



**UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PADOVA**  
**DIPARTIMENTO DI SCIENZE ECONOMICHE ED AZIENDALI**  
**"M.FANNO"**

**CORSO DI LAUREA IN ECONOMIA**

**PROVA FINALE**

**"L'IMPATTO ECONOMICO DEL CLOUD COMPUTING TRA RISCHI  
E OPPORTUNITÀ"**

**RELATORE:**

**CH.MO PROF. MANENTI FABIO**

**LAUREANDO/A: BOSCATO LUCA**

**MATRICOLA N. 1164486**

**ANNO ACCADEMICO 2019 – 2020**



# Indice

<b>Introduzione</b>	<b>5</b>
<b>1 Il Cloud Computing</b>	<b>7</b>
1.1 Definizione.....	7
1.2 Caratteristiche .....	8
1.3 Modelli di servizio .....	9
1.4 Modelli di distribuzione.....	12
<b>2 Opportunità e rischi del Cloud Computing</b>	<b>15</b>
2.1 Impatto economico .....	15
2.1.2 Benefici derivanti dall'adozione del Cloud Computing.....	15
2.1.3 Barriere e ostacoli all'adozione del Cloud Computing .....	20
2.2 Impatto ambientale .....	24
2.3 Regolamentazioni .....	27
<b>3 Il Cloud Computing come risorsa flessibile</b>	<b>33</b>
3.1 Introduzione al modello .....	33
3.2 Il modello.....	34
3.3 Come si sviluppa il modello .....	35
3.3.1 Social Optimum.....	35
3.3.2 Monopolio .....	38
3.4 Risultati finali .....	39
<b>Conclusioni</b>	<b>41</b>
<b>Bibliografia</b>	<b>43</b>



# Introduzione

L'attuale crisi sanitaria che sta colpendo tutto il mondo sta incoraggiando sempre di più l'utilizzo di servizi digitali portando le persone a rivoluzionare le loro abitudini e il loro modo di lavorare; internet e le sue funzionalità diventano così l'ancora di salvezza per molte imprese e istituzioni che hanno intravisto nel mondo online l'unica soluzione ai loro problemi. Ed è proprio qui, ora più che mai, che il cloud computing si inserisce e, associato a concetti quali smart working e digitalizzazione, rappresenta una risorsa essenziale per lo svolgimento di queste attività. Durante la crisi Covid-19 il cloud ha dimostrato concretamente il proprio valore consentendo a milioni di aziende di operare senza soluzione di continuità, anche con una forza lavoro attiva da remoto. Secondo un'analisi di Canalys (2020) si tratta infatti di un buon momento per il cloud computing: nel primo trimestre di quest'anno i servizi infrastrutturali hanno registrato un record a livello mondiale, riportando una crescita a doppia cifra del 34% per un valore di 31,0 miliardi di dollari. Ci troviamo appunto nell'era dell'ampia diffusione, dove se pur permangono sfide significative, soprattutto dal punto di vista della sicurezza, della gestione e dell'orchestrazione, il cloud si è affermato pienamente come un "must to have", non solo dal punto di vista del contenimento dei costi ma soprattutto come risorsa indispensabile per accompagnare l'azienda nella sua evoluzione. Tuttavia, se da una parte la domanda di prodotti di collaborazione online, e-commerce e servizi cloud consumer ha determinato un forte incremento del consumo di infrastrutture cloud, a beneficio di tutti i principali fornitori di cloud, dall'altra parte tutto ciò è stato compensato da un rallentamento delle migrazioni aziendali più complesse e dei progetti di trasformazione legate al cloud causati dall'entrata in vigore di misure fortemente restrittive e del lock down. Il concetto di cloud computing non è tuttavia così innovativo come sembra, in quanto la sua origine viene fatta risalire all'inizio degli anni '60 quando John McCarthy, in un discorso tenuto per il centenario del MIT, propose l'idea di un uso in time sharing del computer venduto sulla base del concetto di utilità (come succede per l'energia elettrica). Nel tempo questo concetto si è trasformato grazie soprattutto allo sviluppo tecnologico che ha permesso di rendere realizzabile quello che al tempo era solo un'idea, tanto che, ancora oggi, esistono varie definizioni di cloud computing.

L'obiettivo di questo elaborato è quello di analizzare cosa si intende oggi per cloud computing e qual è l'impatto economico di questa tecnologia mostrando in particolare le opportunità e rischi ad essa legati. Il lavoro viene quindi suddiviso in più parti: una prima in

cui si cerca di definire il concetto di cloud computing e i diversi modelli di cui è composto; una seconda parte in cui viene invece analizzato l'impatto economico e ambientale del cloud computing sulle imprese e gli attori coinvolti sottolineando inoltre quali siano le regolamentazioni volte a favorirne l'adozione; infine, una terza parte in cui viene presentato e discusso il modello presentato da Wing Man Wynne Lam (2017), la quale analizza l'efficienza dell'investimento in risorse flessibili, quali ad esempio il cloud computing, e l'impatto della correlazione della domanda sugli investimenti in tali risorse.

# Capitolo 1

## Il Cloud Computing

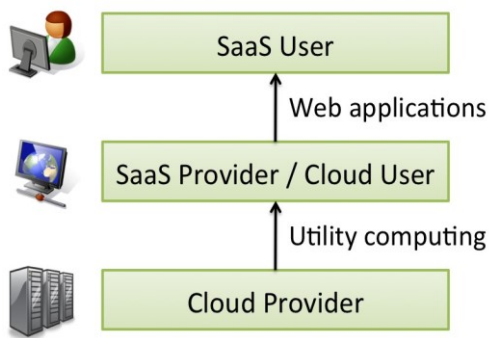
### 1.1 Definizione

Uno dei motivi per cui esistono molteplici definizioni del cloud computing è che il cloud computing non si riferisce a una tecnologia specifica, ma piuttosto a un concetto che comprende un insieme di tecnologie combinate (Schubert et al., 2010).

Il cloud computing può essere inteso come un modello di servizio per la fornitura online di risorse informatiche come servizi. In particolare, consente una condivisione scalabile delle risorse e dei costi on-demand tra un gran numero di utenti finali. Consente inoltre a questi di elaborare, gestire e archiviare i dati in modo efficiente, a velocità molto elevate e a prezzi ragionevoli. Infatti, i clienti del cloud computing non hanno bisogno di installare alcun tipo di software e possono accedere ai loro dati in tutto il mondo da qualsiasi computer, purché sia disponibile una connessione Internet. Molti servizi come la posta elettronica basata sul web utilizzano le tecnologie di cloud computing, in quanto sono più veloci, più economici e più flessibili rispetto ai metodi di calcolo convenzionali. I servizi cloud come i social network (Facebook o Twitter) e gli strumenti di collaborazione (audio, strumenti di videoconferenza e webinar, ecc.) stanno cambiando il metodo delle persone nell'accesso al business, nella fornitura e nella comprensione delle informazioni. Il cloud computing sblocca dunque l'accesso a tecnologie future ed emergenti, come l'intelligenza artificiale, l'Internet delle cose e la blockchain e svolge così un ruolo chiave nel promuovere un'economia europea competitiva e innovativa nell'era digitale.

I modelli di cloud computing sono caratterizzati da tre attori principali:

- **Cloud provider:** colui che fornisce l'infrastruttura.
- **Service provider** (o cloud user): colui che utilizza l'infrastruttura per fornire applicazione o servizi agli utenti finali.
- **Service consumer:** colui che utilizza i servizi sull'infrastruttura.

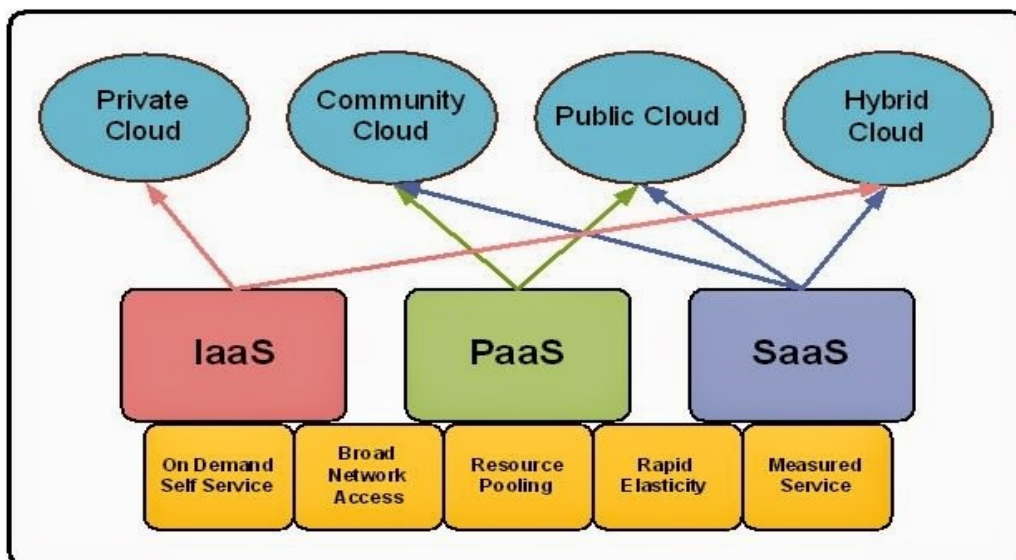


**Figura 1.1:** i tre attori principali del cloud computing

Una delle definizioni più conosciute del cloud computing viene fornita dal NIST (US National Institute of Standards and Technology), in cui il cloud viene definito come:

"un modello per consentire l'accesso comodo e on-demand ad un pool condiviso di risorse di calcolo configurabili (ad es. reti, server, storage, applicazioni e servizi) che può essere rapidamente fornito e rilasciato".

Sempre secondo il NIST, questo modello di cloud computing è caratterizzato da cinque caratteristiche fondamentali, tre modelli di servizio e quattro modelli di distribuzione.



**Figura 1.2:** definizione di cloud computing secondo il NIST

## 1.2 Caratteristiche

Le seguenti caratteristiche, che sono generalmente inerenti al cloud computing, non sono necessariamente una caratteristica di ogni soluzione di cloud ma gettano ulteriore luce sul



concetto. Secondo il NIST (2011), Armbrust et al. (2009) e Schubert et al. (2010) tali caratteristiche sono:

- **On-demand self-service** = gli utenti del cloud possono procurarsi unilateralmente le risorse di calcolo, come il tempo del server e lo storage di rete, in base alle necessità in modo automatico senza richiedere l'interazione umana con ogni fornitore di servizi.
- **Broad network access** = le risorse sono disponibili in rete e sono accessibili attraverso standard che promuovono l'uso di piattaforme cliente eterogenee, sottili o spesse (ad esempio smartphone, tablet, laptop o PDA<sup>1</sup>).
- **Resource pooling** = le risorse informatiche del fornitore sono messe in comune per servire più consumatori utilizzando un modello multi-tenant<sup>2</sup>. Gli utenti non conoscono l'effettiva posizione fisica delle risorse se non ad un livello di astrazione molto ampio. Queste ultime si adattano alle esigenze di chi le richiede. Esempi di risorse includono la memorizzazione, l'elaborazione, la memoria e la larghezza di banda della rete.
- **Rapid elasticity** = le risorse sono fornite in modo elastico e veloce. Il cliente ha la possibilità di acquistare l'uso di risorse in qualsiasi quantità ed in qualunque momento, avendo la percezione di una disponibilità potenzialmente infinita che si adatta alle proprie esigenze.
- **Measured service** = i sistemi cloud controllano ed ottimizzano automaticamente l'uso delle risorse. L'utilizzo delle stesse può essere monitorato, controllato e segnalato fornendo trasparenza sia al fornitore che all'utilizzatore del servizio. In questo modo il cliente pagherà solo l'utilizzo effettivo del servizio (pay-per-use).

### 1.3 Modelli di servizio

I modelli di servizio del cloud computing sono caratterizzati da un'architettura a cascata in cui i servizi a un livello superiore, come identificato da Weinhardt et al. (2009), "incapsulano la funzionalità dai livelli sottostanti aggregando ed estendendo le componenti di servizio attraverso tecnologie di composizione e mash-up<sup>3</sup>". Essi classificano un livello di cloud

---

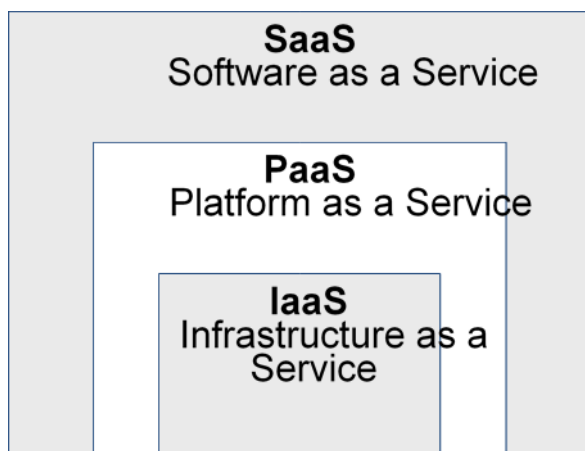
<sup>1</sup> Personal Digital Assistant, detto anche computer palmare.

