin qui descritti ma riguarda anche l'abilità del management di saper affrontare le sfide che questa scelta comporta. Infatti, le sfide per l'adozione di soluzioni cloud in ambito pubblico sono molteplici e richiedono di affrontare un'ampia gamma di problemi che, attraverso gli studi dei professori Janssen e Joha, possono essere divisi in diversi ambiti tra cui quello organizzativo, di controllo delle performance, decisionale, contrattuale e dei rapporti col fornitore.

La scelta di utilizzare soluzioni Cloud è strategicamente molto importante e comporta una serie di profondi cambiamenti alla struttura dell'organizzazione che deve adattarsi a questo nuovo metodo di erogazione dei servizi pubblici. La funzione IT cambia radicalmente per quanto riguarda la gestione ed il controllo dei sistemi e quindi devono essere sviluppate nuove competenze all'interno delle organizzazioni pubbliche per gestire la situazione di outsourcing. Se prima infatti era necessario avere degli esperti sul piano tecnico per risolvere eventuali problemi all'infrastruttura, adesso è necessario cercare o sviluppare nuove competenze gestionali per il controllo delle relazioni coi fornitori e con i cittadini. La situazione si complica nel caso in cui venisse creato un modello di outsourcing ibrido in cui devono essere orchestrate una parte di risorse on premise ed una parte di risorse gestite esternamente. Quindi, è necessaria una trasformazione sia delle competenze del personale IT degli enti che dei modelli di governance dell'ecosistema. Inoltre, dal momento che l'organizzazione perde la proprietà dei sistemi, sarà necessario che abbia delle garanzie per quanto riguarda la proprietà e sicurezza dei dati, senza le quali sarebbe riluttante a adottare soluzioni cloud su larga scala e quindi sono

inoltre necessarie competenze interne riguardanti la gestione della sicurezza informatica. Un'altra sfida riguarda anche la capacità di saper controllare e monitorare le performance dei servizi che non si misurano più soltanto sulla base della velocità e della qualità ma anche sulla sicurezza e sul rispetto di requisiti legali. Quindi è necessario che gli enti abbiano dei meccanismi per controllare le performance e la sicurezza e delle risorse umane competenti in materia che possano monitorare costantemente il processo ed interfacciarsi con i fornitori per far soddisfare le proprie esigenze.

Una decisione fondamentale che la PA che intende utilizzare soluzioni Cloud deve prendere è quella riguardante la scelta di quali e quanti servizi tenere on premise quali affidare in outsourcing con tutti i rischi e benefici del caso. Inoltre, deve scegliere se selezionare fornitori privati oppure altri soggetti pubblici in modo da garantire un maggior controllo sui propri dati sensibili, evitare problemi di sicurezza ed avere un ruolo più attivo nello sviluppo dei servizi. Spesso però vengono utilizzate soluzioni ibride per ottenere il massimo trade-off rischi/benefici. Un ecosistema ibrido, seppur più dispendioso da mantenere, sia dal lato economico che gestionale, può infatti permettere di ridurre il rischio di lock-in con i fornitori, sfruttare le potenzialità del Cloud per alcuni processi pur mantenendo i dati critici all'interno oppure permettere alle aziende di adottare logiche di Cloud bursting e quindi di utilizzare le risorse in Cloud solo per i picchi di lavoro in modo da ottimizzare la spesa IT.

Un'altra decisione importante riguarda poi la scelta contrattuale, se siglare accordi di breve o lungo periodo. Alcuni aspetti del contratto infatti sono tipicamente di breve periodo, come la flessibilità richiesta nei periodi di picco di consumo delle risorse che devono scalare istantaneamente, mentre altri sono di lungo periodo, come l'affidabilità del servizio e la protezione dei dati, e spesso far convivere queste diverse esigenze in una buona architettura contrattuale non è banale. Altri aspetti contrattuali importanti che possono permettere di mitigare i rischi sono quelli legati alla locazione dei dati che possono essere soggetti a diverse normative a seconda del Paese in cui si trovano. Quindi, come detto, le amministrazioni dovranno dotarsi di personale qualificato e competente per poter gestire i diversi e complessi aspetti contrattuali. L'utilizzo del Cloud può ridurre la complessità dei sistemi IT interni alle amministrazioni ma aumenta sicuramente la quantità di rapporti con soggetti esterni che devono essere governati. L'enfasi deve essere sulla gestione e controllo del SaaS provider che opera a distanza e non più sulla gestione della propria funzione IT, quindi è necessario un cambio di cultura ed abitudini all'interno dell'organizzazione per gestire efficacemente le relazioni con i fornitori, i cittadini e gli sviluppatori.

## Capitolo 3 - Il Sistema Cloud Toscana

In questo capitolo viene presentato il Sistema Cloud Toscana, progetto voluto da Regione Toscana per favorire l'innovazione della Pubblica Amministrazione. Questo modello è preso ad esempio di come la tecnologia cloud possa ottimizzare le risorse pubbliche, in una logica di integrazione pubblico-privato, e migliorare il livello dei servizi delle amministrazioni locali, salvaguardandone l'autonomia. All'inizio del capitolo viene descritto il contesto di iniziative digitali della Regione in cui questo progetto si inserisce. In particolare, viene indicato lo sviluppo del TIX, data center per la PA toscana, di cui il SCT rappresenta la naturale evoluzione. Successivamente viene descritto approfonditamente il bando di gara per l'assegnazione di tale progetto. Vengono definiti l'oggetto dell'appalto, mettendo in evidenza le novità rispetto all'attuale situazione del TIX, e le specifiche richieste di Regione Toscana per il raggiungimento degli obiettivi preposti. Viene poi presentato il gruppo di aziende aggiudicatario dell'appalto, di cui TIM è la capogruppo, e l'offerta tecnica proposta. Infine, sono descritti i principali benefici e rischi che la PA toscana può avere nell'adozione del SCT.

### 3.1 Iniziative digitali di Regione Toscana

La Regione Toscana ha scelto da tempo di avviare un percorso partecipato per dotarsi di un'Agenda Digitale che delinea lo sviluppo delle tecnologie, dell'innovazione e dell'economia digitale nel territorio nel quadro dell'Agenda Digitale Europea e del paese. Il percorso ha l'obiettivo di disegnare la strategia per supportare il digitale come leva di inclusione e di crescita sociale ed economica. L'Agenda Digitale Europea infatti propone di sfruttare al meglio il potenziale delle tecnologie dell'informazione e della comunicazione che possono essere portatrici di innovazione nel Paese e migliorare la qualità della vita delle persone anche attraverso la semplificazione del rapporto tra PA, imprese e cittadini. Il lavoro di Regione, enti locali e aziende pubbliche vuole rendere le città toscane più smart e a misura di cittadino digitale grazie anche alla partecipazione di comuni, imprese e innovatori all'interno di un processo partecipativo per delineare in modo condiviso le politiche a supporto del digitale come leva di inclusione e crescita trasversale. La Toscana è favorita in questo processo dalla presenza di

importanti centri di ricerca universitari, sedi del CNR, grandi aziende multinazionali, incubatori di nuove imprese innovative e start-up che operano sul territorio e costituiscono un tessuto di competenze e di opportunità fondamentali per la crescita basata sul digitale. Gli obiettivi principali che la Regione intende raggiungere per la digitalizzazione del territorio sono quelli di dotare tutti i cittadini di connettività veloce, sviluppare servizi on-line per imprese e cittadini ed estendere le pratiche di trasparenza. In questo modo potrà essere messa in atto una politica inclusiva con lo scopo di coinvolgere cittadini ed imprese attraverso l'uso del digitale e lo sviluppo di competenze in tale ambito.

La Regione Toscana ha investito in infrastrutture digitali materiali e immateriali e nello sviluppo dei servizi on line della PA ed ha attivato una serie di attività di potenziamento, estensione ed arricchimento della rete regionale sul territorio, proprio per rispondere alle esigenze di aziende, cittadini, scuole, università che richiedono sempre più di essere interconnessi tra loro e di utilizzare i servizi attraverso la rete. L'innovazione basata sulle tecnologie riveste un ruolo importante anche nell'ambito del riordino dei livelli istituzionali e nell'organizzazione del sistema degli enti locali in ottica di semplificazione e di inclusione dei cittadini nella partecipazione alla vita pubblica. Alla base di questa strategia per lo sviluppo di un'economia digitale, ci sono quindi le infrastrutture e piattaforme digitali su cui la Regione sta investendo dall'inizio del secolo. Grazie a questi sforzi è riuscita negli anni a costruire un solido ecosistema di infrastrutture tecnologiche abilitanti e piattaforme di servizio che copre tutto il territorio ed offre soluzioni per la riduzione dei tempi e dei costi interni e per il miglioramento della relazione tra pubblico e privato in molti settori della Pubblica Amministrazione italiana. Questo ecosistema tecnologico si basa sulla RTRT, infrastruttura di rete condivisa tra i soggetti della PA toscana, su una vasta diffusione della banda larga e ultralarga per Internet veloce, sul Tuscany Internet eXchange, data center pubblico con un'architettura cloud che fornisce servizi ed ospita i sistemi di comuni e amministrazione pubbliche, e sulle piattaforme digitali come ARPA, Iris, Dart, Fert, Interpro, messe in piedi per ottemperare alle richieste del Piano Triennale in ambiti come identità digitale, pagamenti online, conservazione dati pubblici, fatturazione elettronica e comunicazioni telematiche.

L'infrastruttura RTRT e il TIX costituiscono il livello di trasporto del SPC, Sistema Pubblico di Connettività, della Toscana che è l'insieme di strutture organizzative, infrastrutture tecnologiche e di regole tecniche, per lo sviluppo, la condivisione, l'integrazione e la circolarità del patrimonio informativo dell'intera Pubblica Amministrazione italiana. Queste infrastrutture sono nate per consolidare un percorso paritetico di collaborazione e di condivisione nel settore dell'innovazione tecnologica e nello sviluppo della società dell'informazione tra gli enti della

PA Toscana e del mondo sanitario avviato nel 1997, anno in cui prese il via il progetto della Rete Telematica Regionale Toscana, RTRT per fornire connettività e collegare i diversi enti in un'ottica di economie di scala. Questo progetto ha introdotto un nuovo modello organizzativo per la sfera pubblica toscana fondato sulla condivisione degli obiettivi e delle risorse e sulla cooperazione per produrre e sostenere i processi di innovazione. La RTRT ha così dato avvio alla realizzazione di un sistema integrato delle amministrazioni pubbliche orientato alla revisione dei processi, alla trasparenza, all'efficienza e all'efficacia dell'azione pubblica in modo da garantire uno sviluppo coordinato di tutti i sistemi informativi pubblici degli enti toscani ed offrire anche ai più piccoli tra questi di entrare in questo circolo virtuoso. Oggi la RTRT comprende una infrastruttura di telecomunicazione ramificata sul territorio regionale che connette e distribuisce servizi non solo alle PA, ma anche alle Università, alle Aziende sanitarie, alle Aziende di promozione turistica e ad altri enti connessi direttamente o nell'ambito delle reti civiche.

Nel 2013 la Regione ha inoltre avviato una riprogettazione del sistema sanitario soprattutto per portare in questo mondo l'evoluzione tecnologica e i processi di innovazione necessari per rispondere ai bisogni dei cittadini e garantire la sostenibilità del sistema nel suo complesso. In questo senso è stato avviato un piano strategico per agevolare lo scambio bidirezionale tra tutti gli attori del sistema sanitario e costruire una base di conoscenza condivisa per la realizzazione di servizi a valore aggiunto sfruttando le infrastrutture tecnologiche realizzate dalla Regione Toscana.

Questa politica della condivisione e collaborazione tra i soggetti della sfera pubblica toscana ha avuto una notevole spinta con la realizzazione del TIX.

### 3.2 TIX: Tuscany Internet Exchange

Il punto cruciale della strategia digitale di innovazione e condivisione fatta nel corso degli anni in Toscana, in cui si sono rese operative infrastrutture e piattaforme digitali a disposizione di tutta la PA, è stato raggiunto con la realizzazione del data center TIX che rappresenta uno dei primi data center pubblici in logica Cloud Computing in Italia e che porta molteplici benefici a tutto il territorio regionale compresi enti, cittadini e imprese. Il TIX, progettato nel rispetto dell'ambiente, è un esempio di come la tecnologia cloud possa ottimizzare le risorse pubbliche, in una logica di integrazione pubblico-privato, e migliorare il livello dei servizi delle amministrazioni locali, salvaguardandone l'autonomia.

L'idea del TIX nasce nel 2001 come progetto sperimentale promosso da Regione Toscana con una vocazione alla collaborazione e alla interoperabilità tra realtà diversificate. La strategia digitale della Toscana infatti, dopo aver portato allo sviluppo delle tecnologie di comunicazione con la realizzazione della rete telematica RTRT ed alla messa in piedi di sistemi e piattaforme per la cooperazione tra ambienti informatici eterogenei, ha dovuto affrontare il problema della sicurezza del patrimonio informativo della PA e delle garanzie di continuità dei propri servizi. La soluzione a queste problematiche è stata individuata nella realizzazione di un moderno data center dove poter collocare tutte le infrastrutture e piattaforme digitali pubbliche condivise.

Il primo TIX fu quindi realizzato attraverso un bando pubblico, pubblicato a fine 2001, che ne prevedeva la progettazione, realizzazione e gestione, fino a comprendere anche l'uso della sede, dotata degli impianti tecnologici opportuni.