<sup>2</sup> In un modello multi-tenant tutti gli utenti e le applicazioni condividono un'infrastruttura comune gestita a livello centrale.

<sup>3</sup> In informatica un mash-up è un sito o un'applicazione web di tipo ibrido, cioè tale da includere dinamicamente informazioni o contenuti provenienti da più fonti.

[Digitare qui]

come più alto nell'architettura (o a un livello di astrazione più alto) se i suoi servizi possono essere composti da servizi provenienti dai livelli sottostanti.



**Figura 1.3:** il modello SPI

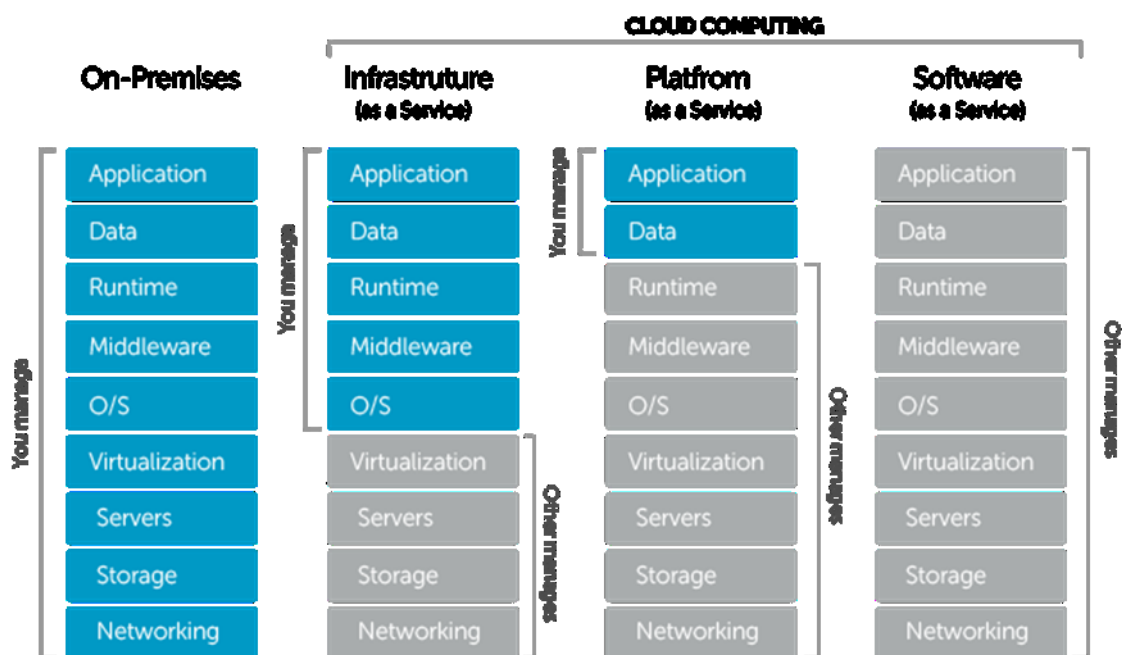
I tre modelli descritti nel modello NIST, conosciuti come modello SPI, sono:

- **Software as a service (SaaS)** = è il modello di servizio in cui la capacità fornita al consumatore è quella di utilizzare le applicazioni del fornitore che girano su un'infrastruttura cloud. Il fornitore di servizi sul cloud ospita e gestisce l'intera infrastruttura IT, oltre a occuparsi di manutenzione e sicurezza. L'utente potrà accedere e modificare solo specifiche impostazioni, o aggiungere funzionalità opzionali, durante la sessione di configurazione. Nella maggior parte dei casi, quando si parla di SaaS si fa riferimento alle applicazioni per utenti finali.  
Esempi: le applicazioni di elaborazione testi e di posta elettronica come GoogleDocs e Gmail, le applicazioni di Customer Relationship Management (CRM) di salesforce.com, così come i servizi di backup, recupero e, in una certa misura, di distribuzione e pubblicazione di contenuti come Dropbox o Office365.
- **Platform as a service (PaaS)** = si tratta di un modello in cui rispetto al SaaS il consumatore ha il controllo sulle applicazioni distribuite ed eventualmente sulle configurazioni dell'ambiente. Sarà compito del provider incaricarsi delle decisioni riguardanti l'infrastruttura in cui il software verrà sviluppato ed eseguito, del sistema

operativo messo a disposizione, il linguaggio di programmazione, le relative API<sup>4</sup> e le varie configurazioni della piattaforma. L'utente è esonerato da tali compiti, la piattaforma infatti permette di svilupparvi applicazioni all'interno senza preoccuparsi della struttura hardware sottostante.

Esempi: Google App Engine, Microsoft Azure, IBM Bluemix o le piattaforme di sviluppo di applicazioni force.com.

- **Infrastructure as a service (IaaS)** = è il modello di servizio in cui la capacità fornita al consumatore è quella di fornire l'elaborazione, lo storage, le reti e altre risorse informatiche fondamentali. L'utente non gestisce o controlla l'infrastruttura cloud sottostante, ma ha il controllo sui sistemi operativi, le applicazioni implementate ed eventualmente un controllo limitato di alcuni componenti di rete selezionati (ad esempio, firewall host). Si tratta della categoria di base dei servizi di cloud computing. Esempi: Amazon Elastic Compute Cloud EC2, Rackspace Cloud, Oracle.



**Figura 1.4:** i modelli di servizio

<sup>4</sup> Le API sono delle interfacce grafiche che sviluppatori e programmatori terzi possono utilizzare per espandere le funzionalità di programmi, applicazioni e piattaforme di vario genere (software e non solo). Utilizzando un'API, un programmatore può far interagire due programmi (o due piattaforme, o un programma e una piattaforma) altrimenti tra loro incompatibili.

## 1.4 Modelli di distribuzione

Quando si decide di scegliere per le soluzioni offerte dal cloud computing, un'azienda deve effettuare varie considerazioni sul tipo di modello da utilizzare per i propri servizi cloud.

Questa scelta è fondamentale e decisiva: si decide quale è la priorità dell'azienda, se preferire i bassi costi o la elevata sicurezza e privacy dei dati.

Sempre richiamando la definizione proposta dal NIST, i cloud, secondo i modelli di distribuzione, si dividono in:

- **Public Cloud** = l'infrastruttura cloud è predisposta per l'uso aperto da parte del pubblico. In un public cloud il servizio è allestito e gestito totalmente dal fornitore di servizi di cloud computing. L'infrastruttura della “nuvola” è di proprietà di un'organizzazione che vende i servizi ai privati o ad un gruppo di imprese. Le offerte iniziali possono essere gratuite oppure distribuite secondo un modello pay-per-use. Esso utilizza inoltre un approccio multy-tenancy. I principali vantaggi per l'utilizzatore sono dati dall'annullamento dei costi di start-up, la delega della gestione dei rischi al fornitore e le economie di scala. Tuttavia, la maggior preoccupazione rimane la sicurezza e la privacy dei dati.  
Esempi di Public Cloud sono: Amazon Web Services (AWS), Microsoft Azure, IBM Bluemix, Google Cloud Platform (GCP), Oracle Cloud e Aruba Cloud.
- **Private Cloud** = l'infrastruttura cloud fornisce uso esclusivo a una singola organizzazione che comprende clienti multipli. Può essere inoltre gestita dall'impresa stessa o da una di terze parti ed essere ubicata in sede oppure fuori sede. La sicurezza e la riservatezza è sicuramente un punto di forza per questo tipo di modello. Esso trasforma le risorse IT dell'azienda in servizi e le rende dinamiche, flessibili ed economicamente vantaggiose; utilizza inoltre un approccio single-tenancy. Per questi motivi, il cloud privato è considerato l'opzione più sicura, ma ha un potenziale ridotto per le economie di scala e gli aumenti di produttività disponibili attraverso le opzioni multi-tenant.  
Esempi di Cloud Privato sono: VMWare e SalesForce.
- **Hybrid Cloud** = l'infrastruttura cloud è la combinazione di due o più infrastrutture cloud distinte (private o pubbliche) che rimangono entità uniche nonostante siano legate tra di loro. L'obiettivo di questo modello è quello di ridurre i limiti dei due modelli precedenti, ottenendo così un servizio più flessibile. Idealmente, l'approccio ibrido consente alle aziende di trarre vantaggio dalla scalabilità e dal rapporto costo-

beneficio che un'ambiente di cloud computing pubblico offre senza esporre applicazioni critiche e dati a vulnerabilità di terze parti. Per sfruttare al meglio questo servizio, deve essere effettuata un'attenta analisi su quali servizi debbano appartenere al public cloud e quali al private cloud. Ad esempio, un'organizzazione potrebbe utilizzare un servizio di cloud pubblico, come Amazon S3 per i dati archiviati continuando però a mantenere in-house i dati di archiviazione dei clienti.

- **Community Cloud** = l'infrastruttura cloud è fornita per l'uso esclusivo da parte di determinati gruppi di utenti appartenenti ad un'organizzazione o comunità, che hanno interessi in comune (ad esempio, la missione, i requisiti di sicurezza, le politiche e le considerazioni sulla conformità). Può essere di proprietà, gestita e utilizzata da una o più organizzazioni della comunità, da una terza parte o da una combinazione di queste, e può essere ospitata internamente o esternamente. In questo modo i costi risultano meno distribuiti rispetto al cloud pubblico ma sicuramente maggiormente del cloud privato. Dei casi di community cloud sono apps.gov e data.gov, servizi cloud computing offerti dal governo degli Stati Uniti.

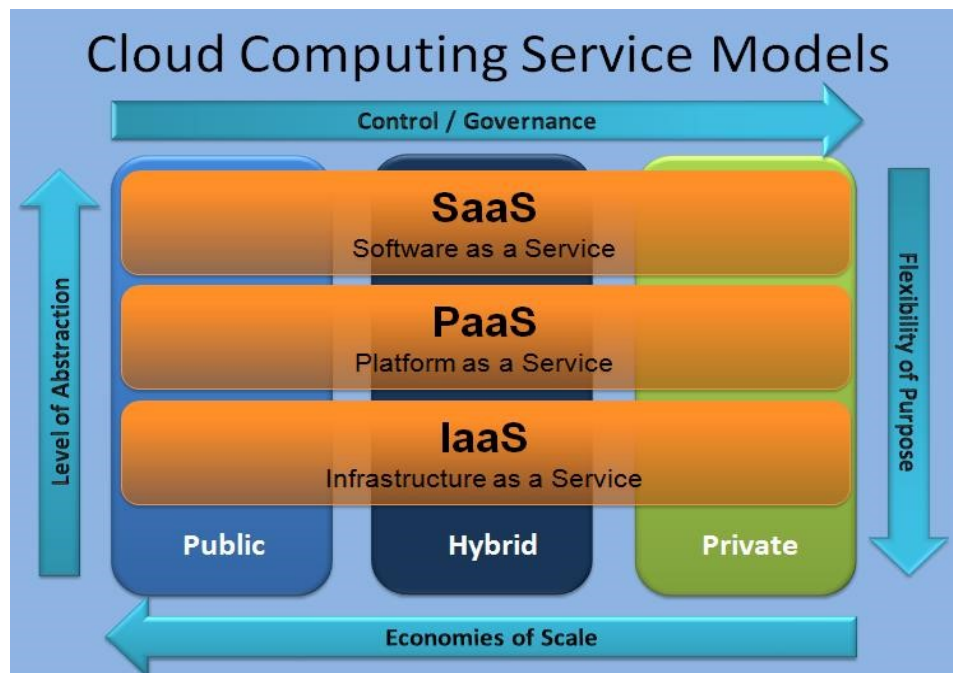


Figura 1.5: i modelli di servizio del cloud computing



# Capitolo 2

## Opportunità e rischi del Cloud Computing

### 2.1 Impatto economico

Il cloud computing è una delle innovazioni più rilevanti introdotte negli ultimi anni dall'industria IT e la sua adozione da parte del mercato si è dimostrata estremamente pervasiva. La pervasività dell'innovazione ha di solito un impatto importante sul sistema economico e i suoi fondamenti. L'identificazione di tali impatti è rilevante non solo per gli stakeholder dell'industria ma anche per gli utenti e i responsabili politici. Si prevede che l'adozione massiccia del cloud computing generi benefici significativi non solo per le aziende e le organizzazioni dell'UE, ma anche per l'economia europea in generale. Permangono tuttavia ostacoli e barriere che limitano l'adozione di questa tecnologia e quindi attualmente ostacolano la piena realizzazione di questi benefici attesi. L'identificazione e la stima di questi benefici ed ostacoli del cloud computing rappresenta un primo passo cruciale per intraprendere azioni rilevanti per la rimozione delle barriere. Molte regolamentazioni, infatti, sono già state introdotte e molte altre sono in fase di sviluppo.

#### 2.1.2 Benefici derivanti dall'adozione del Cloud Computing

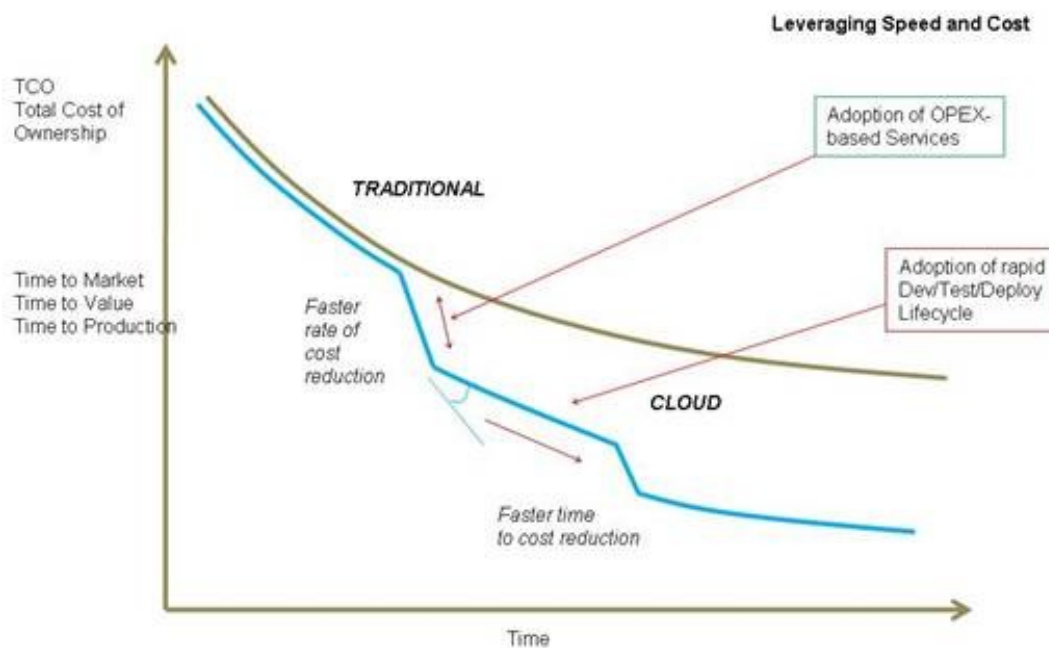
Una serie di benefici per gli utenti di cloud computing sono stati identificati ma le stime quantitative di tali benefici variano notevolmente; in alcuni casi risulta difficile individuare tali stime.

Secondo un'analisi effettuata da Deloitte (2016) per la Commissione Europea, i benefici del cloud computing per gli utenti professionali, ovvero le imprese e le organizzazioni del settore pubblico che utilizzano servizi di cloud computing, possono essere classificati secondo i seguenti elementi principali:

- riduzione dei costi ITC;
- spostamento dei costi IT dalle spese in conto capitale alle spese operative;
- scalabilità e adattabilità;

- time to market;
- tempo di gestione.

Tra i vantaggi quantificabili del cloud, il maggiore e più identificabile è il risparmio diretto sui costi derivante dai cambiamenti all'interno dell'organizzazione (come ad esempio la riduzione degli investimenti infrastrutturali IT e della manutenzione) che, come analizzato da Deloitte (2016), consente alle aziende di ridurre i costi IT dal 20% al 50% e di spostare i costi IT dalle spese in conto capitale (CAPEX) alle spese operative (OPEX).



**Figura 2.1:** impatto del cloud computing sulla riduzione dei costi

Il passaggio da CAPEX a OPEX consente di reinvestire le risorse disponibili in altre aree del business e permette alle imprese di investire di più nell'innovazione e nella produttività. Questi effetti sono considerati particolarmente rilevanti per le PMI, le quali risparmiano sui costi di investimento e allo stesso tempo traggono vantaggio dall'accesso a tecnologie e servizi all'avanguardia, compresi gli aggiornamenti del software.

I risparmi netti sui costi IT sono stati stimati a 140,7 miliardi di euro tra il 2010 e il 2015 in tutto il Regno Unito, Germania, Francia, Italia e Spagna, con un risparmio IT CAPEX di 154,7 miliardi di euro e un risparmio IT OPEX di oltre 130 miliardi di euro (Deloitte, 2016).

Gli altri effetti dell'adozione del cloud computing sulle aziende sono stati identificati da Deloitte (2016), ma non quantificati:



- Scalabilità e adattabilità = di fronte alla necessità di maggiori o minori risorse, il gestore può espandere o limitare con estrema flessibilità l'infrastruttura. Questo ha un vantaggio significativo nelle applicazioni con un carico di lavoro altamente variabile (come i picchi stagionali) o con una crescita imprevedibile, o per applicazioni temporanee. Questo vantaggio consente alle aziende di adattarsi ai picchi stagionali in modo più efficiente e di ridurre al minimo o eliminare i tempi di inattività pianificati e non pianificati.
- Time to market = il cloud computing accorcia il ciclo di distribuzione dei prodotti, migliora la qualità e la disponibilità delle applicazioni e massimizza le risorse permettendo così una distribuzione più veloce delle applicazioni. Le aziende possono contare su un'infrastruttura pronta all'uso, facilmente personalizzabile. Questo riduce il tempo necessario per lanciare un nuovo prodotto/servizio sul mercato.
- Tempo di gestione = con i processi di gestione IT e di calcolo su cloud computing, i manager possono rimodellare l'utilizzo del loro tempo e dedicare più tempo ed energie alla strategia e all'innovazione.

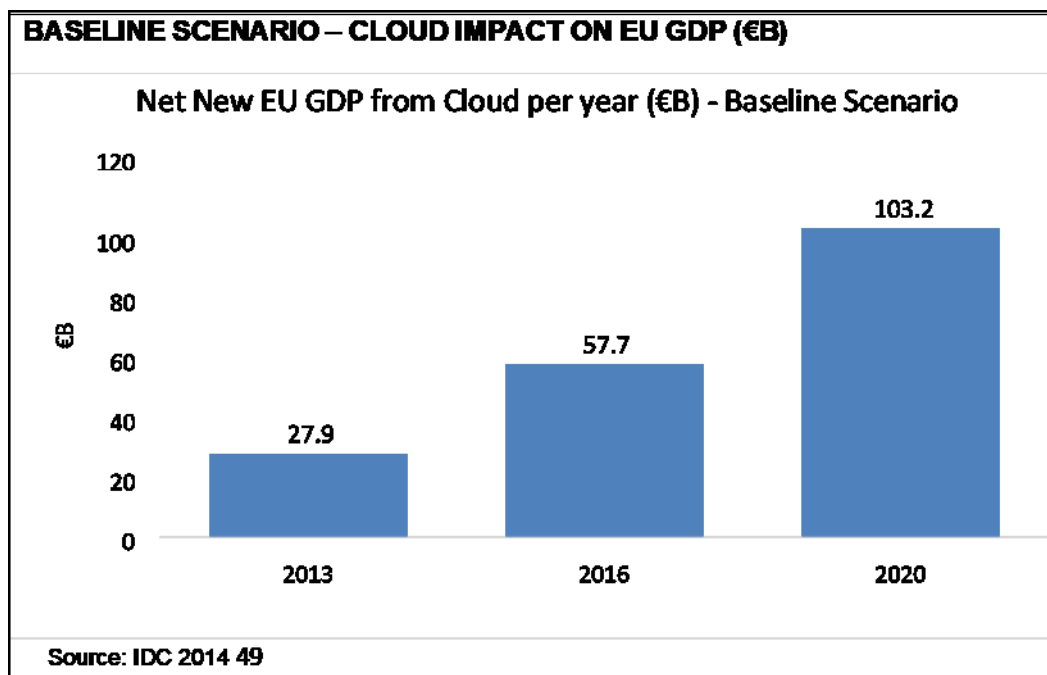
Secondo quanto analizzato da Deloitte (2016), i benefici appena descritti sono stati riconosciuti come i principali vantaggi dalle aziende che utilizzano i servizi cloud. A sostegno di ciò, il modulo Eurostat (2014) sul cloud computing riferisce che su 151 000 delle 1,5 milioni di imprese dell'UE-28 intervistate, più della metà di esse dichiara di aver sperimentato tutti o alcuni dei vantaggi sopra citati, con punte superiori all'85%.

Dopo aver analizzato i benefici derivanti dall'adozione del cloud per gli utenti e le imprese, risulta ora necessario analizzare la stima aggregata di tali benefici sull'economia europea in generale. Gli studi e le analisi che forniscono un'indicazione dei benefici sono molti e, nonostante queste stime tendino a variare, concordano tutte nell'identificare un impatto positivo derivante dall'adozione del cloud computing.

Secondo uno studio basato su tre scenari principali (di base, ottimistico e pessimistico) preparato per la Commissione Europea da IDC (2014) si stima che l'adozione del cloud ha contribuito al PIL dell'UE28 per circa 27,9 miliardi di euro nel 2013 (Figura 2.2), pari allo 0,2% del totale. Nel 2016 la crescita del nuovo PIL netto generato dall'adozione del cloud nell'UE è stato stimato a 57,7 miliardi di euro, pari allo 0,4% del PIL. Entro il 2020, secondo lo scenario di base, il nuovo impatto netto del cloud sul PIL dell'UE dovrebbe crescere a 103,2 miliardi di euro, pari a una quota dello 0,71% del totale, più di 3 volte la quota rappresentata nel 2013. Questo include sia il settore privato che quello pubblico. Tuttavia,

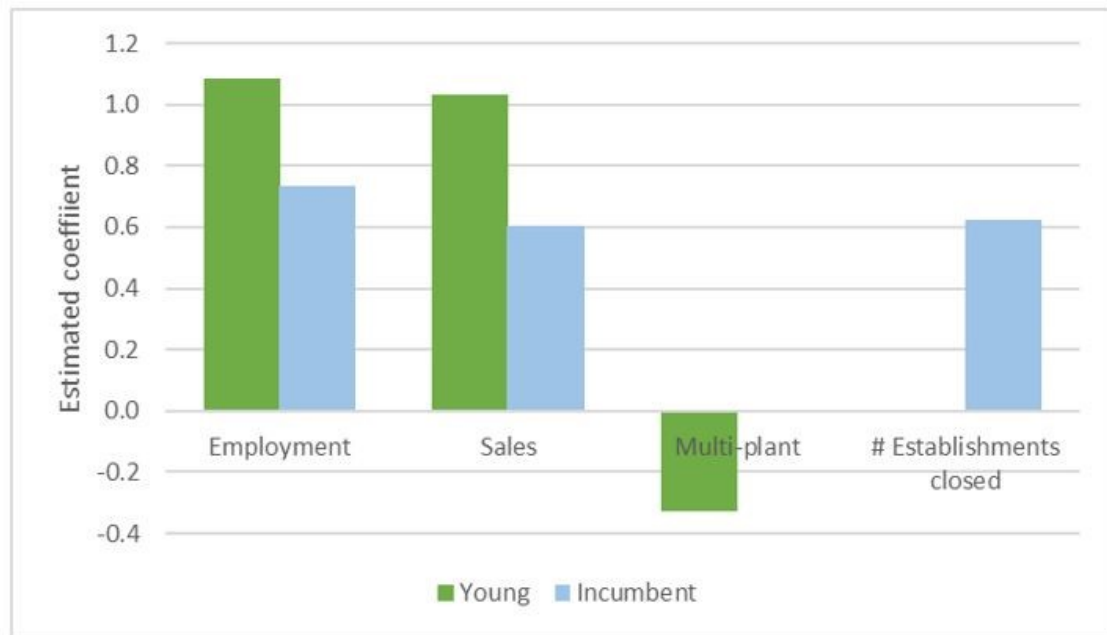
[Digitare qui]

queste stime crescono drasticamente in caso di rimozione di parte delle barriere all'adozione del cloud.



**Figura 2.2:** impatto netto del cloud computing sul PIL europeo nello scenario di base

Inoltre, sempre dallo stesso studio è possibile analizzare l'impatto positivo del cloud computing sulla creazione di posti di lavoro e sull'occupazione. Le stime per la creazione di posti di lavoro variano notevolmente tra le fonti e gli scenari: l'impatto cumulativo sull'occupazione dovrebbe raggiungere 1,6 milioni di posti di lavoro creati tra il 2008 e il 2020 (2,5 milioni secondo lo scenario ottimistico e poco più di 1 milione nello scenario pessimistico). Queste stime positive sulla creazione di posti di lavoro trovano conferma in uno studio effettuato da DeStefano et. al (2020) in cui, utilizzando i nuovi dati disponibili per il Regno Unito, vengono determinati i tempi di adozione dei servizi cloud da parte delle aziende. I risultati, che misurano gli effetti delle tecnologie cloud tra le imprese giovani e quelle già esistenti (rispettivamente aziende con meno e più di 5 anni di età all'inizio del periodo campione), mostrano che l'adozione del cloud porta ad un aumento dell'occupazione e delle vendite per tutte le aziende. Dallo studio emerge che l'effetto per le aziende giovani è però molto più forte (vedi Figura 2.3). De Stefano et al. (2020) affermano infatti che "l'adozione del cloud comporta un coefficiente di 1,087 per le giovani imprese e di 0,735 per gli operatori storici, il che si traduce in un aumento annuo dell'occupazione di circa il 28% e del 15% rispettivamente per le giovani imprese e per gli operatori storici".