Questo progetto aveva inoltre un ulteriore duplice scopo.

Da una parte quello di creare un unico centro servizi che riuscisse ad accentrare i compiti fino ad allora svolti dalle diverse strutture regionali. Questa struttura doveva erogare servizi e fungere inoltre da centro tecnico di supporto per gli oltre 400 soggetti pubblici costituenti la Rete Telematica Regionale Toscana. Sin da subito quindi hanno potuto avvalersi dei servizi offerti dal TIX, oltre che la Regione Toscana, la Giunta Regionale ed il Consiglio Regionale, gli Enti, le Agenzie e le Aziende regionali, anche gli ESTAV, le ASL, gli Enti locali del territorio e le ulteriori amministrazioni. Il TIX è quindi nato come un data center con un sistema organizzato di servizi di connettività e supporto per la PA, reperiti sul mercato controllandone e accertandone il livello di qualità.

L'altro obiettivo dichiarato era quello di creare un punto di interscambio tra le reti degli operatori Internet commerciali e quelle della Pubblica Amministrazione. Questo con il fine ultimo di permettere all'infrastruttura di comunicazione della RTRT di evolvere verso un modello multi-fornitore, anticipando gli scopi del Sistema Pubblico di Connettività e di migliorare la qualità della comunicazione tra le reti della PA e le reti degli operatori che forniscono servizi di accesso ad Internet a cittadini ed imprese. Il TIX è stato quindi visto da subito come un nodo cruciale del Sistema Pubblico di Connettività in quanto ha consentito l'interconnessione diretta tra gli Operatori Pubblici di Connettività del territorio permettendo importanti economie di scala per il costo della connettività. Il centro ha infatti assunto il ruolo di NAP, Neutral Access Point, toscano facendo da punto di interconnessione tra la RTRT e le reti degli ISP sul territorio. Si è quindi arrivati alla realizzazione di una RTRT "estesa" in quanto è andata al di là dell'infrastruttura fisica ed ha collegato anche quelle Pubbliche Amministrazioni che, pur desiderando aderire alla RTRT, non potevano essere direttamente

connesse alla sua infrastruttura fisica per motivi organizzativi o economici. In questo modo si sono potuti sommare i benefici derivanti dal disporre di una rete della Pubblica Amministrazione fortemente interconnessa a quelli di una copertura territoriale totale di servizi di qualità garantita e controllata offerti dagli ISP accreditati. Gli ISP per poter aderire al TIX devono infatti seguire una procedura di accreditamento nella quale devono garantire standard minimi di qualità del servizio di fornitura di connettività agli utenti. Grazie a questo il sistema offre una notevole disponibilità di banda, dovuta all'interconnessione tra più reti ad alta velocità e, soprattutto, una qualità certificata, in modo da garantire a tutta l'utenza pari condizioni di accesso, di costo e di qualità di servizi di rete. Presso il TIX, hanno già attestato le loro reti una ventina di operatori di telecomunicazioni locali ed internazionali. Questo, insieme all'attestazione sul TIX dell'infrastruttura di rete della RTRT ed al collegamento con il Sistema Pubblico di Connettività nazionale, rende il TIX un nodo di interscambio di rete unico in Toscana e di sicuro rilievo a livello italiano.

Il TIX si è sostanziato infine anche come una struttura fondamentale per il supporto tecnico al Centro di Competenza chiamato a garantire il rispetto dei livelli di qualità di connettività della PA stabiliti dalla Regione Toscana nel quadro del sistema nazionale. Questi fattori hanno permesso al data center di superare velocemente le difficoltà legate alla fase di sperimentazione iniziale ed affermarsi come una solida realtà nella regione, risorsa unica nel territorio ed importante anche dal punto di vista strategico all'interno del sistema digitale della PA nazionale.

Nel 2011, a scadenza del precedente appalto, nasce il TIX 2.0, ubicato, a differenza del precedente progetto, presso una sede logistica attrezzata, appositamente acquistata dalla Regione Toscana a Firenze, in località Osmannoro, per collocare le sale dati e gli uffici di pertinenza su una superficie di circa 1000 metri quadri. Con la realizzazione del nuovo TIX la Regione Toscana ha emesso un bando di gara orientato soprattutto al rafforzamento della funzione strategica probabilmente più importante del TIX cioè quella di centro orientato ai servizi. Con questo rinnovamento ha voluto creare un vero e proprio polo tecnologico orientato ai servizi che garantisce una gestione delle infrastrutture e dei servizi telematici stabile, centralizzata ed innovativa e permette un supporto ai processi per la razionalizzazione e semplificazione delle relazioni tra i cittadini, le imprese e le organizzazioni pubbliche. Il principio guida, innovativo rispetto al progetto precedente, è stato quello di una visione basata principalmente sul modello Cloud ed in particolare sul paradigma XaaS in grado di realizzare un solido ponte tra la gestione della fornitura e la gestione della domanda di ICT dell'ente per soddisfare i propri stakeholder. In questo progetto Regione Toscana ha messo direttamente a

disposizione della composizione dell'offerta di servizi i locali fisici, i supporti logistici, la connettività, le infrastrutture ed i sistemi di base attraverso investimenti propri. L'innovatività del progetto si è esplicitata anche nel modo in cui la Regione ha progettato gli impianti. Infatti, l'infrastruttura fisica e impiantistica, l'infrastruttura di calcolo e dati e l'infrastruttura di rete attiva e di sicurezza, oltre ad avere una forte valenza di innovazione tecnologica ed un massimo livello di affidabilità, sono state progettate seguendo i principi del "Green ICT" sia in termini di impatto energetico che ambientale. L'ottimizzazione dal punto di vista energetico è stata inoltre agevolata dall'adozione del paradigma Cloud che permette importanti risparmi.

La gara pubblica per la realizzazione del TIX 2.0 garantiva, attraverso un contratto con un soggetto esterno, anche la gestione dell'impianto e dei sistemi nel suo complesso e la migrazione dei sistemi presso la nuova sede. Sempre attraverso lo stesso gestore, e sulla base di servizi individuati e valorizzati tramite la gara, la regione ha potuto gestire lo sviluppo di propri progetti di innovazione. In questo caso il soggetto gestore diviene il service provider, proponendosi al mercato della Pubblica Amministrazione come fornitore di servizi sul TIX, e la Regione il cliente in quanto utilizza l'offerta di servizi del gestore che essa stessa ha contrattualizzato attraverso un contratto stipulato in forma aperta a cui gli Enti possono aderire alle stesse condizioni pattuite per Regione Toscana. La gara di appalto per la gestione del TIX 2.0 è stata vinta dal Consorzio HyperTIX, costituito dalle società TD Group S.p.A, con ruolo di capogruppo, e Almagora s.p.a.

Il TIX è infine un asset rilevante per la realizzazione dei progetti in ambito digitale in corso di realizzazione da parte della Sanità toscana per il miglioramento di alcuni processi come l'identificazione dell'assistito, la diagnosi nel settore della medicina da laboratorio, la gestione delle emergenze e delle urgenze e la comunicazione fra gli operatori del sistema sanitario. Il TIX, nell'ottica dell'innovazione in sanità, svolge quindi il ruolo di ecosistema unico e unitario all'interno del quale si colloca e si sviluppa la digitalizzazione del Sistema Sanitario della Toscana, riunendo tutti i diversi sistemi tecnologici di livello aziendale o di area vasta.

Il TIX può in definitiva essere visto come un ecosistema all'interno del quale si sviluppano i servizi per la digitalizzazione e la semplificazione di tutta la sfera pubblica toscana e come luogo di crescita dei servizi sviluppati dalle imprese private, che possono usufruire delle piattaforme sviluppate dalla Regione e dalla PA Toscana.

Il TIX avrà un'ulteriore evoluzione con la conclusione della gara di appalto per la realizzazione del Sistema Cloud Toscana. Questo progetto infatti potrebbe permettergli di diventare un Polo Strategico Nazionale per la realizzazione del Cloud della PA previsto nel Piano Triennale per l'Informatica nella Pubblica Amministrazione italiana.

### 3.2.1 Stato attuale del TIX

Il TIX è un moderno data center suddiviso su più sale, che ospita al suo interno anche un Internet eXchange Point che ha il compito di realizzare l'interconnessione delle reti degli operatori Internet commerciali con la rete della comunità degli enti locali toscani, RTRT. Al TIX vi sono ad oggi attestati 35 Internet Service Providers locali ed internazionali.

Il data center contiene apparati e software di base di diversi fornitori. In particolare, Regione Toscana possiede al suo interno un'infrastruttura di rete e sicurezza condivisa, un'infrastruttura di storage condivisa, un'infrastruttura di calcolo condivisa destinata ad erogare essenzialmente servizi di Cloud Computing e, in piccola parte, servizi di hosting e vari sistemi fisici destinati essenzialmente al supporto di database proprietari. A questi si aggiungono i sistemi in co-location dei vari enti che hanno deciso di utilizzare tale servizio e che possono sfruttare, almeno in parte, le infrastrutture di rete e sicurezza condivise. Presso il TIX è inoltre presente un presidio dotato di tutta una serie di strumenti per il corretto governo, monitoraggio e controllo dell'intero sistema.

Attualmente, attraverso il TIX 2.0, sono offerti una serie di servizi base agli Enti aderenti alla RTRT con particolare riguardo alle agenzie regionali ed ai soggetti del Sistema Regionale Sanitario toscano. Tra questi si possono elencare i servizi di co-location, il servizio di Helpdesk per le attività inerenti alla RTRT, l'assegnazione degli indirizzi IP ai nuovi soggetti autorizzati, la gestione del DNS, la registrazione dei domini e l'hosting su risorse condivise di siti web o caselle di posta elettronica per enti di piccole dimensioni. Oltre a questi servizi base si aggiungono tutta un'altra serie di servizi più sofisticati e caratterizzati da un elevato livello di qualità ed economicità, perseguiti attraverso una costante attenzione all'evoluzione delle tecnologie informatiche. La maggior parte di questi servizi sono legati al paradigma cloud seppur erogati nell'ambito di una infrastruttura di cloud privato, di proprietà di Regione Toscana, alle amministrazioni pubbliche. Di quest'ultima categoria fanno parte i servizi IaaS che offrono infrastruttura con capacità computazionale, di memorizzazione, e di rete, sulla quale l'utente può installare ed eseguire un sistema operativo o delle applicazioni. Nel caso di servizio computazionale, l'utente può richiedere al TIX un insieme di macchine virtuali, sulle quali può installare, o richiedere che venga installato e mantenuto, il sistema operativo ed i software necessari per le sue esigenze. Sono inoltre previsti numerosi servizi PaaS, con configurazioni sia open source che con software commerciale, in cui sono offerti e gestiti anche lo strato di software che si colloca sopra il sistema operativo e che consente l'esecuzione di applicazioni. Altri servizi erogati attraverso il TIX sono quelli di housing di singoli apparati o

di interi rack, per coloro che hanno effettuato ingenti investimenti in hardware e vogliono passare alle soluzioni cloud in maniera progressiva, quelli di backup dei servizi IaaS e PaaS e soluzioni per assicurare la continuità applicativa attraverso l'utilizzo di data center individuati insieme al cliente. Le elevate professionalità del personale del TIX sono inoltre a disposizione per la progettazione e realizzazione di soluzioni ad hoc e per agevolare la migrazione dei sistemi dal cliente al TIX. I servizi possono essere erogati attraverso diversi livelli di servizio che si differenziano in termini di disponibilità, affidabilità, potenza elaborativa, prestazioni garantite e tempo di ripristino. Per tutti i servizi erogati sono inoltre disponibili piattaforme di monitoraggio utilizzate dal presidio TIX, con risorse umane dedicate e disponibile on site 24h 7 giorni su 7, ma anche accessibili dai clienti così da assicurare un intervento proattivo sulla base di indicatori dello stato dei sistemi e dei loro componenti.

Il data center TIX ospita numerosi sistemi informativi verticali e di settore di Regione Toscana ed altre amministrazioni oltre alle infrastrutture abilitanti gestite e realizzate dalla Regione per la comunità degli enti RTRT. Sin dalla sua realizzazione, all'interno del TIX hanno infatti trovato la loro naturale collocazione tutta una serie di infrastrutture e piattaforme digitali costituite dalla Regione e messe a disposizione di tutta la PA toscana. Le più importanti sono l'infrastruttura CART per l'interoperabilità, che permette il colloquio e lo scambio dei dati tra le banche dati delle diverse amministrazioni, l'infrastruttura ARPA per l'autenticazione e l'accesso sicuro unico ai servizi online, la piattaforma IRIS per il fascicolo delle deposizioni debitorie e per i pagamenti online dei cittadini e delle imprese, il fascicolo sanitario elettronico FSE, l'e-procurement START, la piattaforma tecnologica TOSCA per il catasto e per la fiscalità degli enti locali, lo sportello unico per i servizi alle imprese SUAP, l'infrastruttura DAX per la conservazione a norma dei documenti informatici e quella InterPRO per l'interoperabilità del protocollo informatico, la piattaforma per le comunicazioni via rete VoIP e per la videoconferenza multi-punto ed altre. Tutte queste piattaforme sono a disposizione di tutto il territorio per il loro utilizzo integrato con i gestionali degli Enti stessi permettendo una erogazione di servizi completi, efficienti ed efficaci per cittadini ed imprese. Inoltre, già una ventina di Enti toscani, tra cui la Giunta Regionale Toscana, la Provincia di Prato, vari enti regionali come quelli per la protezione ambientale o la promozione turistica ed alcuni soggetti del sistema sanitario, hanno dispiegato i propri servizi sulle infrastrutture condivise e, complessivamente, sono oltre 200 i soggetti della PA toscana che usufruiscono dei servizi condivisi erogati presso il data center.