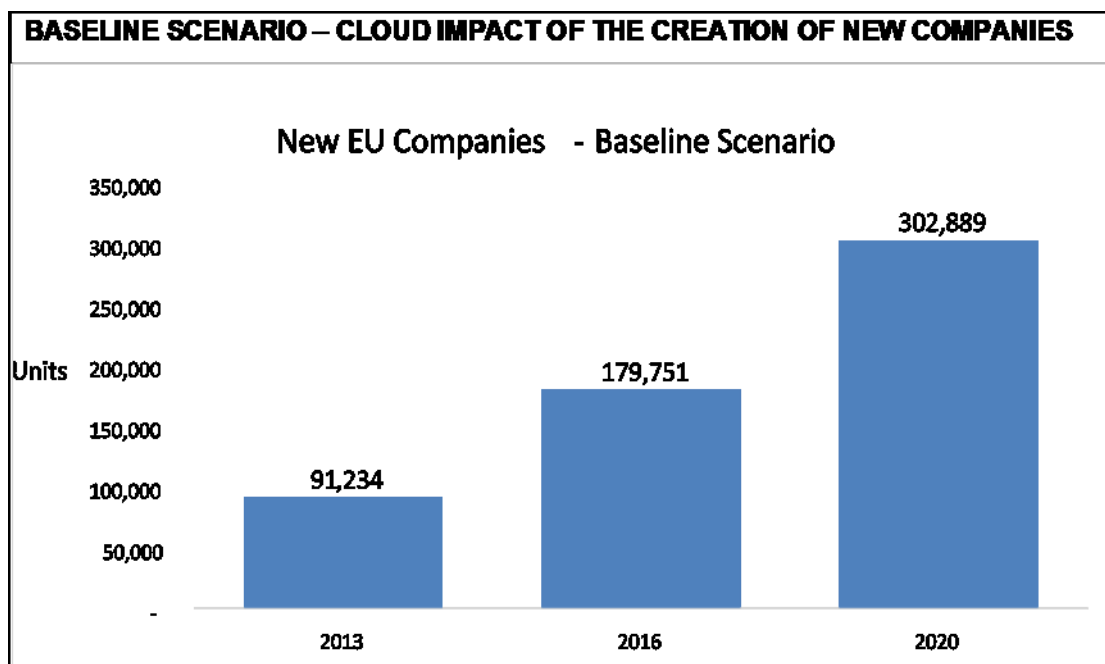


**Figura 2.3:** Impatto dei servizi cloud sulla crescita dell'azienda<sup>5</sup>

Nonostante il beneficio complessivo sulla creazione di posti di lavoro derivante dall'adozione del cloud computing sia positivo, risulta necessario ricordare che tale adozione può presentare anche un impatto negativo sull'occupazione in quanto, man mano che le organizzazioni trasferiscono i servizi di rete nel cloud, si prevede che alcuni lavori IT interni alle organizzazioni vedranno una minore domanda in futuro. Infatti, lo spostamento delle capacità di calcolo sul cloud comporta una riduzione dell'investimento nelle risorse di hardware locale riducendone così la domanda e ottenendo un impatto negativo sul mercato dell'hardware. Ad esempio, la domanda di amministratori di sistema e amministratori di database oppure del personale dell'help desk diminuirà nel tempo poiché il cloud computing centralizza le reti in remoto producendo così un impatto negativo sui relativi settori.

Sempre dallo studio IDC (2014), si stima inoltre che vengano create 303 000 nuove imprese, in particolare PMI, tra il 2015 e il 2020 attraverso lo sviluppo e la diffusione del cloud computing. Tale stima si riferisce allo scenario di base; le cifre vanno da circa 800 000 nello scenario più ottimistico a circa 96 000 nello scenario pessimistico nello stesso periodo di tempo.

<sup>5</sup> Nota: La figura seguente illustra l'effetto dell'adozione del cloud sulle prestazioni dell'azienda (per le aziende giovani e per quelle storiche) stimato con regressioni variabili strumentali. Tutti i risultati di cui sopra sono significativi a livello dell'1%, 5% o 10%. La figura esclude i risultati insignificanti. Le regressioni riflettono gli anni 2008, 2013 e 2015.



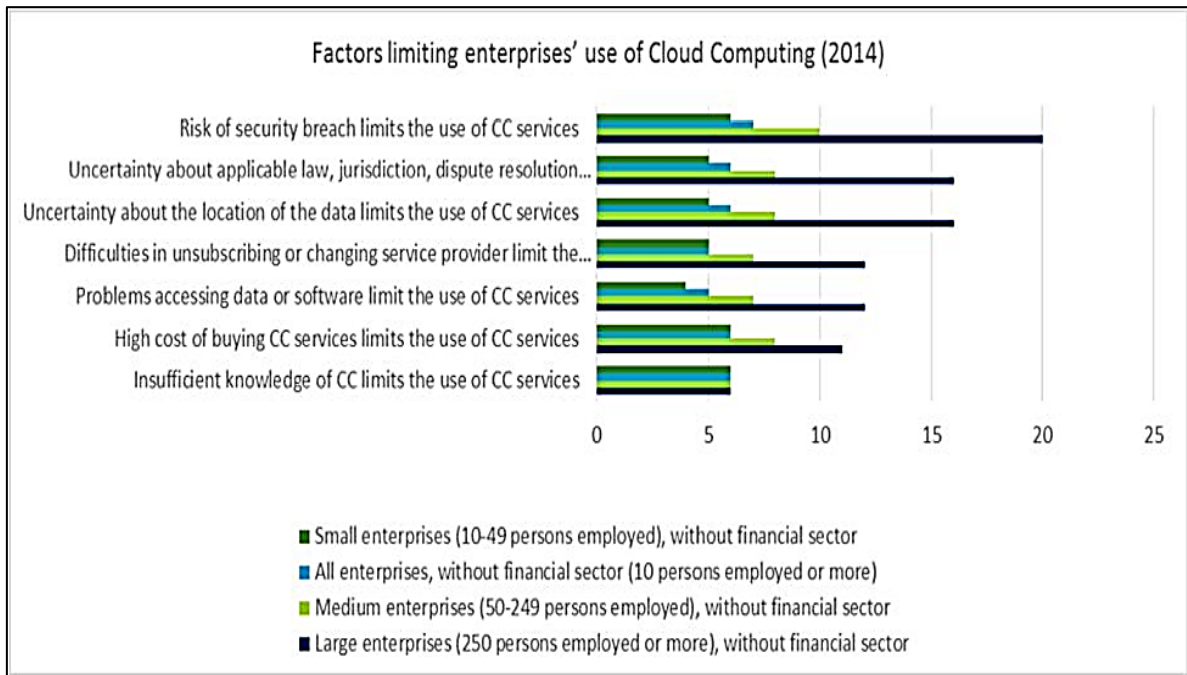
**Figura 2.4:** impatto del cloud computing sulla creazione di nuove imprese nello scenario base

Infine, il valore totale del mercato del cloud per l'UE nel 2013 è stato valutato a 9,5 miliardi di euro, meno del 3% del budget IT complessivo del settore pubblico e privato dell'UE. Questo valore dovrebbe crescere a 44,8 miliardi di euro entro il 2020, vale a dire quasi cinque volte la dimensione del mercato nel 2013 e oltre il 10% del budget IT previsto per il 2020. (IDC, 2014)

### **2.1.3 Barriere e ostacoli all'adozione del Cloud Computing**

Nonostante i benefici derivanti dall'utilizzo del cloud computing siano molti, le imprese e gli utenti privati devono prima affrontare una serie di ostacoli e barriere che vanno a limitare o impedire l'adozione del cloud.

In particolare, l'indagine Eurostat del 2014 fornisce indicazioni sui fattori che limitano l'adozione del cloud computing da parte delle imprese. La figura sottostante fornisce una panoramica delle percentuali di imprese che hanno indicato quali sono i fattori che limitano il loro uso del cloud computing (i dati si riferiscono al totale delle imprese incluse nell'indagine).



**Figura 2.5:** fattori che limitano l'adozione del cloud computing da parte delle imprese

Come si evidenzia dalla figura 2.5, i risultati variano a seconda che si guardi alle grandi, medie e piccole imprese. Nel complesso, questi risultati mostrano che le imprese tendono a non fidarsi della sicurezza dei servizi cloud e ad essere incerte sulle leggi applicabili, sulla giurisdizione e sui meccanismi di risoluzione delle controversie, il che indica una mancanza di fiducia generale. Per le piccole imprese, in particolare, vi è una chiara mancanza di conoscenza del cloud computing che impedisce loro di adottare servizi cloud. Ciò è particolarmente importante dato che il 99% di tutte le imprese dell'UE sono in realtà piccole e medie imprese. A supporto di questi dati è possibile indicare la relazione finale della European Cloud Partnership (ECP) (2014) che individua tra gli ostacoli più comuni all'adozione del cloud, a seconda del settore, la protezione dei dati, la sicurezza delle informazioni e la giurisdizione/legge applicabile.

Anche se l'impatto delle barriere varia a seconda del tipo di utenti del servizio cloud, tali barriere e ostacoli possono essere raggruppati, secondo un'analisi effettuata da IDC (2011), in cinque cluster principali:

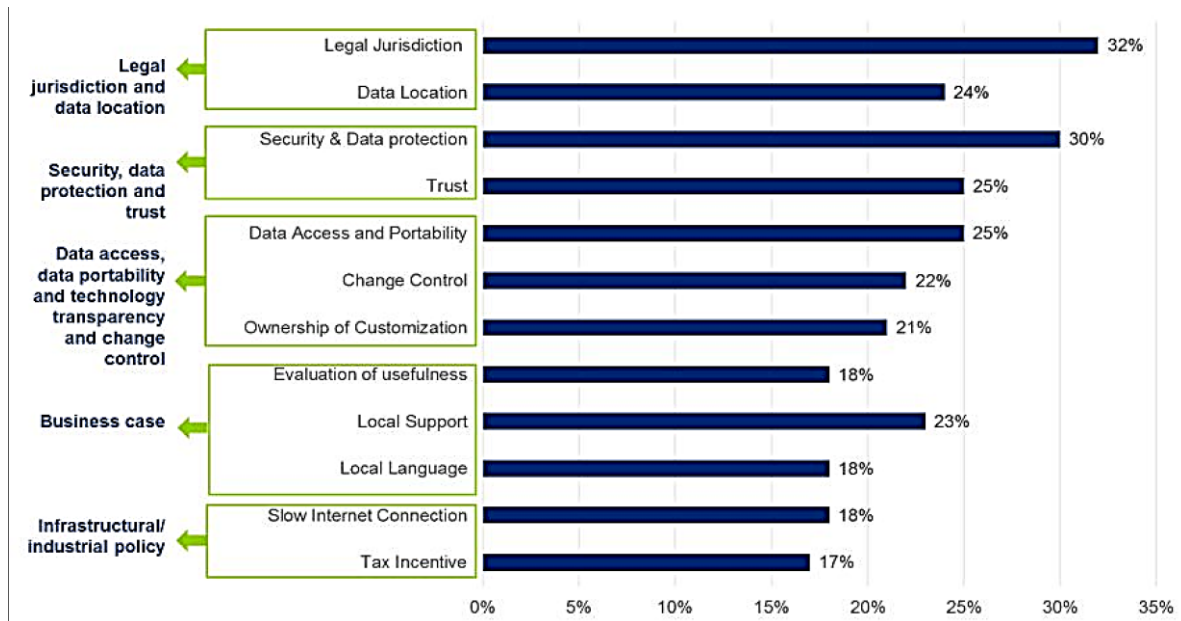
- **Giurisdizione legale e localizzazione dei dati** = le aziende dell'UE sono preoccupate per l'incertezza e la mancanza di controllo sulla posizione di memorizzazione dei loro dati quando si affidano ai servizi cloud. Spesso, l'utente del cloud computing non è a conoscenza della giurisdizione del server in cui i dati sono memorizzati e, di

conseguenza, può avere difficoltà a verificare e controllare a fondo le pratiche di gestione dei dati e ad assicurarsi che i dati siano gestiti in modo legale. Inoltre, in alcuni casi i dati personali potrebbero addirittura essere detenuti o trasferiti in giurisdizioni con quadri giuridici e normativi imprevedibili che mettono ad alto rischio la protezione dei dati. Quando le aziende esternalizzano i propri elementi dell'infrastruttura e dei servizi IT nel cloud, si verifica una perdita di controllo in una certa misura.