### 3.3 Bando di gara per la progettazione, realizzazione e gestione del Sistema Cloud Toscana

Il TIX ha già raggiunto un notevole grado di sviluppo, grazie alla grande copertura di Enti toscani già serviti, all'alto livello della qualità degli impianti ed alla grande concentrazione di servizi infrastrutturali al servizio della comunità degli enti dei territori toscani, come ARPA, CART o IRIS, già integrati ove possibile con le analoghe strutture nazionali, come PagoPA o SPID. Sulla base di ciò, la Regione Toscana ha deciso di compiere un'operazione di adeguamento e consolidamento dei risultati fin qui ottenuti, con lo scopo di ottenere una maggiore efficienza, sicurezza e rapidità nell'erogazione dei servizi, e di razionalizzazione ed ammodernamento del TIX, per farlo evolvere nel Sistema Cloud Toscano, SCT, in una logica di forte interoperabilità tra servizi pubblici e privati soprattutto in ottica di Cloud della PA con il quale il nuovo TIX dovrà essere perfettamente compatibile. In questo modo si potrà rafforzare la politica regionale di offerta di nuovi servizi innovativi ai cittadini ed alle imprese ed ottenere la qualificazione del TIX a Polo Strategico Nazionale del Cloud della PA.

Il bando di gara è stato emesso da Regione Toscana nel 2017 per l'affidamento della "progettazione, realizzazione e gestione del Sistema Cloud Toscana, il community Cloud per la Pubblica Amministrazione in Toscana". Il criterio scelto per l'assegnazione dell'appalto è stato quello dell'offerta economicamente più vantaggiosa individuata dal miglior rapporto qualità/prezzo. A ciascuna offerta pervenuta sono stati infatti assegnati un massimo di 100 punti suddivisi in un massimo di 75 per l'offerta tecnica e in un massimo di 25 per l'offerta economica. L'importo a base di gara complessivo massimo, per il quale non sono state accettate offerte in aumento oltre l'IVA, è stato fissato in 44.500.000 €, oltre a 29.994 € per i costi della sicurezza non soggetti a ribasso.

La durata dell'appalto è di 61 mesi dal momento della sottoscrizione, con possibilità di proroga di ulteriori 12 mesi. L'importo massimo complessivo del contratto quadro, comprese le eventuali proroghe, è pari a 82.757.994,00 €. Questa cifra è suddivisa in 28.969.994 €, comprendenti i costi per la sicurezza e l'importo massimo spendibile da Regione Toscana per l'adeguamento degli impianti ed i servizi ad essa dedicati, 40.000.000 €, come importo massimo per l'eventuale adesione al contratto della Giunta Regionale, il Consiglio Regionale, altre Pubbliche Amministrazioni sia che insistono sul territorio sia di altre regioni, fornitori individuati tramite procedura di scelta dal contraente, le Aziende Sanitarie e altri Enti del Sistema Sanitario Regionale e 13.788.00 €, un quinto degli importi precedenti, come importo massimo per l'eventuale proroga di 12 mesi del contratto quadro.

Nonostante la complessità dell'opera, l'appalto è stato suddiviso in un unico lotto in quanto i servizi e le forniture in oggetto presentano un'omogeneità ed una necessità di utilizzo in stretta interconnessione tra loro che hanno reso impossibile il frazionamento in più lotti funzionali senza incorrere in una manifesta perdita di efficienza e di economicità. Gli operatori economici hanno potuto partecipare alla gara anche sotto forma di Consorzi o Raggruppamenti temporanei di concorrenti. In questo caso la mandataria ha l'obbligo di eseguire le prestazioni oggetto dell'appalto in misura maggioritaria rispetto ad ogni altro singolo membro dell'operatore riunito. Inoltre, il subappalto era consentito ma non doveva in ogni caso essere superiore al 30% dell'importo complessivo del contratto quadro.

Per la partecipazione ogni soggetto ha dovuto dimostrare di avere determinati requisiti, idoneità e certificazioni nell'ambito della realizzazione e gestione di data center. Ogni concorrente ha inoltre dovuto presentare una relazione tecnica per l'effettuazione del servizio oggetto dell'appalto. La relazione tecnica è stata suddivisa in tre parti: una in cui sono state descritte le infrastrutture ed i servizi condivisi, una in cui sono stati descritti i sottosistemi e servizi del SCT e l'ultima in cui sono stati descritti gli elementi di impianto ed i servizi di manutenzione. Le offerte tecniche sono state valutate da una Commissione di aggiudicazione in più sedute riservate dopo che il Presidente di gara aveva valutato il rispetto dei requisiti di partecipazione da parte dei concorrenti. I punteggi sono stati poi comunicati in seduta pubblica dallo stesso Presidente e sommati a quelli ottenuti dalle offerte economiche, attribuiti in modo automatico da un sistema informatico che è andato anche a formulare la classifica di gara. Si è arrivati così alla dichiarazione dell'aggiudicatario dell'appalto.

Al bando di gara hanno risposto tre raggruppamenti temporanei di imprese le cui capogruppo erano importanti società italiane operanti anche a livello internazionale in diversi ambiti del settore IT cioè TIM, Aruba ed Engineering.

Del raggruppamento di imprese con capogruppo TIM si parlerà più approfonditamente nei paragrafi successivi in quanto aggiudicatario dell'appalto. La strategia di questo raggruppamento si è differenziata dagli altri in quanto ha puntato soprattutto sulla qualità dell'offerta tecnica, scelta risultata vincente dal momento che ha raggiunto il punteggio più alto per quanto riguarda questo ambito rispetto ai concorrenti, basandosi sulle pregresse esperienze in altre gare pubbliche di cui le imprese facenti parte del gruppo sono uscite vincitrici come quelle per SPC Cloud.

Il raggruppamento di imprese con Aruba come mandataria comprendeva anche Almaviva, TDGroup Italia e VARGroup. I punti di forza di questo raggruppamento sono stati l'importante presenza di Aruba nel territorio toscano, in modo da garantire una conoscenza approfondita del

contesto e delle esigenze peculiari di Regione Toscana, ed il fatto di poter garantire la continuità nell'attuale conduzione del TIX, grazie a TDGroup ed AlmvivA che hanno vinto il precedente appalto per la sua gestione.

Il raggruppamento di imprese con Engineering come mandataria comprendeva anche Infogroup, Ever Energy e ETC Engineering. La strategia del raggruppamento è stata quella di differenziarsi dagli altri proponendo un'offerta economica molto aggressiva, infatti è andato ad offrire il maggior ribasso tra i tre concorrenti, e puntando sull'esperienza maturata in ambito della sfera pubblica come dimostra il fatto che Engineering è una fra le poche aziende che possono fregiarsi del merito di aver presentato più di un progetto all'interno del premio "FORUM PA 2017 10X10", confermando il ruolo di partner primario nel percorso di rinnovamento della PA italiana.

### 3.4 Oggetto dell'appalto

Il SCT che Regione Toscana vuole realizzare con questo appalto rappresenta il consolidamento dell'attuale scenario, con particolare attenzione a garantire la piena compatibilità con il Cloud della PA delineato nel Piano Triennale.

Il SCT deve essere progettato e gestito come un unico data center virtuale, seppur articolato in un nodo primario, il TIX messo a disposizione da regione Toscana, ed almeno uno secondario allo scopo di garantire livelli di servizio differenziati in termini di disponibilità e continuità dei servizi applicativi, nonché garantire il disaster recovery dei dati e dei sistemi. Questa piattaforma tecnologica dovrà essere disegnata secondo il modello di dispiegamento Private/Community Cloud e dovrà essere basata su sistemi di virtualizzazione, orchestrazione ed automazione. Il SCT sarà al servizio di regione Toscana e di tutti gli enti aderenti. Questo sistema si articola in diversi componenti di cui l'appaltatore dovrà garantire la progettazione, realizzazione, sviluppo, esercizio, manutenzione ordinaria e correttiva per tutta la durata contrattuale:

- l'infrastruttura di rete locale presso il data center TIX ed i servizi di connettività ad altissima velocità e capacità tra i nodi costituenti il SCT,
- i servizi e i sistemi per la sicurezza perimetrale del SCT ed il collegamento alle reti esterne al sistema medesimo,

- un modello organizzativo e tecnico con il quale garantire il ciclo di vita, il controllo, il monitoraggio, la sicurezza e la privacy dei servizi IT previsti all'interno del SCT,
- una piattaforma di governo, orchestrazione e virtualizzazione per l'erogazione di servizi secondo il paradigma del Cloud Computing, sui diversi livelli e distribuita su i poli costituenti il SCT e pienamente compatibile con l'architettura del Cloud della PA,
- la componente del sistema SCT denominata "Regione Toscana Private Cloud", RTP.Cloud, infrastruttura di supporto al sistema informativo regionale, nonché ai servizi e sistemi regionali di interoperabilità e cooperazione trasversali a tutta la PA toscana.
- la componente del sistema SCT denominata "Community Cloud Territoriale Toscano", CCTT, infrastruttura di supporto dei servizi degli Enti e dei fornitori che aderiranno al contratto quadro.

L'oggetto dell'appalto è quindi quello di creare un data center virtuale distribuito su più nodi e diviso logicamente in due ambienti: RTP.Cloud, Regione Toscana Private Cloud, per l'interoperabilità operativa ed il supporto dei sistemi informativi regionali, e CCTT, Community Cloud Territoriale Toscano, per lo sviluppo dei servizi digitali per gli Enti del territorio. Tali componenti rappresentano un'evoluzione della situazione attuale e la loro progettazione e sviluppo dovranno avere un elevato grado di integrazione e cooperazione per ottenere la massima efficienza dell'intero sistema che condivide la stessa piattaforma.

Allo stesso tempo, l'appaltatore dovrà fin da subito garantire la piena efficienza e l'esercizio del TIX allo stato in cui gli verrà consegnato, e di tutto quanto è in esso presente, sia a livello di apparati industriali che di apparati informatici, al fine di erogare in continuità agli utenti tutto il complesso di servizi trasversali e verticali attivi presso di esso. L'oggetto dell'appalto comprende infatti anche la manutenzione, la gestione e l'esercizio delle infrastrutture IT presenti presso il data center TIX nel periodo che va dall'avvio dell'esecuzione del contratto fino alla migrazione dei servizi alle nuove infrastrutture. In questo periodo l'appaltatore dovrà garantire la gestione operativa dei servizi applicativi già erogati presso il data center senza interruzione di servizio. Questi servizi comprendono quelli per l'interoperabilità di base e applicativa, per la condivisione della conoscenza, a supporto del Sistema Informativo Regionale e del SSR, di posta elettronica ed i sistemi, servizi IaaS, PaaS e SaaS e le piattaforme di altri Enti aderenti. La migrazione potrà avvenire una volta che la nuova piattaforma tecnologica sarà stata collaudata, trasferendo in essa i servizi già attivi presso il TIX.

Il processo di realizzazione dell'intera opera prefigura tempi medio-lunghi, per questo l'appaltatore deve farsi carico del periodo di transizione per garantire quei servizi ritenuti indispensabili dalla Regione. Il tempo utile convenuto per dare l'opera completa in ogni sua parte e pronta al buon funzionamento è stabilito in 180 giorni naturali e consecutivi decorrenti dalla data del verbale di consegna.

L'aggiudicatario della gara ha inoltre l'obbligo di affiancare l'appaltatore uscente nei primi 30 giorni solari di decorrenza del contratto al fine di acquisire l'esatta conoscenza delle procedure operative.

L'appaltatore deve inoltre occuparsi della fornitura di servizi cloud, secondo le modalità previste, nei confronti della Regione Toscana, degli Enti e dei fornitori che aderiranno al contratto quadro. Anche la gestione del ciclo di vita, cioè dell'esercizio, controllo, manutenzione ordinaria ed evolutiva, di tali servizi è compresa nell'oggetto dell'appalto. L'Appaltatore dovrà garantire l'offerta anche di servizi accessori come quelli di co-location di server ed altri apparati IT presso il data center TIX, consistenti nella fornitura di energia elettrica e servizi IMAC di assistenza e gestione.

Oltre a questi devono essere assicurati tutta una serie di servizi generali, sia per la comunità degli Enti RTRT che per l'esercizio dell'Internet eXchange Point, e per l'interoperabilità di base.

Sono inoltre oggetto dell'appalto l'eventuale fornitura a richiesta di licenze software comprensive di manutenzione, o del semplice rinnovo della manutenzione di licenze d'uso software già acquisite, i servizi professionali, volti ad assicurare assistenza e supporto per l'addestramento all'uso delle nuove piattaforme ed alla migrazione dei sistemi IT nel SCT e la fornitura, l'installazione e l'esercizio in piena efficienza, compresi i servizi di assistenza e manutenzione, degli impianti, macchine ed apparecchiature industriali asserviti al data center TIX per tutta la durata contrattuale. Di questi ultimi dovrà inoltre essere garantita la progettazione esecutiva e la realizzazione di eventuali potenziamenti che potrebbero essere necessari.

In generale l'appalto prevede la fornitura di beni di diversa natura, sia ad acquisto garantito che opzionale, da parte solo di Regione Toscana, e la fornitura di servizi "a consumo" ad acquisto opzionale da parte di Regione Toscana e degli altri soggetti aderenti.