- **Sicurezza, protezione dei dati e fiducia:** le incertezze sul modo in cui vengono gestite le questioni legali e di sicurezza in ambiente cloud sono fortemente correlate alle incertezze sul rapporto con i fornitori di servizi cloud e sulla loro affidabilità. Inoltre, le problematiche relative alla sicurezza rappresentano una delle preoccupazioni principali della Commissione Europea. Le questioni relative alla protezione dei dati sono emerse in particolare nel 2013 con le rivelazioni di violazione della protezione dei dati da parte delle agenzie nazionali.
- **Accesso ai dati, portabilità dei dati e trasparenza e controllo dei cambiamenti tecnologici:** queste barriere fanno riferimento alle preoccupazioni tecniche sulla portabilità dei dati (e dei processi aziendali) da un fornitore a un altro e sui sistemi IT delle aziende; ai timori di perdita di controllo sulle modifiche del software; e alla mancanza di trasparenza sulla proprietà della personalizzazione delle soluzioni cloud da parte degli utenti finali. Il problema della portabilità verrà meglio analizzato successivamente in riferimento agli standard del cloud computing.
- **Business case:** la mancanza di un chiaro business case per il cloud computing è un ostacolo per il settore pubblico e per le PMI, mentre le grandi imprese e i mercati verticali con una forte penetrazione del cloud (finanza e telecomunicazioni) sembrano avere una più chiara consapevolezza dei vantaggi, ma al tempo stesso sono i più preoccupati per le questioni legate al cloud, poiché sono più consapevoli del loro impatto pratico. Le imprese dell'UE che non utilizzano servizi cloud citano il fatto che la conoscenza insufficiente del cloud computing è stata considerata il principale fattore di blocco per l'adozione del cloud.
- **Politiche infrastrutturali/industriali:** si tratta di barriere legate a questioni che vanno oltre il mercato specifico del cloud computing e richiederebbe interventi di politica industriale. Esse includono ad esempio: una connessione Internet lenta (che rappresenta un vincolo all'adozione del cloud, soprattutto per le PMI) o incentivi

fiscali sugli investimenti (promuovendo l'acquisto dell'hardware, scoraggiano le imprese dal passare al modello cloud basato sul pagamento dei servizi).

La figura seguente mostra una classifica di queste barriere in base alle risposte delle imprese dell'UE e alle loro percezioni sull'importanza delle diverse barriere nell'adozione delle tecnologie di cloud computing.



**Figura 2.6:** barriere all'adozione del cloud computing

Anche nello studio IDC (2011), come nell'analisi Eurostat (2014), la legge applicabile/giurisdizione legale e le preoccupazioni in materia di sicurezza, protezione dei dati e portabilità sono percepite come le barriere più significative.

Un altro ostacolo all'adozione del cloud computing che merita di essere menzionato è la presenza della cosiddetta “giungla di standard” che, secondo un rapporto della Commissione Europea (2012), rappresenta una barriera allo sviluppo del mercato del cloud con conseguenze significative per tutti gli stakeholder, specialmente per le piccole e medie imprese (PMI) e i consumatori. In particolare, la Commissione fa riferimento agli standard per l'interoperabilità e la portabilità dei dati e delle applicazioni, i quali possono garantire un mercato aperto e competitivo nel cloud computing perché i clienti non sono vincolati ai fornitori di cloud e possono facilmente trasferire dati o applicazioni tra i fornitori; e agli standard per la sicurezza e per la protezione dei dati nel cloud, i quali possono assicurare i clienti sul fatto che l'utilizzo del cloud è sicuro per loro, per i loro dati e per le loro aziende. Gli standard in quest'area creano fiducia nel cloud computing.

[Digitare qui]

Le preoccupazioni della Commissione relative agli standard del cloud computing sono perciò principalmente due. La prima riguarda il timore che ci siano potenzialmente troppi standard concorrenti (ad esempio, standard basati su software proprietari utilizzati per applicazioni interoperabili e formati di dati) che creano una situazione caratterizzata da assenza di interoperabilità o portabilità dei dati tra i fornitori di cloud e portano così i clienti ad essere bloccati o a non poter passare dal loro fornitore di cloud. Tutto ciò comporta per gli utenti del cloud elevati switching cost per passare da un provider all'altro creando così un effetto di lock-in; questo comporta inoltre una riduzione delle esternalità di rete che si verrebbero a creare in presenza di una maggiore omogeneità tra i servizi offerti. Attraverso la riduzione del numero di standard e la maggiore portabilità, gli utenti del cloud potrebbero beneficiare di una maggiore competizione tra i providers ottenendo così una riduzione dei prezzi e offerte più favorevoli. Tuttavia, non bisogna scordare che una maggiore standardizzazione tra i servizi cloud potrebbe comportare una riduzione dell'incentivo a innovare da parte dei providers; è necessario perciò trovare il giusto equilibrio tra standard e innovazione in modo da facilitare gli spostamenti da un servizio cloud all'altro e allo stesso tempo incentivare gli stessi providers ad innovare i propri servizi. La seconda preoccupazione riguarda invece la presenza di troppi pochi standard adottati dall'industria del cloud computing (ad esempio per la protezione e la sicurezza dei dati); la Commissione è infatti convinta che siano necessari più standard di cloud computing nei settori relativi alla sicurezza e alla protezione dei dati per garantire l'adozione del cloud. In particolare, il difficile quadro giuridico e normativo che circonda la sicurezza e la privacy inibisce l'adozione di standard di sicurezza in-the-cloud. La preoccupazione più pressante è perciò quella di fornire un quadro di riferimento per gli standard di sicurezza e privacy che rassicuri gli utenti sulla sicurezza del cloud. Successivamente verranno meglio analizzate le azioni intraprese dalla Commissione Europea volte a favorire l'adozione del cloud computing.

## **2.2 Impatto ambientale**

Oggi più che mai, l'impatto ambientale è sicuramente un altro fattore da tenere in considerazione quando si parla di cloud computing, dato che il cambiamento climatico rappresenta un tema di grande attualità. Il cloud computing può avere impatti sia positivi che negativi sull'ambiente. Un'area in cui sono già state pubblicate alcune ricerche riguarda l'effetto complessivo del cloud computing sulle emissioni di carbonio.

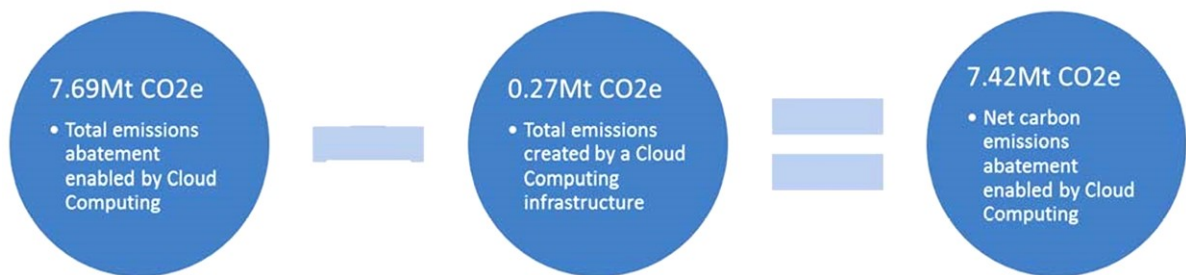


In particolare, da un'analisi OCSE (2014) basata sullo studio di Thomond et al. (2011) emerge che:

- **gli effetti negativi** possono essere classificati in effetti di emissione diretta e indiretta. I primi effetti si manifestano, ad esempio, attraverso la produzione di materiale di cloud computing, l'uso di servizi di cloud computing e lo smaltimento delle infrastrutture di cloud computing. Ad esempio, il consumo di elettricità necessario a mantenere e a far funzionare data center molto estesi che contengono migliaia di server, accesi 24 ore su 24 per assicurare l'accesso ai clienti in qualsiasi momento. Per quanto riguarda gli effetti indiretti, occorre distinguere tra effetti primari, i quali derivano direttamente dal fatto che i risparmi sui costi vengono utilizzati per espandere il mercato dei servizi cloud a nuovi clienti o per investire in infrastrutture aggiuntive producendo in questo modo gli effetti appena descritti dall'emissione diretta; e gli effetti indiretti secondari, come ad esempio l'aumento della produzione e dell'utilizzo di dispositivi palmari come smartphone o notebook. Infatti, secondo uno studio di Greenpeace (2017), si stima che entro il 2020 l'UE genererà più di 12 milioni di tonnellate di rifiuti all'anno da apparecchiature elettriche ed elettroniche. Inoltre, la maggior parte dell'impatto ambientale avviene prima ancora che i telefoni arrivino nei negozi. Ancora fortemente dipendente dai combustibili fossili, il processo di produzione genera rifiuti che sono 200 volte il peso del telefono.
- **Gli effetti positivi** si dividono invece in effetti primari e secondari. Esempi di effetti primari sono la riduzione del consumo di energia attraverso l'uso di data center efficienti per il cloud computing, nonché la riduzione o l'eliminazione dei materiali; la riduzione degli sprechi di risorse di calcolo attraverso una migliore corrispondenza tra la capacità dei server e la domanda effettiva; l'adozione di progetti avanzati di infrastrutture di data center che riducono le perdite di potenza. Gli effetti secondari includono gli effetti indiretti provocati da un aumento della scala del cloud computing che consente capacità di smart working aggiuntive, riducendo così gli spostamenti per recarsi al lavoro, nonché un uso ridotto delle infrastrutture e lo smantellamento delle infrastrutture meno efficienti.

Come riporta l'analisi OCSE (2014), Thomond et. al. (2011) hanno analizzato più in particolare gli effetti primari all'interno dell'area UE utilizzando dati aggregati a livello di UE-27. Lo studio si concentra su un insieme specifico e più ristretto di applicazioni di cloud computing principalmente nell'area del SaaS. Le stime catturano quindi solo una parte del mercato del cloud computing e una parte degli effetti complessivi, ma consentono di fornire

una prima stima del potenziale di riduzione delle emissioni di carbonio del cloud computing. Nel complesso, gli autori stimano un potenziale di abbattimento totale annuo di 7,42Mt di CO<sub>2</sub>e. Questo rappresenta circa il 4% dell'attuale impronta di carbonio del settore ICT nell'Unione Europea o circa "la rimozione permanente di quasi 2 500 000 automobili" (Thomond et al, 2011). Dal rapporto emerge inoltre che il 60% del potenziale di risparmio deriva da organizzazioni di piccole dimensioni e microimprese.



**Figura 2.7:** riduzione potenziale delle emissioni di CO<sub>2</sub> dovute all'adozione del cloud

Oggi giorno, quasi il 4% di tutte le emissioni di CO<sub>2</sub> sono attribuibili al trasferimento globale di dati e all'infrastruttura necessaria. Ogni messaggio di testo o e-mail inviata, ogni foto caricata sul cloud, ogni video scaricato sul pc, ha un prezzo per l'eco-sistema. Greenpeace stima che il settore dell'IT consumi circa il 7% dell'elettricità globale. Mark Radka, responsabile della divisione Energia e clima dell'Unep, il Programma delle Nazioni Unite per l'ambiente commenta che "Internet è una macchina invisibile. Non vediamo la massiccia infrastruttura che alimenta l'attività online".

Nonostante ciò, molte grandi compagnie si stanno impegnando per diventare più "eco-friendly". Google ha dichiarato il suo impegno a usare le sue risorse per creare stabilimenti con tecnologie intelligenti che usano il 50% in meno di energia rispetto alla media; oltre ad aver fatto grossi investimenti in progetti di energia rinnovabile. I data center Amazon sono sostenuti da energia eolica e solare utilizzata oltre al 50% del totale nel 2018; in futuro puntano di arrivare a utilizzare il 100% di energia rinnovabile. Microsoft è stata una delle prime aziende a preoccuparsi dell'inquinamento ambientale, riducendo le emissioni nocive sin dal 2007, arrivando a usare solamente fonti rinnovabili dal 2014.

## 2.3 Regolamentazioni

Come già detto, diverse barriere limitano ancora il ritmo di adozione del cloud computing in Europa. La Commissione Europea ha messo in atto diverse misure per affrontare queste barriere e liberare così il potenziale che si potrebbe trarre dal cloud computing. È chiaro che l'introduzione di misure volte ad aumentare l'adozione del cloud computing avrà probabilmente un impatto importante non solo sul mercato del cloud in Europa (che secondo le proiezioni potrebbe raddoppiare se si affrontano gli attuali ostacoli) ma anche un impatto più ampio a livello macroeconomico (ad esempio, come visto in precedenza, la crescita del PIL e la creazione di ulteriori posti di lavoro).

Nel 2012 la Commissione Europea ha adottato la Strategia Europea per il cloud computing (**European cloud computing Strategy**) volta a "consentire e facilitare una più rapida adozione del cloud computing in tutti i settori dell'economia che può ridurre i costi ICT e, se combinato con le nuove pratiche di business digitali, può aumentare la produttività, la crescita e l'occupazione" (Kretschmer, T., 2012). Tale strategia ha individuato tre aree d'azione chiave nel campo del cloud computing:

- Adozione degli standard = la prima area di azione mira ad "un uso più ampio degli standard, la certificazione dei servizi cloud per dimostrare la loro conformità a tali standard e l'approvazione di tali certificati da parte delle autorità di regolamentazione come indicazione della conformità agli obblighi di legge". Tutto ciò permette di evitare il lock-in, favorire una protezione adeguata delle informazioni personali, sostenere gli utenti del cloud per valutare le offerte di cloud computing, affrontare le sfide ambientali collegate all'aumento dell'uso del cloud.