### 3.5 Novità rispetto alla versione precedente del TIX

Nei documenti di gara la Regione ha indicato le novità previste rispetto all'attuale versione del TIX. Le caratteristiche di maggiore rilevanza richieste al nuovo sistema saranno la robustezza, la disponibilità e la continuità dei servizi applicativi erogati secondo il paradigma del Cloud Computing.

In primo luogo, la regione intende rafforzare la robustezza complessiva del sistema andando ad individuare almeno un data center pubblico, messo a disposizione dell'aggiudicatario, aggiuntivo al TIX su cui articolare il SCT. In questo modo il sistema verrà progressivamente costituito su due nodi interconnessi ad alta velocità e capacità così da massimizzare l'affidabilità e garantire il più alto livello possibile di disponibilità e continuità dei servizi applicativi. Proprio per il fatto di distribuire il SCT su più nodi, dovranno essere realizzati collegamenti in fibra ottica ad altissima capacità fra il polo primario ed i poli secondari opportunamente ridondati ed una piattaforma gestionale unificante. L'obiettivo è quello di offrire prestazioni, affidabilità ed espandibilità adeguate.

Il modello XaaS attualmente adottato dovrà evolversi verso un modello ancor più completo e adeguato allo stato dell'arte. In particolare, l'automazione dovrà essere sviluppata a tutti i livelli, compresi quelli di monitoraggio e gestionale, e dovrà essere data la facoltà agli utenti di poter scegliere delle modalità di provisioning o monitoring quanto più possibili self-service. Così potranno essere garantite l'affidabilità, l'elasticità di gestione, la scalabilità delle risorse, il monitoraggio ed il controllo dei servizi e la misura e la rendicontazione delle risorse in uso da ciascun soggetto. La nuova piattaforma Paas/SaaS che verrà costituita dovrà essere completamente neutrale per garantire l'apertura a soluzioni di mercato e permettere alle amministrazioni di poter adottare modelli multi-fornitore. Tutti i servizi erogati presso il TIX dovranno essere finalizzati all'interoperabilità e dovrà essere garantita una piena compatibilità con il Cloud della PA.

Il SCT dovrà essere basato su sistemi di virtualizzazione, orchestrazione ed automazione e dovrà accogliere due ambienti diversi, funzionalmente distinti ma strettamente cooperanti tra loro, indicati come: RTP.Cloud e CCTT. Si dovrà quindi creare un Private Cloud della Regione Toscana che comprenda tutti i servizi di forte condivisione ed interoperabilità come CART, ARPA ed i sistemi e servizi a supporto dei sistemi informativi regionali, in tutte le sue componenti verticali di settore, e del Servizio Sanitario Regionale ed un Community Cloud territoriale toscano per mettere in atto iniziative a favore delle altre Pubbliche Amministrazioni

toscane e per la promozione di un nuovo modello di uso dell'IT nell'ambito della digitalizzazione della PA.

Per quanto riguarda l'ambiente RTP.Cloud dovranno essere realizzati l'infrastruttura orientata ai servizi ed il supporto ai sistemi informativi regionali mentre per quanto riguarda l'ambiente CCTT dovrà essere realizzato un sistema assimilabile ad un marketplace, definito e regolato da Regione Toscana, di servizi IT utilizzabili dalle Pubbliche Amministrazioni toscane. Il CCTT sarà realizzato attraverso lo sviluppo di servizi dedicati agli enti locali della Toscana attraverso il paradigma del Cloud Computing secondo logiche specifiche frutto delle relazioni tra gli enti locali stessi ed i fornitori privati di servizi. Questo ambiente infatti è destinato ad accogliere i servizi del SCT dedicati agli Enti aderenti ed ai fornitori di soluzioni software per la PA toscana. Il Private Cloud ed il Community Cloud dovranno essere tenuti distinti dal punto di vista gestionale e delle responsabilità ma dovranno condividere elementi infrastrutturali di comunicazione per cooperare tra loro allo scopo di formare un'unica infrastruttura ibrida di cloud privati.

Il sistema complessivamente si caratterizza quindi come un hybrid cloud, governato però da un'unica piattaforma di gestione e controllo detta Cloud Management Platform, CMP. La piattaforma sarà formata da un insieme integrato di componenti che permetta di gestire le risorse virtuali distribuite su più nodi ed erogare servizi di Cloud Computing, attraverso funzioni di virtualizzazione, orchestrazione ed automazione che permettono anche di disintermediare, ove possibile e richiesto, il rapporto tra Cloud provider e Cloud consumer. Tale piattaforma, in estrema sintesi, deve abilitare gli utenti del sistema a dispiegare i propri servizi nell'infrastruttura cloud utilizzando, nella misura e qualità necessarie, opportuni servizi IaaS/PaaS/SaaS messi a disposizione dalla piattaforma medesima. Il tutto in completa autonomia, attraverso interfacce web o apposite API che abilitino il self-provisioning e self-management dei servizi, e nella misura assegnata, per tanto la piattaforma deve prevedere dei metodi di accounting.

Questa infrastruttura ibrida dovrà poi essere capace di estendere la sua interoperabilità anche con i cloud pubblici e con il Cloud della PA. La compatibilità dell'architettura del SCT con quella del Cloud della PA dovrà permettere che i rispettivi tenant abbiano la possibilità di poter migrare da una all'altra in modo trasparente e che i tenant del Cloud Toscana abbiano la possibilità di poter utilizzare le risorse del Cloud della PA per traboccamenti di capacità computazionale o per il disaster recovery e la continuità applicativa.

## 3.6 Aggiudicatario dell'appalto

Il raggruppamento temporaneo di imprese vincitore del bando di gara è risultato essere quello composto da TIM, in qualità di mandataria, Dedalus, Enterprise Service Italia (società del gruppo DXC), IBM Italia e Lutech. Attualmente questo raggruppamento risulta quindi essere l'aggiudicatario provvisorio dell'appalto, in attesa che venga firmato il contratto che potrà sancire l'avvio dei lavori.

Il raggruppamento è stato formato per rispondere al meglio ai requisiti di gara e per riuscire a gestire ottimamente il complesso contesto in cui il SCT dovrà inserirsi e svilupparsi. Le aziende che lo costituiscono infatti possono complessivamente assicurare la migliore composizione per il raggiungimento degli obiettivi di Regione Toscana. Queste aziende hanno raggiunto una presenza ampia e consolidata sia nel mercato nazionale sia in quello globale dell'Information Technology, con un portafoglio di servizi e soluzioni in grado di supportare l'evoluzione digitale delle istituzioni pubbliche e delle aziende di tutti i settori. Hanno inoltre già maturato competenze ed esperienze nella progettazione ed esercizio di soluzioni cloud, con particolare riferimento alla Pubblica Amministrazione e alla Sanità. La loro prossimità fisica al luogo dove dovrà essere realizzato l'appalto, con persone e risorse operanti in Toscana, è un ulteriore motivo di sicurezza per il committente, oltre al fatto che le aziende del raggruppamento hanno già un'approfondita conoscenza delle reti e delle soluzioni ICT oggi in essere presso la Regione Toscana e la Comunità degli Enti interconnessi dalla RTRT. Possono infine assicurare una particolare attenzione al patrimonio e allo sviluppo delle proprie risorse professionali, a garanzia del supporto e dell'evoluzione del Sistema Cloud nella prospettiva temporale prevista dal contratto.

TIM, azienda italiana di telecomunicazioni, è la mandataria del gruppo. Offre in Italia e all'estero servizi di telefonia fissa e mobile, internet, contenuti digitali e Cloud, avvicinando le persone alle più innovative tecnologie dell'informazione e della comunicazione. Ha una grande esperienza anche in ambito pubblico in quanto è fornitore di servizi nel Sistema Pubblico di Connettività italiano e segue da anni la Pubblica Amministrazione verso il traguardo della piena digitalizzazione. Può inoltre contare su un'imponente infrastruttura di rete che ha permesso una diffusione capillare in tutto il Paese dei collegamenti in fibra ottica e della rete mobile LTE. Con particolare riferimento al progetto del sistema Cloud per Regione Toscana, TIM vanta una consolidata esperienza nella progettazione di servizi cloud per un'ampia gamma di clienti del mercato pubblico e privato. Questi servizi sono erogati attraverso una rete nazionale di sei data center e di tre centri servizi che, secondo il modello NGDC, Next Generation Data Center, si

configurano virtualmente come un unico data center. Questo permette la realizzazione di un modello integrato di erogazione dei servizi che si distingue per controllo diretto della qualità del servizio erogato, prossimità e sicurezza end to end. TIM si è inoltre aggiudicata la gara Consip SPC Cloud per il Lotto 1, in qualità di azienda mandataria di un raggruppamento che include DXC, e quindi gestisce numerosi contratti per Enti della PA e della Sanità nell'ambito di tale convenzione, ancora oggi attiva. TIM ha infine progettato e gestisce in ottica evolutiva la Rete Telematica di Regione Toscana.

Dedalus è il primo gruppo italiano nel software clinico sanitario, in particolare nei Sistemi Informativi Ospedalieri, ed essendo presente in quattro continenti è uno dei principali player internazionali nell'ICT sanitario. Dedalus è oggi una delle poche aziende del settore in grado di interpretare le esigenze operative della sanità, dalla medicina di base, al territorio, all'ospedale, garantendo la gestione integrata di tutti gli aspetti amministrativi, sanitari e clinici. L'azienda ha sviluppato infatti soluzioni in ambito di gestione digitale dei sistemi informativi ospedalieri, clinici e diagnostici, della filiera del farmaco, della sicurezza degli alimenti e dell'ambiente di lavoro, dell'interoperabilità per i processi di cooperazione clinico-sanitaria e del workflow amministrativo, logistico e finanziario.

Enterprise Services Italia è una società del gruppo DXC Technology che è una delle maggiori realtà globali del settore dei servizi IT. La missione del gruppo è accompagnare i clienti nel loro percorso di trasformazione digitale, aiutandoli a sfruttare l'innovazione per trarre beneficio dal cambiamento. L'offerta di DXC Technology comprende soluzioni digitali nei principali ambiti tecnologici innovativi come il Cloud Computing, gli Analytics e la sicurezza del business aziendale. In particolare, DXC Technology ha implementato una strategia aziendale che definisce ed evolve continuamente l'offerta di servizio nel mondo Cloud integrando le capability aziendali con i contributi e le soluzioni delle aziende partner, potendo così operare a livello globale per la progettazione e realizzazione di soluzioni Private Cloud e Hybrid Cloud in tutti i principali mercati come l'industria, le telecomunicazioni, la Pubblica Amministrazione e la Sanità. L'esperienza nel ramo del settore pubblico italiano è dimostrata dal fatto che tra i suoi principali clienti si possono elencare enti pubblici quali il Ministero dell'Istruzione Università e Ricerca, il Ministero dei Trasporti, il Ministero dell'Economia e delle Finanze, il Ministero della Giustizia, INPS, INAIL, Consip, AgID, Consob, la Corte dei conti ed il Dipartimento della Protezione Civile. Attualmente l'azienda è impegnata nell'implementazione di servizi cloud nella Pubblica Amministrazione italiana a seguito dell'aggiudicazione, insieme a TIM, del contratto SPC Cloud Lotto 1.

IBM Italia è parte integrante di IBM Corporation, leader globale del mercato IT. Il gruppo vanta il maggior numero di brevetti registrati nel campo della ricerca tecnologica: la sua divisione Research è la più grande del mondo dell'IT e dispone di laboratori e centri di ricerca che operano spesso in collaborazione con università o enti pubblici. In Italia, IBM è la prima società nel settore IT ad aver raggiunto il prestigioso traguardo della quadrupla certificazione dei servizi di outsourcing e cloud (IaaS, PaaS, SaaS) erogati dai data center dell'area di Milano e Roma. Nello specifico in ambito data center, come IBM gestisce oltre 400 data center e 46 IBM cloud data center in 68 paesi, tra cui 6 in Italia. In ambito della gestione della sicurezza, IBM dispone attualmente di più di 10 Security Operation Center situati in tutto il mondo, dove i team gestiscono e controllano miliardi di eventi sulla sicurezza 24x7 per più di 4.000 clienti: queste competenze hanno contribuito notevolmente per l'aggiudicazione della gara SPC Cloud Lotto 2, la cui convenzione per l'erogazione di servizi di gestione delle identità digitali e sicurezza applicativa alla Pubblica Amministrazione italiana è ancora in corso di validità. IBM vanta inoltre un'ampia e consolidata esperienza nell'esecuzione di progetti di IT Innovation per il settore pubblico. Degli esempi possono essere il progetto con il Dipartimento di Tecnologia della California, dove IBM ha realizzato un modello di Cloud Computing in grado di costruire e fornire servizi a tutte le agenzie statali governative e locali generando un risparmio sulle spese operative del 70%, oppure il progetto realizzato con Poste Italiane nel 2014 per la realizzazione di ambienti Cloud nella modalità IaaS e PaaS. Queste esperienze consentono di riutilizzare le best practices per offrire servizi cloud alla PA italiana in armonia con i servizi SPC Cloud già previsti.