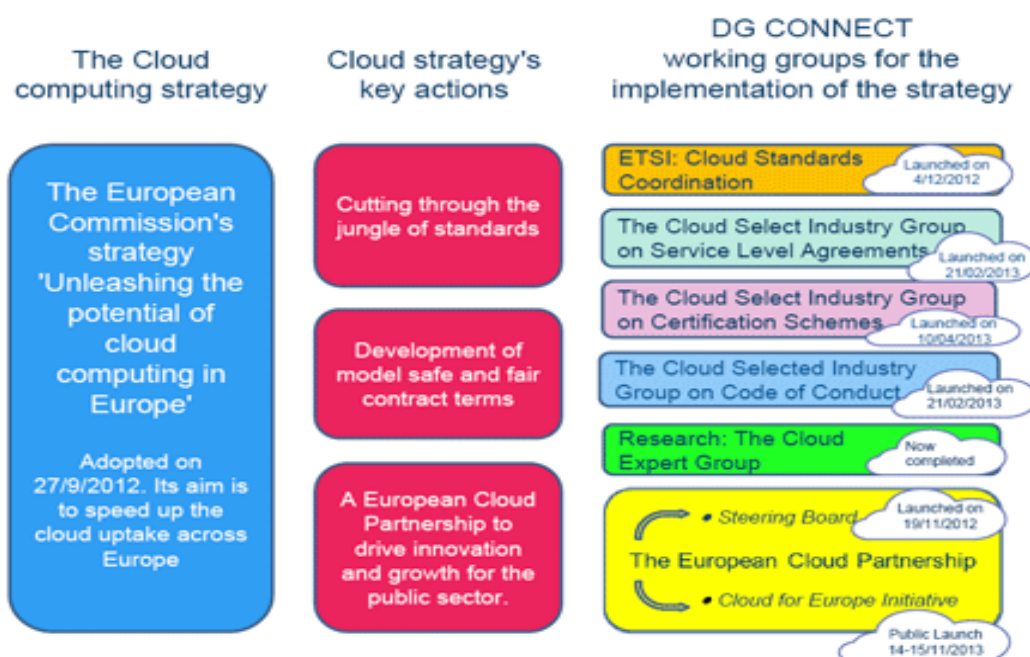
L'UE ha dato vita a diverse iniziative che hanno un impatto sugli standard del cloud computing come si può notare dalla figura 2.9. Tra le più significative ricordiamo il lavoro con il sostegno dell'ENISA (European Union Agency for Cybersecurity) e di altri organismi competenti per assistere lo sviluppo di sistemi di certificazione volontari a livello europeo e stabilire un elenco di tali sistemi entro il 2014.





**Figura 2.8:** alcuni esempi di certificazioni sviluppati dall'ENISA

- Condizioni contrattuali sicure ed eque = la seconda area di azione ha lo scopo di "identificare e diffondere le migliori pratiche in materia di termini contrattuali modello che accelererà l'adozione del cloud computing aumentando la fiducia dei potenziali clienti". Tutto ciò permette di garantire un rapporto di fiducia tra i fornitori di cloud computing e gli utenti del cloud, fornire termini e condizioni contrattuali sicuri ed equi per gli utenti del cloud computing, garantire la protezione dei dati per le realtà geografiche e tecniche del cloud, facilitare la partecipazione dell'Europa alla crescita globale del cloud computing.
- Partnership europea per il cloud computing per guidare l'innovazione e la crescita del settore pubblico = la terza azione chiave si concentra sul settore pubblico e sul suo ruolo chiave nel plasmare il mercato del cloud computing. Le organizzazioni pubbliche possono contribuire notevolmente allo sviluppo del cloud computing, fissando i requisiti, promuovendo l'integrazione dei servizi e offrendo ai cittadini il miglior rapporto qualità-prezzo.



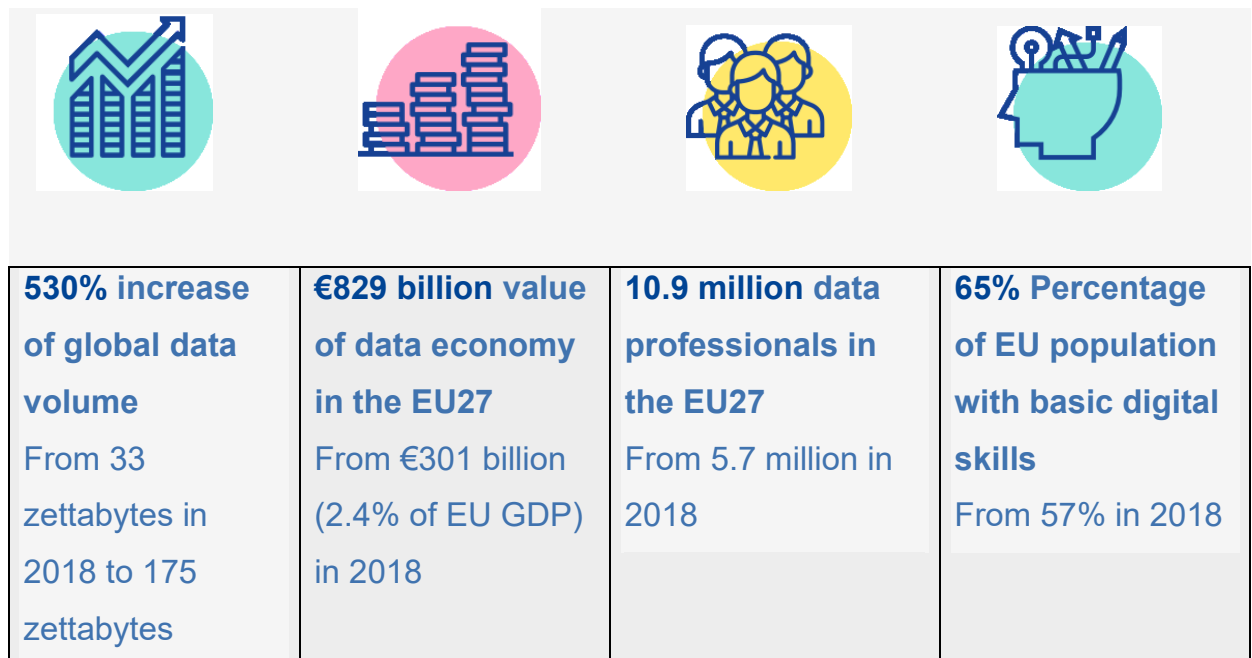
**Figura 2.9:** aree d'azione chiave della Strategia Europea per il cloud computing

Le attuali iniziative sul cloud computing si basano sulla strategia appena descritta, la quale è stata concepita per accelerare e aumentare l'uso del cloud computing in tutti i settori economici. La strategia, infatti, ha delineato azioni per ottenere un guadagno netto di 2,5 milioni e di nuovi posti di lavoro in Europa e un incremento annuo di 160 miliardi di euro del PIL dell'Unione europea (circa l'1%) entro il 2020.

Il 6 maggio 2015 la Commissione ha adottato la strategia del mercato unico digitale (**Digital Single Market Strategy**) la quale mira a "garantire che l'Europa mantenga la sua posizione di leader mondiale nell'economia digitale" e ad aiutare "le imprese europee a crescere a livello globale". La strategia si compone di tre pilastri principali:

- un migliore accesso per i consumatori e le imprese ai beni e ai servizi online in tutta Europa;
- creare le giuste condizioni affinché le reti e i servizi digitali possano prosperare;
- massimizzare il potenziale di crescita della nostra economia digitale europea.

Di seguito una proiezione dei potenziali benefici ottenibili nel 2025 attraverso l'applicazione del Digital Single Market Strategy:



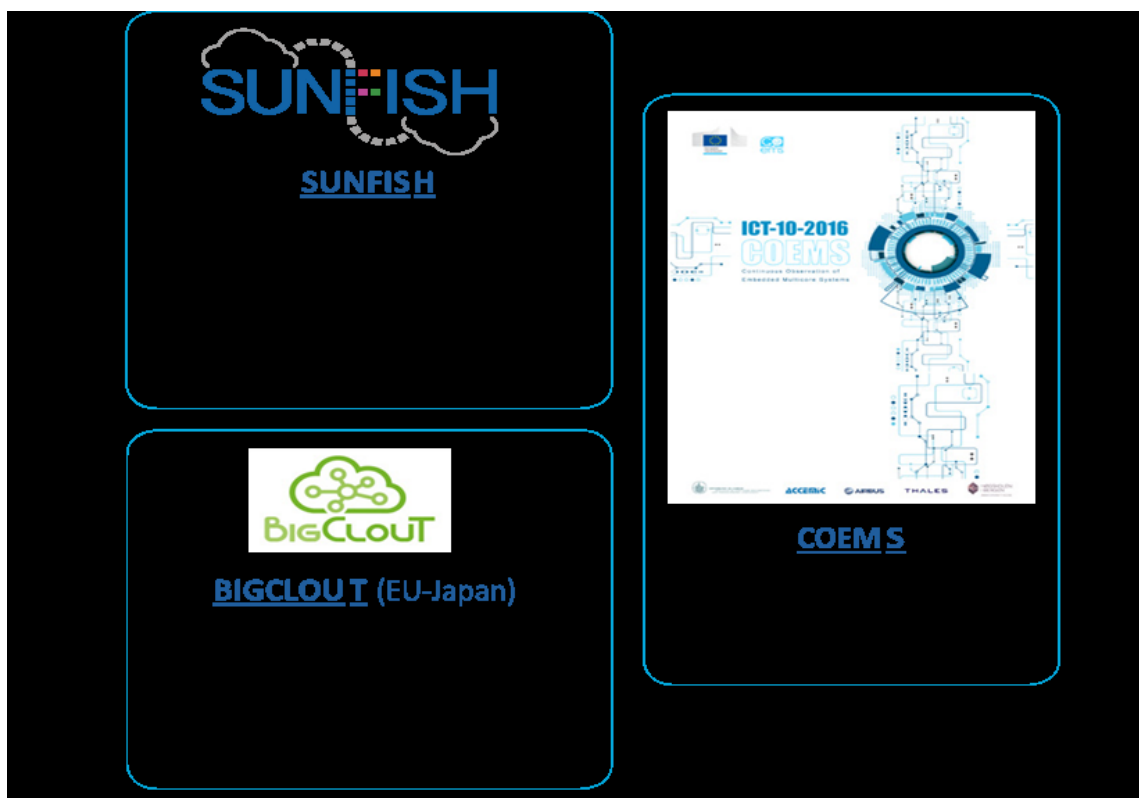
**Figura 2.10:** potenziali benefici ottenibili nel 2025 attraverso l'applicazione del DSMS

La Commissione ha inoltre proposto nel 2016 l'iniziativa europea "Libera circolazione dei dati" (**Free Flow of Data**). Il regolamento, applicabile a partire dal 28 maggio 2019, mira a rimuovere gli ostacoli alla libera circolazione dei dati non personali attraverso gli Stati membri e i sistemi informatici in Europa. Il regolamento garantisce:

- la libera circolazione dei dati non personali attraverso le frontiere = ogni organizzazione dovrebbe essere in grado di memorizzare ed elaborare i dati ovunque nell'Unione europea;
- la disponibilità dei dati per il controllo normativo = le autorità pubbliche manterranno l'accesso ai dati, anche quando si trovano in un altro Stato membro o quando sono memorizzati o elaborati nel cloud;
- passaggio più facile dei fornitori di servizi cloud per gli utenti professionali = la Commissione ha iniziato a facilitare l'autoregolamentazione in questo settore, incoraggiando i fornitori a sviluppare codici di condotta relativi alle condizioni in cui gli utenti possono trasferire i dati tra i fornitori di servizi cloud e tornare nei propri ambienti IT;
- piena coerenza e sinergie con il pacchetto cybersecurity e chiarimento che qualsiasi requisito di sicurezza che già si applica alle aziende che memorizzano ed elaborano dati continuerà a farlo quando memorizzano o elaborano dati oltre confine nell'UE o nel cloud.

Il regolamento generale sulla protezione dei dati (GDPR) prevede già la libera circolazione dei dati personali all'interno dell'Unione, accanto al suo obiettivo primario di protezione dei dati personali. Insieme al GDPR, il Free Flow of Data garantirà quindi un approccio globale e coerente alla libera circolazione di tutti i dati nell'UE.