Lutech è un System Integrator, presente sul mercato da oltre 15 anni, che progetta, realizza e gestisce soluzioni innovative in ambito ICT a supporto della Digital Transformation dei propri clienti a livello internazionale. Le competenze tecnologiche globali e l'ampia conoscenza dei mercati consentono a Lutech di offrire soluzioni e servizi di IT system integration come next-gen data center & Cloud, business applications, next-gen IT infrastructure con servizi di delivery, support and maintenance per le tecnologie dei principali vendor e soluzioni proprietarie per vertical market come piattaforme IoT, eHealth e cyber security. Le principali competenze di Lutech consistono nella progettazione, sviluppo e gestione di soluzioni di infrastrutture cloud innovative e nella consulenza per la trasformazione e l'integrazione delle soluzioni on-premise delle aziende verso modelli di hybrid cloud. Il mercato di riferimento di Lutech è rappresentato dalla Pubblica Amministrazione centrale e locale, dagli operatori di telecomunicazioni, da banche e società assicurative, da importanti aziende del settore industriale e del commercio.

Per quanto riguarda la divisione delle competenze nell'ambito della gara per il SCT, a livello di raggruppamento sono state fatte delle scelte sulla base delle caratteristiche distintive delle diverse aziende. TIM, oltre ad avere il ruolo di mandataria e quindi di gestione e raccordo di tutte le iniziative delle aziende del gruppo, si occuperà principalmente della parte infrastrutturale e della fornitura degli hardware e software necessari al corretto funzionamento degli ambienti RTP.Cloud e CCTT. Dedalus, vista la sua esperienza nel settore, concentrerà invece i suoi sforzi sullo sviluppo di soluzioni adeguate al Sistema Sanitario Regionale, la cui adesione al contratto quadro è un punto cruciale per il successo dell'iniziativa. La scelta di inserire nel raggruppamento tale società risiede proprio nel fatto di poter offrire alla Sanità Toscana soluzioni innovative e perfettamente rispondenti alle proprie esigenze dato che Dedalus è una società giovane, ma con grande esperienza internazionale, che risiede nel territorio e quindi ne conosce le peculiarità. DXC si occuperà della realizzazione della CMP, elemento principale su cui si basa tutto il sistema, mentre IBM avrà il compito di garantire la sicurezza informatica dell'intero sistema, tema fondamentale soprattutto quando si parla di dati appartenenti alla sfera pubblica. Proprio per la criticità di questi compiti, per il loro svolgimento sono state scelte due controllate italiane di gruppi leader a livello mondiale in ambito IT. Lutech infine si occuperà della parte relativa alla gestione degli impianti vista la sua grande competenza in ambito data center.

### **3.7 Offerta tecnica di TIM sulla base delle richieste di Regione Toscana**

All'interno della sua offerta tecnica, il raggruppamento di TIM ha dovuto descrivere una serie di elementi minimi indispensabili a soddisfare le richieste dell'appaltatore per ogni parte del sistema da realizzare cioè quella relativa alle infrastrutture e servizi condivisi, quella relativa ai servizi del SCT vero e proprio, nella sua divisione RTP.Cloud e CCTT, e quella relativa agli impianti ed ai servizi di manutenzione.

Per quanto riguarda la parte relativa ai sistemi condivisi, gli aspetti di maggiore interesse sono quelli relativi alla piattaforma di gestione del Cloud, alle infrastrutture ICT del SCT nel suo complesso e al modello organizzativo del team e agli strumenti di controllo che dovranno essere predisposti.

La piattaforma di gestione del Cloud o CMP, Cloud Management Platform, è l'elemento fondamentale su cui si appoggia tutto il sistema che dovrà essere costituito e deve quindi rispettare specifiche caratteristiche tecniche e funzionali. Per questo motivo il raggruppamento ha disegnato per Regione Toscana una soluzione di Cloud Management Platform in linea con le più recenti tendenze di mercato, capitalizzando le proprie esperienze nella realizzazione di piattaforme analoghe presso altri clienti, in particolare l'esperienza maturata nell'implementazione della piattaforma SPC Cloud secondo i requisiti formulati dall'AgID.

La CMP supporterà entrambi gli ambienti, RTP.Cloud e CCTT, gestendo tutte le risorse hardware di tipo computazionale, di memorizzazione dati e di rete del sistema, nonostante queste siano distribuite su due o più nodi geograficamente distinti, in modo completo ed integrato. Gestirà inoltre tutte le VNF implementate in modo che le risorse di ciascun cliente possano funzionare correttamente. Così potrà essere massimizzata l'efficienza del sistema e potranno essere garantiti il disaster recovery e la continuità dei servizi applicativi dispiegati sul SCT.

Questa piattaforma sarà costituita da risorse fisiche e componenti software open-source al fine di garantire un elevato grado di flessibilità ed apertura della soluzione e di evitare il lock-in tecnologico, rispettando così i requisiti generali indicati dalla Regione. L'architettura della soluzione si articola su una serie di blocchi funzionali integrati fra loro, implementati utilizzando specifiche soluzioni software che permettono di coprire tutti i requisiti della fornitura soprattutto per quanto riguarda le garanzie in termini di robustezza e scalabilità.

Il componente chiave della CMP è rappresentato dall'Hypervisor, o Virtual Machine Monitor, che permette la creazione ed il funzionamento delle macchine virtuali, indispensabili per il dispiegamento di servizi cloud. L'Hypervisor opera in modo trasparente e permette la virtualizzazione delle risorse dell'hardware che lo ospita, potendole inoltre allocare dinamicamente alle diverse macchine virtuali quando e dove necessario. In questo modo il tempo per la messa in opera di nuovi sistemi viene ridotto drasticamente. Infatti, una delle principali richieste di Regione Toscana è quella che l'orchestrazione delle risorse ed il provisioning dei servizi di Cloud Computing sia quanto più rapido possibile e ciò è realizzabile soltanto attraverso una massiccia automazione. Questa è possibile grazie anche a strumenti nella CMP proposta dal raggruppamento che presentano modalità evolute e flessibili di automazione e orchestrazione dei processi di acquisto, dispiegamento, configurazione e gestione dei servizi cloud.

Alla CMP è inoltre demandata un'altra funzione importante cioè quella di gestire l'integrazione del SCT con gli altri Cloud pubblici e privati al fine di realizzare sistemi di Cloud ibridi o inter-

Cloud. Questo requisito è particolarmente critico soprattutto in ottica di inserire il SCT in un'ottica più vasta, facendolo cooperare con il Cloud della PA nazionale che si sta formando. La CMP proposta da TIM ha quindi la capacità di dispiegare servizi sia sulla propria infrastruttura, sia su Cloud Provider di mercato o di community come nel caso di SPC Cloud. La CMP è inoltre il punto d'accesso dei potenziali clienti ai servizi erogati presso il TIX e quindi sono stati progettati adeguati sistemi di accesso ed interfacciamento dell'utente con la piattaforma oltre a sistemi di sicurezza per garantire la separazione dei diversi tenant e la riservatezza dei dati tra domini di responsabilità diversi. Attraverso la CMP, agli utenti sarà reso possibile l'accesso via web al catalogo dei servizi cloud disponibili che saranno attivabili e gestibili anche direttamente dai titolari degli stessi in modalità self-service. Gli utenti avranno accesso a soluzioni per seguire l'intero ciclo di vita di un'applicazione e gestirlo in maniera automatizzata attraverso la sua configurazione, dimensionamento, installazione, monitoraggio, misurazione, rendicontazione e controllo. L'erogazione dei servizi tramite la piattaforma CMP avverrà attraverso le due modalità operative richieste dalla Regione: self-managed, che rappresenterà la modalità default, in cui il soggetto titolare provvede in proprio all'esercizio, e fully-managed che prevede la completa gestione dell'istanza di servizio IaaS/PaaS da parte dell'appaltatore, comprese attività come la creazione delle istanze, l'eventuale gestione, ottimizzazione e personalizzazione del sistema operativo e dei middleware, l'aggiornamento dei server virtuali, la configurazione e ottimizzazione di parametri come quelli di memoria e la collaborazione con eventuali fornitori esterni.

La soluzione prevede infine anche il supporto del nuovo paradigma "container" e comprende strumenti per la gestione ed orchestrazione dei medesimi e la loro integrazione nel sistema complessivo. I container rappresentano un'evoluzione dei tradizionali servizi di Cloud Computing e permettono di creare ambienti isolati a livello di singola applicazione e non a livello di server in quanto la virtualizzazione avviene a livello di sistema operativo. I container permettono quindi di aumentare l'affidabilità e la sicurezza delle applicazioni e consentono un loro più rapido avvio, potendo utilizzare una minor quantità di risorse rispetto ad una virtual machine.

Le infrastrutture ICT del SCT comprendono tutte quelle risorse, sia dedicate che condivise, richieste per il corretto funzionamento degli ambienti RTP.Cloud e CCTT.

L'architettura proposta prevede un unico data center virtuale, articolato sul nodo primario TIX di Regione Toscana e su due nodi secondari, realizzati presso i data center di Roma-Acilia e Firenze-Bruni, appartenenti alla rete nazionale dei data center TIM. Il nodo di Roma, ubicato a debita distanza dall'area metropolitana di Firenze, dall'area alluvionale dell'Arno e dalle faglie

e microfaglie sismiche che interessano l'alta Toscana, sarà dedicato principalmente ai servizi di disaster recovery. La ridotta distanza del nodo di Firenze dal TIX garantisce invece il soddisfacimento del requisito per la continuità dei servizi applicativi erogati dal SCT.

Uno degli elementi fondamentali dell'intero SCT è quello relativo all'infrastruttura di rete e di sicurezza che sarà sviluppata su più livelli.

Una rete geografica inter-nodo che, grazie alla fibra ottica dedicata TIM per l'erogazione di banda ad altissima velocità, garantisce elevate prestazioni, un adeguato livello di ridondanza e l'espandibilità della soluzione. La robustezza della rete di comunicazione, che prevede collegamenti su coppie di fibre ottiche con percorsi completamente diversificati e la possibilità di far fronte alla caduta di uno dei link Firenze-Roma senza alcun impatto sui servizi applicativi, garantisce un altissimo livello di disponibilità.

Una rete locale dell'area ISP, dell'area RTRT e dell'area data center nel nodo primario con le relative estensioni logiche nei nodi secondari. Queste reti, completamente ridondate, sono dedicate all'interconnessione del Sistema Cloud Toscana con Internet e con RTRT. La separazione fisica delle macro-aree assicura la continuità dei servizi anche in caso di malfunzionamenti, siano essi riconducibili a Enti RTRT o a ISP, senza conseguenze sul funzionamento degli altri servizi. La rete locale del data center, pur essendo unica dal punto di vista fisico, è quella che permette la suddivisione logica dei contesti RTP.Cloud e CCTT. Si basa su un approccio Software Defined Network che permette di gestire da un unico punto le diverse virtual network e si integra completamente con il livello di underlay e con gli ambienti di virtualizzazione previsti nella CMP.

Infine, una rete virtuale del data center che permette lo sfruttamento delle funzioni virtualizzate alle risorse dei vari tenant e che permette anche l'integrazione degli apparati in co-location con le reti virtuali dei singoli tenant. La differenziazione tra i diversi domini di competenza ed autorità, RTP.Cloud e CCTT e relativi tenant, sarà assicurata a livello logico con tecniche di software defined data center e network function virtualization. Il progetto prevede l'arricchimento della rete con meccanismi per il bilanciamento del carico e funzioni evolute di sicurezza.

Inoltre, sono previsti un primo livello di sicurezza della rete, composto da firewall fisici che si occupano anche della regolazione del traffico, e degli strumenti per il monitoraggio della rete locale e troubleshooting dei malfunzionamenti, con performance di gran lunga superiori a quelle attualmente in uso presso il TIX.

Saranno inoltre fondamentali per gli ambienti RTP.Cloud e CCTT delle infrastrutture di calcolo, di storage e di backup ad elevate prestazioni e adeguatamente dimensionate per poter

erogare correttamente tutti i servizi per Regione Toscana e per gli Enti pubblici aderenti. Il raggruppamento ha così optato per l'utilizzo di tecnologie fornite da leader mondiali come Cisco e IBM che assicurano massima affidabilità, scalabilità e semplicità di gestione e manutenzione. Per rispettare le indicazioni della Regione, le risorse sono progettate per garantire un'elevata disponibilità dei servizi ed una continuità applicativa, rispettivamente sul singolo nodo e sul SCT nel suo complesso, attraverso un'opportuna ridondanza degli apparati. L'ultimo elemento progettato per quanto riguarda i sistemi condivisi è il modello organizzativo per la gestione del ciclo di vita dei servizi oggetto dell'appalto con i relativi strumenti da utilizzare per il loro governo, gestione e controllo.

La soluzione organizzativa proposta dal raggruppamento è intesa a facilitare la Regione nel governo efficace dei contratti e nell'erogazione puntuale dei servizi e a perseguire la diffusione dei servizi sul territorio. I suoi punti qualificanti sono l'individuazione di una strategia di go-to-market, a supporto sia del ruolo di riferimento di Regione Toscana nell'innovazione della PA nazionale sia della diffusione dei servizi sul territorio regionale, ed un chiaro focus sull'innovazione continua dei servizi, basato sulle esperienze del Raggruppamento in Italia e all'estero e sul coinvolgimento dei centri di competenza delle aziende raggruppate.

Il modello organizzativo si basa su best-practices internazionali e su un team di lavoro composto da un adeguato numero di risorse umane con competenze e certificazioni professionali ritenute idonee per l'espletamento dell'appalto così come richiesto dalla Regione. Una parte di queste risorse sarà localizzata presso il data center, come riferimento operativo e di gestione tecnica dei sistemi, ed una parte presso centri di servizio remoti, principalmente per la gestione di eventi, incidenti e problemi anche nelle ore notturne e festive, a completamento delle attività erogate in orario normale dai gruppi di lavoro allocati presso il TIX. Nella struttura organizzativa, comprendente anche direttore tecnico, managers e referenti per l'innovazione, sono indicati chiaramente il ruolo ed i limiti di responsabilità di ogni risorsa così da avere un coordinamento ottimale e garantire l'efficacia ed efficienza d'azione.

Il raggruppamento garantirà il governo dei processi di gestione attraverso l'utilizzo di un'unica piattaforma integrata in grado di coprire tutte le funzioni di supporto ai processi di servizio, alla gestione dei documenti e della reportistica, al Project Management e alla gestione delle risorse. Gli strumenti di governo dei processi di gestione hanno un elevato grado di interoperabilità e uniformità nell'accesso e, ove possibile, sono integrati con gli strumenti operativi a supporto dei processi di erogazione dei servizi.

Seguendo le indicazioni del capitolato, è stata prevista l'adozione di una piattaforma di monitoraggio in grado di controllare tutte le componenti di un'infrastruttura complessa come

sistemi, apparati, servizi e applicazioni in modo semplice da gestire e con un elevato grado di personalizzazione ed integrazione con la CMP e gli strumenti di governo. Il sistema di monitoraggio proposto è scalabile, per garantire le prestazioni al crescere delle esigenze dei sistemi da monitorare, e ridondato, per sopravvivere a guasti e disastri. Infine, è di facile accesso al personale preposto a questa attività e completo di tutte le informazioni sugli elementi oggetto di monitoraggio.

Inoltre, è stato previsto un service desk, correlato con gli strumenti di gestione e contattabile attraverso vari canali tra cui portale web, e-mail e telefono. Questo perché la Regione ha richiesto che in ambiente fully-managed, l'utente del sistema interagisca per le funzioni di dispiegamento, modifica e gestione di un servizio attraverso il service desk che deve inoltre trattare tutte le richieste informative, amministrative e tecniche.

Un ulteriore aspetto fondamentale relativo a questo ambito è rappresentato dal modello organizzativo per la sicurezza, i cui processi, strutture operative, misure ed accorgimenti previsti assicurano la sicurezza dei dati e delle procedure presenti nel data center e garantiscono un corretto processo di gestione della privacy. Il modello organizzativo per la sicurezza proposto dal raggruppamento deriva in larga parte dall'esperienza maturata da IBM nell'erogazione dei servizi SPC Lotto 2 contestualizzata sulle esigenze di Regione Toscana.

Per quanto riguarda la parte relativa ai sottosistemi e servizi del SCT, la Regione ha esigenze diverse a seconda che l'ambiente sia quello adibito a RTP.Cloud o quello per il CCTT.

Il sottosistema RTP.Cloud deve essere composto da infrastrutture IT che sono state inizialmente dimensionate dal raggruppamento con un numero di risorse maggiore a quello minimo richiesto da Regione Toscana, prevedendo una crescita già dal primo anno in ogni loro parte: di calcolo, di storage e backup, di rete virtuale con miglioramenti per il bilanciamento e la sicurezza evoluta. La gestione, virtualizzazione, orchestrazione ed automazione dell'infrastruttura relativa al RTP.Cloud saranno a carico della CMP che quindi è stata ulteriormente e adeguatamente caratterizzata. In aggiunta, Regione Toscana intende realizzare in questo ambiente un sistema di archiviazione a lungo termine di cui quindi sono state progettate da TIM le architetture e le soluzioni tecnologiche per garantire stabilità e resilienza. Gli attuali sistemi IT della regione saranno migrati nella nuova infrastruttura e quindi sono stati dettagliati la strategia ed il processo previsti per questo passaggio. La migrazione avrà impatti minimali all'operatività ordinaria dei sistemi, delle applicazioni e dei database grazie anche al fatto di sfruttare i vantaggi della virtualizzazione che permette una certa flessibilità ed il contenimento dei rischi. La piattaforma IT per il corretto funzionamento del sottosistema RTP.Cloud è

formata da infrastrutture di memorizzazione e di calcolo esclusivamente dedicate a Regione Toscana e con spese di investimento a suo diretto carico.

Anche il sottosistema CCTT deve presentare dei requisiti prestazionali minimi, che sono stati soggetti a miglioramenti evidenziati in fase d'offerta. Questo ambiente sarà costituito da un'architettura hardware e software, in coerenza con gli altri sottosistemi ed integrabile con la CMP, con una distribuzione di risorse e servizi tra i nodi del SCT. L'architettura proposta per il CCTT è basata sull'utilizzo della virtualizzazione per garantire ai servizi erogati scalabilità, affidabilità, sicurezza nonché l'operatività 24h per 365 giorni all'anno. Le infrastrutture di sicurezza, di calcolo, di storage, di backup e le funzioni di rete sono state inizialmente dimensionate per assicurare i servizi applicativi già attivi sull'infrastruttura esistente, come ad esempio SaaS, IaaS o PaaS, agli Enti che hanno già aderito al TIX, nel quale caso è stata anche prevista la migrazione nei nuovi apparati, ed i servizi richiesti dagli Enti che avranno manifestato interesse a aderire al nuovo contratto durante il periodo transitorio. Il sottosistema CCTT sarà inoltre connesso all'area di co-location prevista presso il TIX per permettere agli Enti aderenti di poter gestire congiuntamente tutti le loro risorse. L'infrastruttura del CCTT sarà a carico dell'appaltatore, che ne rimarrà l'unico proprietario, e andrà a formare la piattaforma per l'erogazione dei servizi dedicati agli Enti. Il raggruppamento provvederà a proprie spese anche alla sua regolare manutenzione ed esercizio per tutto il periodo contrattuale, provvedendo anche alle espansioni che si dovessero rendere necessarie al crescere dei servizi acquisiti dai soggetti aderenti al contratto.

Per entrambi gli ambienti è stato inoltre progettato un servizio di disaster recovery e continuità applicativa su richiesta della Regione. Per garantire il corretto funzionamento di queste soluzioni è stato previsto l'utilizzo dei due nodi secondari di proprietà di TIM che rispettano i requisiti minimi di capacità e sicurezza e sono collegati attraverso una rete proprietaria affidabile ed efficiente in grado di assicurare le prestazioni ed i livelli di servizio necessari. Il data center di Acilia, attraverso servizi erogati in modalità as-a-Service, dovrà garantire servizi di disaster recovery dei dati e dei servizi erogati dai sottosistemi presso il nodo primario, nonché il supporto per l'erogazione dei servizi applicativi critici senza soluzione di continuità, anche in caso di caduta totale del nodo primario o di un suo malfunzionamento parziale. Il modello tecnico del disaster recovery, ed anche quello che implementa il servizio di continuità applicativa attraverso il nodo secondario di Firenze, è integrato con la CMP e sono previste strategie e soluzioni tecniche per il rientro alle normali funzionalità in caso di scenario di crisi, con particolare riguardo non solo alle macchine virtuali ma anche agli ambienti legacy, non virtualizzati e proprietari. Inoltre, è garantito che senza alcuna distinzione di modalità tecnica

ed in modo pressoché trasparente, gli utenti del SCT possano utilizzare servizi di disaster recovery, continuità applicativa o altri servizi di Cloud Computing erogati dal Cloud della PA, e viceversa.

Anche gli stessi servizi SaaS, IaaS e PaaS erogati dall'appaltatore attraverso le risorse del TIX sono stati progettati dal raggruppamento per rispettare i requisiti minimi richiesti dalla Regione e presentano miglioramenti aggiuntivi in relazione all'architettura proposta col fine di erogare un servizio ottimale ai soggetti pubblici aderenti. L'erogazione di tali servizi richiederà l'utilizzo di software open-source e di software commerciali installati nelle istanze logiche.

I servizi di tipo IaaS attengono alla fornitura di servizi virtualizzati di calcolo (cpu, ram), dati (storage, backup), rete e sicurezza. I servizi IaaS che saranno erogati attraverso il TIX sono quelli di tipo compute, ad esempio una virtual machine, detta VM base, con prestazioni minime garantite in termini di CPU, memoria, spazio, disco e funzioni di rete che possono essere aumentate secondo necessità, di tipo storage, che mettono a disposizione spazio disco come opzione aggiuntiva ad un'istanza compute e di backup che permettono di effettuare il backup dello spazio disco messo a disposizione da una istanza storage. L'utente sarà in grado di collegare tutte le proprie istanze compute e configurare tutte le opzioni aggiuntive possibili, come il servizio di Next Generation FireWall as-a-Service per la sicurezza evoluta, tramite il sistema di self-provisioning, nei limiti delle risorse o servizi disponibili e dei permessi posseduti.

I servizi di tipo PaaS si basano su una o più istanze di tipo compute, tipicamente una o più VM, su cui saranno automaticamente installati uno o più pacchetti software di middleware o database con una configurazione di default standardizzata. Le prestazioni di questi servizi dipenderanno quindi dalle istanze compute, adeguatamente dimensionate, dove sono dispiegati.

I servizi SaaS progettati dalle aziende raggruppande per l'erogazione a tutti gli Enti aderenti sono il servizio di posta elettronica, il servizio di disaster recovery as-a-Service per data center esterni al SCT, il servizio di collaborative editing per la visualizzazione e modifica via web di documenti da parte di più utenti contemporaneamente, il servizio di SMS server ed i servizi basati su prodotti SAS Institute. I servizi SaaS proposti rappresentano il giusto equilibrio fra continuità e innovazione e, ove possibile, sono stati costruiti su soluzioni tecnologiche già utilizzate in Regione Toscana. Saranno inoltre spesso dispiegati in container, in modo da facilitare il deployment delle istanze e rendere più semplice la loro gestione.

Oltre a questi sono stati progettati i servizi generali sia per la comunità degli Enti RTRT che per l'esercizio dell'Internet eXchange Point. Questi servizi comprendono la gestione del

sistema informativo contenente tutte le informazioni degli ISP e la fornitura di uno strumento per la gestione ed il controllo delle infrastrutture comuni e per l'analisi e monitoraggio del traffico di rete per l'individuazione di eventuali anomalie sugli switch dell'IXP. Per gli enti locali toscani è previsto un sistema di Information e Service desk, in qualità di centro tecnico della RTRT, con, tra gli altri, i compiti di fornire supporto e assistenza tecnica, monitorare e controllare la rete in tutta la sua estensione, informare gli enti sui servizi disponibili in rete e sulle relative modalità di fruizione, gestire e registrare i nomi a dominio e assegnare gli indirizzi IP.

Saranno inoltre forniti servizi condivisi per l'interoperabilità di base. Di questa categoria fanno parte il servizio per la risoluzione dei nomi DNS, per ottimizzare il numero di nameserver e assicurare la gestione delle interfacce web, il servizio per il tempo di rete NTP, per la sincronizzazione degli orologi dei sistemi IT, il sistema di web/mail hosting che Regione Toscana mette a disposizione dei piccoli comuni, l'infrastruttura di videocomunicazione e per le chiamate VoIP per gli Enti RTRT, il servizio di video-streaming erogabile sia in modalità on-demand che live ed il servizio Newsletter.

Le ultime richieste della Regione, che il raggruppamento ha descritto come intende soddisfare nell'offerta tecnica, riguardano la parte della fornitura degli elementi di impianto ed il servizio di manutenzione. Il TIX è già attrezzato degli impianti industriali necessari come alimentazione, raffreddamento, antincendio e controllo degli accessi. Le aziende raggruppande provvederanno al loro potenziamento e forniranno le nuove macchine e apparati industriali necessari per il corretto funzionamento dell'intero sistema. Inoltre, gestiranno la sede e tutti gli impianti industriali, vecchi e nuovi, asserviti al data center TIX, facendosi carico di tutti i costi di esercizio, potenza elettrica compresa, per tutta la durata del contratto. La soluzione progettuale proposta dal Raggruppamento per assicurare i livelli di servizio richiesti da Regione Toscana mira a conseguire gli obiettivi di qualità delle infrastrutture, durabilità nel tempo ed efficienza dei consumi, nel rispetto delle norme cogenti in materia.

### **3.8 Obiettivi dell'appalto, benefici e rischi per la PA nell'utilizzo del SCT**

Il Sistema Cloud della Toscana ha come obiettivo principale quello di abilitare la costruzione di un ecosistema di servizi digitali per il settore pubblico toscano. In questo modo può essere

avviato un processo evolutivo nell'erogazione di servizi digitali su infrastrutture condivise, ma anche e soprattutto un cambio di paradigma nel modello di erogazione, con la volontà di rappresentare un momento di forte razionalizzazione delle risorse e di risposta alle esigenze di innovazione della PA locale in Toscana.

Questi obiettivi si esplicano soprattutto attraverso lo sviluppo dell'ambiente CCTT come struttura abilitante per il processo di digitalizzazione delle Pubbliche Amministrazioni dato che rappresenta un'evoluzione degli attuali sistemi verso uno strumento innovativo che può portare all'avvio di un percorso di ammodernamento della modalità di erogazione dei servizi IT per la PA toscana. Questo ambiente tecnologico potrà soddisfare le esigenze tecnologiche delle Pubbliche Amministrazioni che potranno utilizzare il Cloud Toscana come principale fonte di distribuzione di soluzioni software scalabile ed affidabile. Il nuovo TIX infatti avrà e un listino di servizi di tipo applicativo ed offrirà così la possibilità agli Enti di scegliere il prodotto da usare da un catalogo di prodotti certificati, da utilizzare in un ambiente attivo 24h, sicuro e controllato. In questo modo gli enti potranno cogliere tutte le opportunità che il Cloud può offrire per quanto riguarda l'innovazione tecnologica, l'efficienza ed il risparmio economico potendo disporre di infrastrutture e piattaforme condivise a basso costo, elevate prestazioni e soprattutto con maggiori garanzie di sicurezza e di continuità del servizio.