Infine, l'Unione Europea sostiene anche lo sviluppo del cloud computing in Europa con azioni di ricerca e innovazione nell'ambito del programma **Horizon 2020**. L'UE ha investito circa 300 milioni di euro in progetti relativi al cloud computing e al software tra il 2014 e il 2020. Alcune storie di successo sono le seguenti:



**Figura 2.11:** alcune storie di successo grazie al programma Horizon 2020





# Capitolo 3

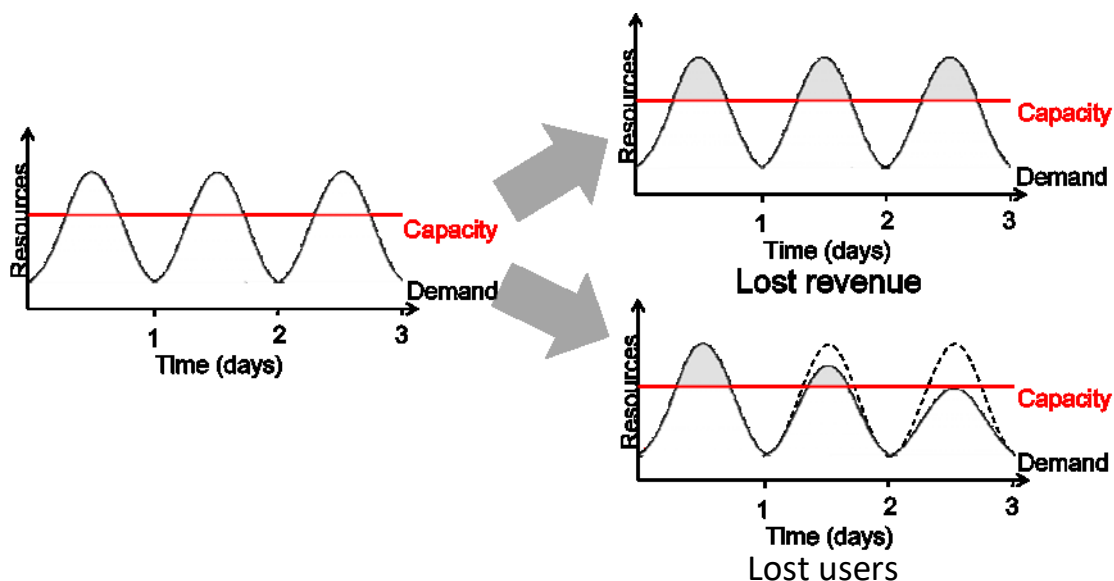
## Il Cloud Computing come risorsa flessibile

### 3.1 Introduzione al modello

Dopo avere presentato il concetto di cloud computing e l'impatto che può avere la sua adozione sulle imprese, risulta essenziale analizzare e identificare l'investimento di quest'ultime nel cloud, distinguendolo dall'investimento in capacità locali. In particolare, il cloud computing, inteso come il leasing di servizi informatici, la potenza di calcolo e lo storage su una scala senza precedenti, rappresenta una risorsa flessibile. Il termine "risorsa flessibile" si riferisce ad una risorsa con la capacità di produrre più prodotti (o di soddisfare più tipi di servizi) e che permette all'azienda di adattarsi a colpi di scena del mercato. Infatti, il processo di investimento delle risorse in molti settori è caratterizzato da lunghi tempi di consegna e da economie di scala nei costi di investimento. Di conseguenza, le imprese devono spesso investire nelle proprie capacità (risorse locali) prima di realizzare la domanda dei loro prodotti, utilizzando previsioni di domanda a lungo termine altamente incerte, e questo investimento è spesso costoso e difficile da cambiare in seguito. Questi mercati sono infatti caratterizzati da una domanda incerta e correlata. Dopo che la domanda è stata realizzata, le aziende hanno la possibilità di investire ulteriormente in una risorsa flessibile per soddisfare la domanda in eccesso. Ed è proprio qui che il cloud computing svolge un ruolo di grande rilevanza in quanto, mentre la capacità di calcolo locale può supportare la domanda media di un'impresa, il cloud computing è in grado di scalare i servizi su richiesta e di soddisfare il carico di lavoro che supera quello che la capacità locale è in grado di gestire.

Su queste basi Wing Man Wynne Lam (2017) sviluppa il suo modello con lo scopo di "identificare il tipo di inefficienze di investimento che potrebbero sorgere in presenza di molteplici risorse e di incertezza della domanda". In particolare, prendendo come riferimento il cloud computing, analizza se gli investimenti in risorse locali e flessibili sono efficienti e cerca inoltre di comprendere l'impatto della correlazione della domanda sugli investimenti in questo settore. La correlazione tra le domande rappresenta un elemento molto importante per l'autrice in quanto il suo modello rappresenta il primo tentativo di comprendere l'impatto della correlazione della domanda sugli investimenti nel settore del cloud computing. In particolare, Lam si basa sullo studio di Niyato et al. (2009) che studiano la scelta ottimale tra servizi informatici privati e pubblici in un mercato monopolistico e oligopolistico, ma in un

contesto senza correlazione con la domanda. Incorporando la correlazione della domanda, afferma Lam, una conclusione interessante di questo studio è che gli investimenti possono aumentare con la correlazione, il che è in contrasto con la comune convinzione che solo le correlazioni negative sono preziose perché i fornitori possono aggregare la domanda e ridurre il rischio. Come si vedrà successivamente da una delle conclusioni del modello, il motivo è che quando la capacità è a basso costo, prevale l'effetto "win big"; quindi, il fornitore può investire di più all'aumentare della correlazione.



**Figura 3.1:** domanda in eccesso rispetto alla capacità locale

## 3.2 Il modello

Il modello presentato da Lam prevede due imprese, 1 e 2, non in concorrenza tra di loro, che offrono servizi ai consumatori, i quali sono caratterizzati da una domanda anelastica; ogni impresa stabilisce perciò il prezzo di monopolio  $r$ , che rappresenta la disponibilità a pagare dei consumatori per il servizio offerto da una delle due imprese, in modo tale da catturare tutto il surplus dei consumatori. Infine, le domande delle imprese 1 e 2, indicate rispettivamente con  $x$  e  $y$ , sono incerte e tra loro correlate e sono ricavate da una densità congiunta  $h(x,y)$  con supporto  $[0,\infty) \times [0,\infty)$ . Per domande correlate s'intende che le due domande si muovono nella stessa direzione in presenza di correlazione positiva (se  $x$  cresce anche  $y$  cresce e viceversa) mentre si muovono in direzione opposta in caso di correlazione negativa (se  $x$  cresce  $y$  decresce e viceversa). Come già anticipato, le aziende possono investire nella propria risorsa locale  $L$ , al costo  $cL$ , che costituisce l'insieme di quelle risorse irreversibili e ad uso esclusivo dell'azienda che investe; oppure possono acquistare la risorsa

flessibile  $K$  dal mercato, al costo  $c_K$ , che rappresenta, invece, quelle risorse che possono essere acquistate istantaneamente quando servono e liberate quando non servono (come ad esempio il cloud computing). Lam assume inoltre che la risorsa locale sia fornita in modo competitivo, in modo che le aziende possano acquistare  $L$  ad un prezzo  $c_L$ , mentre la risorsa flessibile sia fornita da un monopolio. Il modello sviluppato da Lam prevede quattro stadi:

- STADIO 1: le imprese 1 e 2 contemporaneamente investono nella propria capacità locale  $L_1$  e  $L_2$ ;
- STADIO 2: il fornitore di risorse flessibili investe nella propria capacità;
- STADIO 3: il fornitore stabilisce un prezzo unitario per le risorse flessibili  $p$  (un semplice prezzo lineare tariffa);
- STADIO 4: le domande  $x$  e  $y$  vengono realizzate e le aziende decidono se e quanto acquistare la risorsa flessibile.

Infine, Lam formula le seguenti ipotesi fondamentali per lo sviluppo del modello:

- 1)  $r > c_L \rightarrow$  le imprese sono così incentivate ad acquistare risorse locali. Poiché  $r$  rappresenta la disponibilità a pagare del consumatore per i servizi dell'impresa e rappresenta dunque il ricavo dell'impresa, se  $c_L$  fosse maggiore di  $r$  allora l'impresa non avrebbe incentivi ad acquistare le risorse locali in quanto otterrebbe una perdita;
- 2)  $c_K < c_L \rightarrow$  il costo delle risorse flessibili è inferiore a quello delle risorse locali; Questo può accadere in quanto le risorse flessibili, come il cloud computing, mostrano spesso significative economie di scala rispetto alle risorse locali;
- 3) quando le aziende sono indifferenti tra acquistare e non la risorsa flessibile, la compreranno sempre.

Il concetto di soluzione qui adottato è l'equilibrio perfetto nei sotto-giochi.

## 3.3 Come si sviluppa il modello

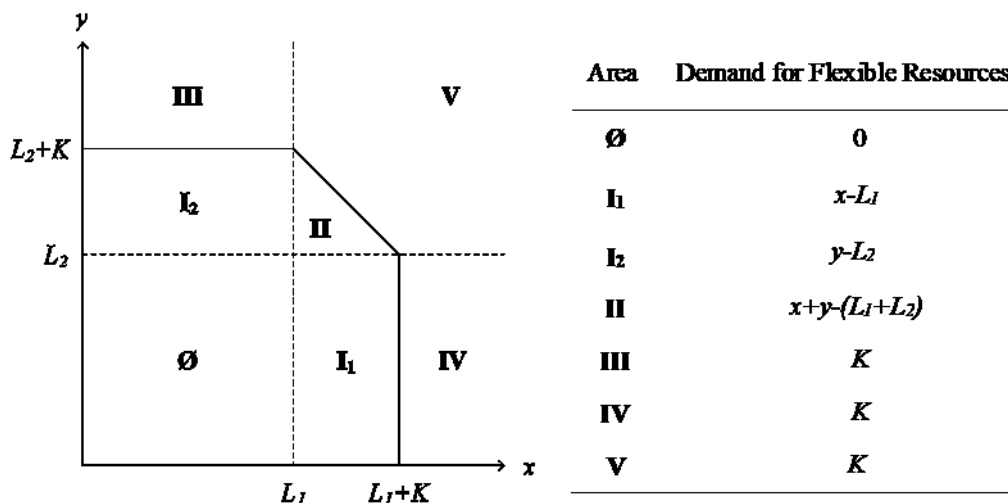
### 3.3.1 Social Optimum

Per prima cosa Lam cerca di identificare quale sia l'investimento socialmente ottimale in risorse flessibili e come questo vari al variare della correlazione tra le domande. Il social optimum sarà successivamente molto utile come benchmark per valutare gli effetti nel monopolio.

[Digitare qui]

Nel modello, Lam prevede che il pianificatore sociale scelga  $L_1$ ,  $L_2$  e  $K$  in modo da massimizzare il benessere sociale (domanda attesa servita meno i costi di investimento). La figura 3.2 illustra la struttura di base della domanda di risorse flessibili:

- Nell' Area  $\emptyset$ , entrambe le capacità locali,  $L_1$  e  $L_2$ , delle aziende sono sufficienti a soddisfare rispettivamente le domande  $x$  e  $y$ .
- Nell'Area  $I_1$  la capacità locale  $L_2$  dell'impresa 2 è in grado di soddisfare la domanda  $y$ , mentre  $x$  supera la capacità locale  $L_1$  dell'impresa 1. L'impresa 1 deve perciò acquistare  $x - L_1$  risorse flessibili per soddisfare l'intera domanda.
- L'Area  $I_2$  mostra la situazione inversa in cui l'impresa 2 acquista  $y - L_2$  risorse flessibili, in quanto la capacità locale  $L_2$  non è in grado di soddisfare completamente la domanda  $y$ .



**Figura 3.2:** domanda di risorse flessibili

- Nell'Area II, le capacità locali delle due aziende non sono in grado di servire le domande  $x$  e  $y$ , ma acquistando ulteriori risorse flessibili, tutte le domande possono comunque essere soddisfatte. Si noti che in tutti i casi di cui sopra, tutte le domande sono soddisfatte.
- L'Area III rappresenta la situazione in cui la capacità locale  $L_1$  è in grado di soddisfare la domanda  $x$ , ma  $y$  è così grande che nemmeno la combinazione di risorse locali e flessibili può soddisfarla tutta.

- L'area IV mostra la situazione inversa in cui  $y < L_2$ , ma  $x$  è molto grande.
- Infine, l'Area V cattura la situazione in cui anche quando tutte le capacità delle risorse flessibili sono esaurite sia  $x$  che  $y$  sono così grandi che non sono pienamente servite.

Come detto in precedenza il pianificatore sociale cerca dunque di massimizzare il benessere sociale che è dato da:

$$\begin{aligned} \max_{L_1, L_2, K} S = & \int_{\emptyset+I_1+I_2+II} (x+y)h(x,y)dydx + \int_{III} (x+L_2+K)h(x,y)dydx \\ & + \int_{IV} (L_1+y+K)h(x,y)dydx + (L_1+L_2+K) \int_V h(x,y)dydx \\ & - c_K K - c_L(L_1+L_2). \end{aligned} \quad (1)$$

Il benessere sociale è rappresentato dall'area sottesa alla curva di domanda meno i costi di produzione. Come si può notare dalla figura 2.3, il primo termine fa riferimento alla situazione in cui entrambe le domande sono soddisfatte. Il secondo termine rappresenta il caso in cui solo la domanda  $x$  è soddisfatta mentre  $y$  è talmente grande da non poter essere soddisfatta neanche dalla combinazione di risorse locali e flessibili. Il terzo termine rappresenta invece la situazione inversa. Il quarto termine mostra che l'investimento in risorse locali e flessibili non è sufficiente a soddisfare  $x$  e  $y$ . Infine vengono sottratti i costi degli investimenti in risorse locali e flessibili.