Il nuovo TIX può inoltre rappresentare uno strumento fondamentale per una ulteriore razionalizzazione di tutte le infrastrutture IT pubbliche, andando verso la semplificazione e l'efficienza della PA. Ad oggi la PA Toscana è ancora caratterizzata da un numero molto alto di CED, centri di elaborazione dati, per la maggior parte molto piccoli e gestiti internamente che, oltre a rappresentare dei costi molto elevati a causa di una spesa per l'ICT non coordinata, portano alla frammentazione delle risorse ICT, alla mancanza di integrazione tra i sistemi informativi delle PA e alla lentezza nelle procedure. Il SCT invece offre un ambiente unico, sicuro ed affidabile per tutta la sfera pubblica toscana che attraverso di esso può garantire una qualità dei servizi decisamente superiore con un notevole contenimento dei costi. Favorisce quindi il processo per la convergenza e l'interoperabilità delle diverse banche dati e supporta la riorganizzazione degli enti locali nell'ottica della gestione associata dei servizi.

Questo modello inoltre facilita la cooperazione fra le Pubbliche Amministrazioni e lo sviluppo di iniziative di collaborazione con aziende pubbliche e private per la creazione di nuovi servizi ai cittadini basati sull'arricchimento delle funzionalità digitali e sull'uso di paradigmi tecnologici quali intelligenza artificiale, robotica, IoT e automazione per rimanere in linea con i principi del Piano Industry 4.0 del MISE e con la crescita organizzativa e tecnologica in atto nelle aziende private.

Il SCT può anche essere l'ecosistema all'interno del quale si colloca e si sviluppa la digitalizzazione del Sistema Sanitario della Toscana. Infatti, come risposta al mutare delle condizioni sociali, economiche e demografiche della popolazione, il Sistema Sanitario potrà usare l'evoluzione tecnologica e i processi di innovazione come leve strategiche importanti per allineare le risposte ai bisogni e per garantire allo stesso tempo la sostenibilità del sistema nel suo complesso.

Il SCT può inoltre giocare un ruolo fondamentale nella crescita del Community Cloud della PA italiana, unitamente a SPC Cloud e agli altri Cloud che potranno nascere nel futuro prossimo. L'obiettivo di Regione Toscana è infatti quello di qualificare il TIX come Polo Strategico Nazionale viste le elevate prestazioni che potrebbe garantire e l'importanza strategica sul territorio.

Il Sistema Cloud Toscana può quindi portare numeri benefici alle Pubbliche Amministrazioni in quanto la soluzione progettuale proposta da TIM come mandataria del raggruppamento, con l'obiettivo di sostenere l'agenda della Regione Toscana e il suo percorso verso la digitalizzazione dei servizi per gli enti del territorio, si caratterizza per elevati livelli di:

- Funzionalità

La Cloud Management Platform proposta dal Raggruppamento recepisce le migliori esperienze maturate nella comunità internazionale dei vendors di soluzioni cloud ed è progettata per massimizzare la capacità di erogare agli enti aderenti un'ampia gamma di servizi in linea con lo stato dell'arte e, allo stesso tempo, per consentire a Regione Toscana il massimo grado di flessibilità nella configurazione dei servizi stessi. In questo modo gli enti possono avere servizi innovativi personalizzabili e perfettamente aderenti alle proprie esigenze.

- Sicurezza

La soluzione proposta adotta le più evolute best practices per la protezione dei dati e dei sistemi, sia in termini tecnologici che organizzativi, con l'adozione di misure preventive, proattive e reattive per la gestione degli incidenti di sicurezza. Il tema della protezione dei dati dei cittadini è infatti fondamentale e sarebbe difficilmente perseguibile per i piccoli enti senza ingenti investimenti. Avere a disposizione un data center di proprietà pubblica offre il notevole vantaggio per le PA sul territorio di avere un luogo sicuro dove far risiedere i propri dati garantiti per la sicurezza e per la privacy. Nel caso una PA utilizzasse data center di privati non avrebbe le stesse garanzie, a

partire dal fatto che potrebbe non essere in grado di sapere dove risiedono effettivamente i propri dati.

- Apertura

L'architettura proposta ricerca il migliore equilibrio tra soluzioni leader di mercato e soluzioni aperte, grazie all'impiego di Open Source per elementi chiave e privilegiando soluzioni di vendors aperte ad integrazioni di tipo standard. Gli enti possono adottare quindi anche soluzioni di più fornitori diversi, di cui è garantita la piena interoperabilità con le risorse allocate presso il TIX. Si raggiunge così l'obiettivo di ridurre il lock-in con i fornitori e poter usufruire di soluzioni a minor costo.

- Robustezza

Il progetto prevede una infrastruttura distribuita comprendente il TIX e due dei data center della rete TIM, in particolare quello di Acilia e di Firenze, interconnessi con collegamenti dedicati ad altissima velocità con architettura completamente ridondata. La gestione integrata di risorse IT e di rete, unitamente alla disponibilità di due poli geograficamente distanti per implementare i servizi di disaster recovery e business continuity offre la massima garanzia agli enti per la continuità dei servizi erogati.

- Operatività

Il modello organizzativo proposto rappresenta il mix ottimale fra supporto on-site e centri di servizio remoti, in grado di coprire tutte le esigenze di supporto della Regione e degli enti aderenti. Gli strumenti proposti per il governo e la gestione dei servizi sono tutti leader di mercato nei rispettivi comparti, e consentono di raggiungere livelli elevati di efficienza ed efficacia. In questo modo non è più necessario che gli enti si occupino in prima persona della gestione dei sistemi IT, risparmiando sulla necessità di avere personale altamente specializzato al proprio interno.

- Innovazione, intesa soprattutto come diffusione dei servizi innovativi sul territorio

La proposta include soluzioni specifiche di go-to-market e comunicazione, intese a massimizzare la diffusione dei servizi presso gli enti pubblici toscani e a stimolare università, enti di ricerca e aziende private a sviluppare nuove applicazioni, in modo da favorire l'evoluzione dei servizi pubblici nel territorio e rendere evidente a livello nazionale l'azione innovativa di Regione Toscana come motore del cambiamento.

I benefici non si limitano soltanto alla sfera pubblica perché il SCT può permettere di esprimere una domanda di qualità idonea a sostenere l'innovazione delle imprese produttrici di software per la PA e permettere loro di rimanere allineate ai nuovi paradigmi emergenti sul mercato

internazionale. Il CCTT sarà infatti organizzato come erogatore di servizi interoperabili sul Sistema Cloud Toscana sia agli enti pubblici, sia ai fornitori di servizi applicativi per la definizione di un'offerta di servizi SaaS verso i medesimi soggetti. Uno dei vantaggi principali è inoltre quello di consentire a coloro che si occupano di sviluppare servizi digitali per gli Enti della Pubblica Amministrazione, di disinteressarsi completamente delle problematiche di implementazione, gestione e manutenzione della sottostante infrastruttura IT, attività che vengono demandate al gestore della piattaforma, per potersi concentrare sulle loro attività core e lanciare servizi ai cittadini in maniera sempre più rapida ed efficiente. Quindi, il TIX può essere visto come luogo di crescita dei servizi sviluppati dalle imprese, che possono usufruire delle piattaforme sviluppate dalla Regione e dalla PA Toscana. Può inoltre essere un'opportunità anche per le azioni di ricerca ed innovazione da svolgersi in partnership con le aziende private, ad esempio per la sperimentazione di soluzioni innovative nell'ambito delle smart cities.

Il modello organizzativo proposto dal raggruppamento è quindi inteso non soltanto ad assicurare a Regione Toscana e agli enti aderenti un governo efficace dei contratti e un'erogazione puntuale dei servizi, ma anche a diffondere i nuovi servizi presso gli enti locali, in modo da rafforzare il ruolo della Regione come polo di erogazione di servizi e attore dell'innovazione nella PA italiana.

Il modello dà particolare risalto al tema dell'innovazione amministrativa e del go-to-market in quanto si basa sulla promozione e diffusione del valore del SCT come strumento di riferimento nella digitalizzazione della PA toscana e come best practice a livello nazionale, sulla proposizione agli enti locali dei servizi forniti dal TIX per la modernizzazione dei procedimenti amministrativi, ivi inclusa la diffusione della consapevolezza del valore del modello Cloud e dei benefici che ne derivano, e sull'evoluzione dei servizi erogati dal TIX grazie ad esperienze maturate presso contratti analoghi in Italia e all'estero.

Questa attività di promozione dei servizi del TIX presso gli enti locali da parte delle aziende del raggruppamento è fondamentale per mitigare i rischi che la realizzazione di quest'opera comporta. Infatti, se tutti gli enti locali non saranno adeguatamente coinvolti e convinti dei benefici dell'utilizzo del SCT, quest'ultimo sarebbe difficilmente sostenibile e non porterebbe all'obiettivo di razionalizzazione della spesa pubblica auspicato. Soprattutto il Sistema Sanitario deve essere incentivato ad abbandonare le infrastrutture attualmente utilizzate e aderire al contratto in quanto la sua partecipazione garantirebbe uno sviluppo sostenibile del TIX e farebbe da traino a molti altri enti pubblici del territorio.

Uno dei rischi che gli enti potrebbero avvertire nell'aderire al SCT può essere quello relativo al lock-in con il fornitore in quanto una volta dismessi i propri sistemi IT e riassegnati il proprio personale, l'ente diventa strettamente connesso al fornitore e potrebbe non disporre più di competenze in ambito IT al proprio interno. Questo rischio è mitigato dal fatto di come è stata richiesta da Regione Toscana la progettazione del sistema che deve essere quanto più aperto e flessibile possibile, garantendo agli enti di poter usare modelli multi-fornitore di cui viene garantita l'interoperabilità. Anche la mancanza di competenze IT al proprio interno non dovrebbe rappresentare un grosso rischio in quanto il raggruppamento garantisce completa assistenza agli enti per la configurazione dei servizi attraverso personale dedicato in ogni momento. Un altro rischio potrebbe essere rappresentato dalla migrazione degli applicativi dai sistemi legacy verso le nuove infrastrutture. Tuttavia, anche questa operazione fa parte dell'oggetto dell'appalto e deve essere garantita dalle aziende raggruppande in massima sicurezza e senza perdita di dati.

Difficilmente però gli enti saranno disposti ad abbandonare sin da subito i propri sistemi IT perché rappresentano per loro un costo sommerso che cercheranno di sfruttare il più a lungo possibile. Almeno inizialmente quindi potrebbe essere utile spingere sui servizi di co-location, che portano vantaggi economici agli utilizzatori sin da subito, per poi accompagnare l'ente in un percorso di migrazione verso i servizi cloud che sia il più graduale possibile.

Gli enti che aderiranno al contratto dovranno comunque essere pronti ad un profondo cambiamento organizzativo e culturale al proprio interno. Non dovranno infatti più gestire in prima persona complessi sistemi IT ma si troveranno a confrontarsi con diversi soggetti esterni alla propria organizzazione. Quindi, dovranno modificare le proprie competenze per gestire attentamente le relazioni con i fornitori e sviluppatori di servizi cloud per governarli efficacemente.

# Conclusioni

La digital transformation sembra quindi essere un passaggio obbligato per le aziende di telecomunicazioni per riuscire a ritagliarsi nuovamente un ruolo da protagoniste sul mercato. Nonostante fino ad oggi gli investimenti per l'adeguamento dei processi e delle infrastrutture siano stati ingenti, almeno in Italia le Telco sono riuscite ad ampliare il proprio portafoglio d'offerta con successo solamente per quanto riguarda il mercato del Cloud Computing che sono riuscite a penetrare ottenendo buoni risultati mentre la diffusione di soluzioni applicative in altri ambiti digitali rimane ancora limitata. Risulta però evidente che l'attuale situazione sarà nuovamente stravolta dal pieno sviluppo della tecnologia 5G, di cui le Telco possono essere in pieno controllo, che potrà permettere loro di esplorare tutta una serie di nuovi servizi a cittadini ed imprese con prestazioni enormemente superiori a quelli finora sviluppati, permettendo così il pieno compimento delle possibilità offerte dai nuovi paradigmi come l'Internet of Things.

La situazione mondiale è molto dinamica ed in continuo cambiamento e risulta quindi difficile fare delle previsioni su quello che sarà lo scenario competitivo del mondo IT nei prossimi anni e sul successo o meno di tutte le iniziative digitali messe in piedi grazie alle nuove opportunità tecnologiche attualmente a disposizione delle aziende. Sicuramente però la sfida delle Telco per avere successo non consisterà soltanto nell'adeguamento delle proprie infrastrutture e dei processi aziendali e nello sviluppo di nuove tecnologie ma dovranno essere capaci di analizzare attentamente i nuovi mercati digitali che si stanno formando per andare ad investire in quelle soluzioni che possono rispondere in maniera migliore alle esigenze dei clienti, cercando inoltre la loro migliore modalità di erogazione, così da riuscire nuovamente a fidelizzarli e garantire la sostenibilità futura del proprio business.

Un ruolo da protagonista in questo scenario lo avranno sicuramente le istituzioni pubbliche che dovranno cercare di agevolare l'innovazione all'interno dei vari paesi. Gli enti pubblici dovranno a loro volta abbracciare la digitalizzazione, per aumentare la propria efficienza ed offrire nuovi servizi ai cittadini, e dovranno garantire una corretta crescita del mercato. Nonostante molti dei paradigmi tecnologici che si stanno sviluppando siano ancora in fase embrionale, serviranno al più presto delle regolamentazioni unitarie che vadano a sostenere una corretta competizione, possibilmente anche a livello globale, che garantiscano che ogni soggetto possa trovare la giusta remunerazione ai propri investimenti. In questo modo si potrà diffondere l'innovazione tecnologica e sfruttare a pieno tutte le opportunità economiche e sociali ad essa connesse.

# Bibliografia

**AGCOM**, *Osservatorio sulle comunicazioni*, n. 1, 2019.

**AgID**, *Piano triennale per l'informatica nella Pubblica Amministrazione 2019-2021*, Roma, 2019.

**AgID**, *Il Cloud della PA*, AgID - Team Digitale, Roma, 2019.

**Anitec-Assinform**, *Il digitale in Italia 2018: mercati, dinamiche, policy*, Roma, 25 ottobre 2018.

**Antonelli F., Polosa M. e Zabatta L.**, Le sfide di Telecom Italia Digital Solutions, *Notiziario Tecnico TIM*, anno 23, n. 3, pp. 10-17, 2014.

**Arduini D., Biagetti M., Reggi L. e Zanfei A.**, How advanced are Italian regions in terms of public e-services? The construction of a composite indicator to analyze patterns of innovation diffusion in the public sector, *Telecommunications Policy*, vol 38, pp. 514-529, 2014.

**Artusio L., Manzolini A. e Santilli L.**, La trasformazione digitale per gli operatori di telecomunicazioni, *Notiziario Tecnico TIM*, anno 27, n. 1, pp. 16-27, 2018.

**Assintel**, *Disegniamo insieme l'evoluzione digitale del Sistema Italia*, Assintel Position Paper, Milano, 2018.

**Assintel**, *Il mercato ICT e l'evoluzione digitale in Italia: Orientamenti della domanda, valori di spesa, scenari globali*, Assintel Report 2019.

**Bagnasco E.M. e Ciccarella G.**, Verso la rete dei contenuti, *Notiziario Tecnico TIM*, anno 23, n. 2, pp. 20-33, 2014.

**Bagnasco E.M., Cavallo S. e Rocca G.**, Digital Life: le piattaforme abilitanti, *Notiziario tecnico TIM*, anno 23, n.3, pp. 18-33, 2014.

**Balboni G.P., Ciccarella G. e Ghibauda C.L.**, Telco e OTT: dalla competizione alla cooperazione, *Notiziario Tecnico TIM*, anno 24, n. 3, pp. 28-37, 2015.

**Bauer S., Lehr W., Smaragdakis G. e Stocker V.**, The growing complexity of content delivery networks: Challenges and implications for the Internet ecosystem, *Telecommunications Policy*, vol 41, pp. 1003-1016, 2017.

**Bauer J.M. e Knieps G.**, Complementary innovation and network neutrality, *Telecommunications Policy*, vol 42, pp. 172-183, 2018.

**BEREC**, *BEREC Guidelines on the Implementation by National Regulators of European Net Neutrality Rules*, Riga, 2016.

**Castellani L.**, *Com'è il "Cloud alla Toscana" per PA e imprese: la ricetta della Regione*, Agenda Digitale, 20 aprile 2017,

<https://www.agendadigitale.eu/infrastrutture/come-il-cloud-alla-toscana-per-pa-e-imprese-la-ricetta-della-regione/>.

**Cavazzoni C., Santinelli N. e Vercellone V.**, Network Automation SDN/NFV, *Notiziario Tecnico TIM*, anno 27, n. 1, pp. 28-43, 2018.

**Cisco**, *Cisco Visual Networking Index: Forecast and Trends 2017–2022*, White Paper Cisco Public, 2019.

**Cloud Kiter**, *Cenni di NFV: mini-guida per neofiti sui concetti alla base di NFV e SDN*, Roma, 2016.

**Cocchi F.F., Filangieri C. e Livatino A.**, Nuvola Italiana 2.0, *Notiziario Tecnico TIM*, anno 20, n. 2, pp. 64-73, 2011.

**D'annunzio A. e Reverberi P.**, Co-investment in ultra-fast broadband access networks: Is there a role for content providers?, *Telecommunications Policy*, vol 40, pp. 353-367, 2016.

**Daccò M., Canal G., De Rose S. e Parlati G.**, IT Transformation Fly Together, *Notiziario Tecnico TIM*, anno 27, n.1, pp. 54-63, 2018.

**Decina M.**, *Obiettivo del 5G sono i modelli di sviluppo per i servizi digitali*, Corriere Comunicazioni, 19 gennaio 2018,

<https://www.corrierecomunicazioni.it/telco/decina-obiettivo-del-5g-modelli-sviluppo-servizi-digitali/>.

**Deloitte**, *Tech Trend 2017: The kinetic enterprise*, Deloitte University Press, 2017.

**Di Mauro M., Arciulo M., Murri P. e Somma A.**, I cluster dei servizi 5G, *Notiziario tecnico TIM*, anno 26, n. 2, pp. 8-15, 2017.

**Di Mauro M. e Somma A.**, New Digital Services, *Notiziario Tecnico TIM*, anno 26, n.3, pp. 2-11, 2017.

**Elia G. e Minerva R.**, OTT & Telco: quale cooperazione, *Notiziario Tecnico TIM*, anno 23, n. 3, pp. 78-85, 2014.

**Ericsson**, *Ericsson mobility report*, Stoccolma, novembre 2018.

**European Commission**, *5G for Europe: An Action Plan*, Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the regions, Brussels, 2016.

**European Commission**, *Identification and quantification of key socio-economic data to support strategic planning for the introduction of 5G in Europe*, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2016.

**Fiordalisi M.**, *Cloud, I-com: “Risparmi record per la PA e forte aumento della produttività per le aziende”*, Corriere Comunicazioni, 28 marzo 2019,

<https://www.corrierecomunicazioni.it/digital-economy/cloud/cloud-i-com-risparmi-record-per-la-pa-e-forte-aumento-della-produttivita-per-le-aziende/>.

**FTTH Council Europe**, *5G and FTTH: The Value of Convergence*, studio presentato da Raf Meersman, CEO Comsof, presso la FTTH Conference 2019, Amsterdam, 13 marzo 2019.

**FTTH Council Europe**, *Fixed-Mobile Network Convergence The Key Role of Fibre*, white paper by the deployment & operations committee, 2019.

**Garante per la protezione dei dati personali**, *Cloud Computing: Indicazioni per l'uso consapevole dei servizi*, 2012.

**Garante per la protezione dei dati personali**, *Regolamento generale sulla protezione dei dati*, Regolamento (UE) 2016/679 del Parlamento europeo e del Consiglio del 27 aprile 2016, Aggiornato alle rettifiche pubblicate sulla Gazzetta Ufficiale dell'Unione europea 127 del 23 maggio 2018.

**Geymonat M., Silvestri F. e Solari A.**, OSS Transformation, *Notiziario Tecnico TIM*, anno 27, n. 1, pp. 44-53, 2018.

**Gruber H.**, Proposals for a digital industrial policy for Europe, *Telecommunications Policy*, vol 43, pp. 116-127, 2019.

**Haug K.C., Kretschmer T. e Strobel T.**, Cloud adaptiveness within industry sectors – Measurement and observations, *Telecommunications Policy*, vol 40, pp. 291-306, 2016.

**I-Com**, *Cantiere Digitale: Lo stato di avanzamento nelle reti e nei servizi*, Studio I-Com per AIP, Roma, convegno annuale 2018.

**ISTAT e FUB**, *Internet@Italia 2018 Domanda e offerta di servizi online e scenari di digitalizzazione*, Roma, 2018.

**ITMedia Consulting e Luiss DREAM**, *La migliore regolazione per lo sviluppo della Gigabit Society. Tecnologie abilitanti, evoluzione dei servizi e best option infrastrutturali*, Roma, 2018.

**Janssen M. e Joha A.**, *Challenges for adopting Cloud-based Software as a Service (SaaS) in the public sector*, paper presentato alla 19th European Conference on Information Systems, ECIS, Helsinki, 2011.

**Krämer J. e Wohlfarth M.**, Market power, regulatory convergence, and the role of data in digital markets, *Telecommunications Policy*, vol 42, pp 154-171, 2018.

**Kshetri N.**, Institutional and economic factors affecting the development of the Chinese cloud computing industry and market, *Telecommunications Policy*, vol 40, pp. 116-129, 2016.

**Kshetri N.**, Privacy and security issues in cloud computing: The role of institutions and institutional evolution, *Telecommunications Policy*, vol 37, pp. 372-386, 2013.

**Lofrumento G.**, Le applicazioni nel Cloud: opportunità e prospettive, *Notiziario Tecnico TIM*, anno 20, n. 1, pp. 80-91, 2011.

**Longo A.**, 2018: quale futuro per i padroni delle TLC?, Nòva, Il Sole 24 Ore, 10 dic 2017, [https://nova.ilsole24ore.com/esperienze/2018-quale-futuro-per-i-patroni-delle-tlc/?refresh\\_ce=1](https://nova.ilsole24ore.com/esperienze/2018-quale-futuro-per-i-patroni-delle-tlc/?refresh_ce=1).

**Marrone M.**, Nuove reti per nuovi servizi: la sfida degli operatori telefonici per cambiare l'Italia, *Agenda Digitale*, 24 luglio 2017, <https://www.agendadigitale.eu/infrastrutture/nuove-reti-per-nuovi-servizi-la-sfida-degli-operatori-telefonici-per-cambiare-litalia/>.

**Meloni F.**, La PA diventa "cloud first" nel 2019, ecco cosa cambia, *Agenda Digitale*, 21 dicembre 2018, <https://www.agendadigitale.eu/infrastrutture/la-pa-diventa-cloud-first-nel-2019-ecco-cosa-cambia/>.

**Montalbano G., Tiano C. e Valant F.**, Cloud Computing: le soluzioni di Telecom Italia, *Notiziario Tecnico TIM*, anno 20, pp. 92-105, 2011.

**Net Consulting**, *La Governance della Contaminazione Digitale*, CIO Survey XII edizione, 2018.

**NewVantage Partners**, *Data and Innovation: How Big Data and AI are Driving Business Innovation*, executive summary of findings, Boston, Big Data executive survey 2018.

**NIST**, *The NIST definition of Cloud Computing*, NIST Special Publication 800-145 di Mell P. e Grance T., Gaithersburg, USA, settembre 2011.

**Osservatori Digital Innovation**, *Il Cloud in Italia: lo scenario di mercato*, Report dell'Osservatorio Cloud & ICT as a Service, Politecnico di Milano, Milano, ricerca 2017.

**Osservatori Digital Innovation**, *La Cloud Transformation e la filiera ICT*, Report dell'Osservatorio Cloud Transformation, Politecnico di Milano, Milano, ricerca 2017.

**Osservatori Digital Innovation**, *Un modello di Cloud ibrido per la PA alla luce del Piano Triennale*, Slide Booklet dell'Osservatorio Cloud per la PA, Politecnico di Milano, Milano, ricerca 2018.

**ParkMyCloud**, *AWS vs Azure vs Google Cloud Market Share 2019: What the Latest Data Shows*, di Katy Stalcup, 30 aprile 2019, <https://www.parkmycloud.com/blog/aws-vs-azure-vs-google-cloud-market-share/>.

- Parker G.G., Van Alstyne M.W. e Choudary S.P.**, *Platform Revolution: How Networked Markets Are Transforming the Economy - and How to Make Them Work for You*, W.W. Norton & Co Inc, New York, 2016.
- Patuano M.**, *Un nuovo modello di business per le telecomunicazioni*, Il Sole 24 Ore (originariamente pubblicato su Harvard Business Review), 2 dicembre 2015, <https://st.ilsole24ore.com/art/tecnologie/2015-12-02/un-nuovo-modello-business-le-telecomunicazioni-133712.shtml?uuid=ACZeZdlB>.
- Rosenberg J. e Mateos A.**, *The Cloud at Your Service: The when, how, and why of enterprise Cloud Computing*, Manning Publications, New York, 2010.
- Sfodera F.**, *Casi di Marketing*, vol 13, FrancoAngeli s.r.l., Milano, 2017.
- Statista**, *Telecommunications industry in Italy*, dossier 2018, <https://www.statista.com/study/40642/telecommunications-industry-in-italy-statista-dossier/>.
- Szkuta K., Pizzicannella R. e Osimo D.**, Collaborative approaches to public sector innovation: A scoping study, *Telecommunications Policy*, vol 38, pp. 558-567, 2014.
- Vannucchi G.**, Internet e le dinamiche dei ruoli degli OTT (“*Over The Top*”) e Telco nel panorama ICT, *Mondo Digitale*, anno 14, n. 60, novembre 2015.
- Yu J., Xiao X. e Zhang Y.**, From concept to implementation: The development of the emerging cloud computing industry in China, *Telecommunications Policy*, vol 40, pp. 130-146, 2016.
- Zizza R.**, La trasformazione digitale: IT di TIM evolve verso IT as a Service, *Notiziario Tecnico TIM*, anno 27, n. 1, pp. 10-15, 2018.