Indicando con  $L_1^*$ ,  $L_2^*$  e  $K^*$  le soluzioni al problema di massimizzazione (1), Lam giunge alla prima conclusione del suo modello:

*“Il pianificatore sociale investe solo nella risorsa flessibile (cioè,  $L_1^* = L_2^* = 0$  e  $K^* > 0$ ). Inoltre, esiste un livello di soglia  $\bar{c}$  tale che l'investimento socialmente ottimale in risorse flessibili  $K^*$  aumenta con la correlazione della domanda  $\alpha$  se  $c_K \leq \bar{c}$  ma diminuisce con la correlazione della domanda se  $c_K > \bar{c}$ “.*

Da questa conclusione emerge che il pianificatore sociale preferisce investire solo in risorse flessibili in quanto queste, spiega Lam, possono essere utilizzate per soddisfare la domanda di entrambe le aziende e sono meno costose delle risorse locali (infatti,  $c_K < c_L$ ). Inoltre, è possibile notare come l'impatto della correlazione della domanda sugli investimenti dipenda dal costo dell'investimento. In particolare, l'investimento in risorse flessibili aumenta quando il costo dell'investimento è basso poiché con l'aumentare della correlazione il pianificatore

sociale o vince alla grande se le realizzazioni della domanda sono alte o perde alla grande se le realizzazioni sono basse. Perciò nel caso in cui il costo dell'investimento in risorse flessibili è basso, il pianificatore sociale non si preoccupa di perdere ma si concentra sui benefici e di conseguenza l'investimento in risorse flessibili aumenta. Viceversa, quando il costo è alto l'investimento diminuisce poiché il social planner teme le grandi perdite.

L'investimento nel cloud computing risulta dunque l'investimento socialmente ottimale; tuttavia, ora è importante analizzare la situazione di monopolio per capire come l'investimento del monopolista nelle risorse cloud si discosti dal social optimum.

### 3.3.2 Monopolio

Lam prende ora in considerazione il caso di un fornitore monopolista per la fornitura della risorsa flessibile che sceglie  $p$  e  $K$  per massimizzare il profitto atteso. Ogni azienda fisserà invece un prezzo pari a  $r$  per cercare di catturare il surplus del consumatore in quanto quest'ultimo ha una domanda inelastica. Ciò significa che un'azienda acquisterà risorse flessibili ogni volta che il prezzo della risorsa flessibile sarà inferiore o uguale a  $r$ ; in altre parole, anche la domanda di risorse flessibili delle aziende è inelastica. Date  $L_1$ ,  $L_2$ ,  $K$  e il prezzo di monopolio  $p^m$ , la domanda di risorse flessibili è la stessa di quella della Figura 3.2 fino a  $p^m \leq r$ , il che significa che nella fase 3 in cui il monopolista fissa il prezzo di monopolio si ha

$$p^m = r \quad (2)$$

In questo modo il monopolista è in grado di estrarre tutto il valore della risorsa flessibile. Tutto questo comporta che, nella prima fase, l'impresa 1, aspettandosi che il monopolista fisserà un prezzo pari a  $p^m = r$ , sceglierà la capacità locale, anche se meno efficiente rispetto a  $K$ , al fine di guadagnare parte di questo surplus. Di conseguenza, il beneficio dell'investimento in risorse flessibili per il monopolista è inferiore a quello del pianificatore sociale, e quindi il monopolista tende a sotto-investire. Lam deriva così la seconda conclusione del modello:

*“Il fornitore monopolistico sotto-investe nella risorsa flessibile rispetto all'optimum sociale ( $K^m < K^*$ ), mentre le imprese sovrainvestono nella loro capacità locale ( $L_1^m = L_2^m > L^*$ )”*

Indicando con  $L_1^m$ ,  $L_2^m$ ,  $K^m$  le soluzioni finali, Lam dimostra che il risultato del monopolio si discosta dall'optimum sociale perché le imprese investono in una quantità positiva di capacità

locali. L'autore analizza poi, come fatto nella situazione di social optimum, l'impatto della correlazione, giungendo alla terza conclusione:

*“In regime di monopolio, vi è una quantità positiva di investimenti locali da parte delle imprese (ad esempio,  $L_1^m = L_2^m > 0$ ). Inoltre, esiste un livello di soglia  $\underline{c}$  tale che l'investimento del monopolista in risorse flessibili  $K^m$  aumenta con la correlazione della domanda  $\alpha$  se  $cK \leq \underline{c}$ , ma diminuisce con la correlazione della domanda se  $cK > \underline{c}$ ”*

Infine, Lam dimostra la quarta conclusione in cui afferma che l'investimento del monopolista, rispetto a quello del pianificatore sociale è in diminuzione nella correlazione della domanda:

*“Il più piccolo  $cK$  al di sopra del quale l'investimento in risorse flessibili diminuisce con la correlazione della domanda è più grande all'optimum sociale di quello in monopolio, cioè  $\bar{c} > \underline{c}$ ”*

Questo risultato si ottiene comparando i risultati del social optimum con quelli di monopolio e osservando che l'investimento in risorse locali è zero all'optimum sociale ma positivo nel caso di monopolio. Così, mentre il monopolista deve sostenere il rischio legato alle realizzazioni a bassa domanda in cui le imprese si affidano solo alla capacità locale, non c'è tale rischio nell'ambito dell'optimum sociale, il che rende il pianificatore sociale più disposto ad investire in risorse flessibili man mano che la correlazione della domanda aumenta rispetto al monopolista.

### 3.4 Risultati finali

Con il suo modello, Lam cerca quindi di analizzare l'efficienza degli investimenti nelle industrie con domanda correlata attraverso l'utilizzo dei dati sui costi e sulle correlazioni. Le conclusioni individuate suggeriscono che la condizione dei costi e il grado di correlazione della domanda hanno conseguenze importanti per gli investimenti nei mercati, ad esempio per il cloud computing e l'economia della condivisione. In particolare, emerge come il cloud computing, inteso come risorsa flessibile, grazie alla sua elevata scalabilità e adattabilità rappresenti una risorsa molto importante per le imprese in quanto permette loro di rispondere con grande velocità e flessibilità alle variazioni della domanda. Ciò nonostante, come descritto nella situazione di monopolio, gli investimenti in tali risorse per le imprese e il monopolista risultano spesso inefficienti a causa delle diverse dinamiche di mercato. Si evidenzia dunque la difficoltà nell'adozione dei servizi cloud dovuta alla presenza di barriere [Digitare qui]

e ostacoli. Infatti, afferma Lam, mentre il costo marginale della produzione di un'unità di potenza di calcolo supplementare è vicino allo zero, i costi dell'elettricità per l'alimentazione di migliaia di macchine e il loro raffreddamento, così come la gestione, la manutenzione e l'implementazione dei relativi hardware e software utilizzati in una grande server farm sono tutt'altro che trascurabili. Inoltre, anche se la memorizzazione di una grande quantità di dati può essere poco costosa, la gestione di grandi set di dati e il recupero dei dati rilevanti al momento giusto può essere costoso.

Questo modello aggiunge dunque un ulteriore tassello all'analisi del cloud computing in quanto fornisce un'analisi dell'investimento delle imprese in tali risorse. Risulta infatti molto importante, dopo aver osservato l'impatto del cloud, capire come le imprese si muovono sul mercato per cercare di adottare queste risorse. Attraverso il modello è perciò possibile ottenere una maggiore comprensione dei diversi fattori che influenzano l'investimento in risorse flessibili. In particolare, è possibile ottenere una maggiore conoscenza del settore nonostante il mercato del cloud stia crescendo in modo imprevedibile.



# Conclusioni

L'obiettivo di questo lavoro era quello di analizzare cosa fosse il cloud computing e di presentare il suo impatto sull'economia. In particolare, si è cercato di offrire una visione d'insieme del concetto di cloud computing presentando le caratteristiche e le funzionalità dei suoi servizi, evidenziando inoltre quali siano i vantaggi derivanti dall'utilizzo di questo tipo di risorse e quali le problematiche che si devono affrontare. Tra gli ostacoli principali ricordiamo la mancanza di sicurezza offerta alle imprese, i problemi relativi alla protezione dei dati o la mancanza di conoscenza sufficiente per favorire l'adozione del cloud. I principali vantaggi riguardano invece gli impatti sociali e ambientali, la possibilità per le imprese di ottenere una riduzione dei costi operativi, la garanzia di dover pagare esattamente per quello che si usa e infine la scalabilità e l'adattabilità del cloud. Viene infine analizzato l'investimento nelle risorse cloud, intese come risorse flessibili, attraverso il modello presentato da Wing Man Wynne Lam (2017) in cui viene studiata l'efficienza dell'investimento in risorse flessibili e l'impatto della correlazione della domanda sull'investimento in tali risorse.

Da tutto ciò emergono dunque le molte contrapposizioni che caratterizzano il cloud computing ma, allo stesso tempo, emerge l'incredibile potenziale che è possibile liberare da questo strumento attraverso l'applicazione di norme e regolamentazioni volte a favorire la sua adozione. L'ascesa del cloud computing sembra infatti inevitabile; basti pensare che al giorno d'oggi se stiamo usando un servizio online per inviare posta elettronica, modificare documenti, guardare film o programmi TV, ascoltare musica, giocare oppure archiviare immagini o altri file, allora è probabile che tutto questo sia possibile grazie al cloud. Inoltre, la connettività diventerà sempre più un requisito fondamentale per svolgere qualunque lavoro, in special modo nel cloud. Non si può pensare di poterne fare a meno, neanche per la più semplice operazione. È un processo ormai avviato da tempo e che non si fermerà più. Già da anni le grandi imprese tech come Amazon, Microsoft e Google investono nel cloud computing e offrono servizi di questo tipo. Tutto questo ci dà un'idea del valore di questa tecnologia e dell'impatto che ha e che può avere sull'economia globale.

L'utilizzo del cloud computing negli anni a venire sarà sempre più pervasivo anche se non potrà mai sostituire del tutto l'infrastruttura IT. È un argomento destinato a svilupparsi ed evolversi a prescindere dall'entusiasmo che lo spinge in questo momento. È un percorso verso il quale c'è una spinta molto forte proveniente da vari fattori. I dati, le applicazioni, i servizi sono risorse che si vuole avere a disposizione 24 ore su 24 in ogni luogo nel quale ci si trova e diventa così sempre più essenziale disporre di strumenti in grado di favorire questa

disponibilità. Non resta dunque che incentivare l'adozione di servizi cloud e di migliorare il loro utilizzo attraverso l'eliminazione delle barriere e degli ostacoli e attraverso l'implementazione di nuove regolamentazioni.

# Bibliografia

- AMAZON, 2020. *Cos'è il Cloud Computing?* [online]. Disponibile su: <<https://aws.amazon.com/it/what-is-cloud-computing/>> [Data di accesso: 15 aprile 2020]
- ASTRID, REPUBBLICA, 2011. *L'impatto del cloud computing sull'economia italiana* [online]. Roma: in collaborazione con MICROSOFT. Disponibile su: <http://download.microsoft.com/documents/italy/SBP/cloud/cloudcomputing2011.pdf>
- ARMBRUST, M., FOX, A., GRIFFITH, R., JOSEPH, A. D., KATZ, R., KONWINSKI, A., LEE, G., PATTERSON, D., RABKIN, A., STOICA, I., and ZAHARIA, M., 2009. *Above the Clouds: A Berkeley View of Cloud Computing* [online]. Electrical Engineering and Computer Sciences, University of California at Berkeley. Disponibile su: <<https://www2.eecs.berkeley.edu/Pubs/TechRpts/2009/EECS-2009-28.pdf>> [Data di accesso:
- BAYRAK, E., CONLEY, J.P., WILKIE, S., 2011. *The Economics of Cloud Computing* [online]. The Korean Economic Review, Volume 27, Number 2, Winter 2011, 203-230. Disponibile su: <[https://www.researchgate.net/publication/298491478\\_The\\_Economics\\_of\\_Cloud\\_Computing](https://www.researchgate.net/publication/298491478_The_Economics_of_Cloud_Computing)>
- CAMPAGNOLI, M., 2020. Il Covid e la gestione della flessibilità nel lavoro. *Il Sole 24 ore* [online]. Disponibile su: <<https://www.ilsole24ore.com/art/il-covid-e-gestione-flessibilita-lavoro-ADEYbQL>> [data di accesso: 28 aprile 2020]
- CANALYS, 2020. *Global cloud services market Q1 2020* [online]. Disponibile su: <<https://www.canalys.com/newsroom/worldwide-cloud-infrastructure-services-Q1-2020>> [Data di accesso: 12 maggio 2020]
- CEBR, 2011. *The cloud dividend: Part Two – The economic benefits of cloud computing to business and the wider EMEA economy – Comparative analysis of the impact on aggregated industry sectors* [online]. London. Disponibile su: <[https://www.cebr.com/wp-content/uploads/2013/03/2011-01-31-Economic-impact-of-cloud-computing\\_Cebr-report-on-industry-sectors\\_second-draft\\_clean.pdf](https://www.cebr.com/wp-content/uploads/2013/03/2011-01-31-Economic-impact-of-cloud-computing_Cebr-report-on-industry-sectors_second-draft_clean.pdf)>
- COMMISSIONE EUROPEA, 2012. *Quantitative estimates of the demand for cloud computing in Europe and the likely barriers to take-up, SMART 2011/0045, D-4 Final Report* [online]. IDC. Disponibile su: <<https://ec.europa.eu/digital-single->

- [market/en/news/quantitative-estimates-demand-cloud-computing-europe-and-likely-barriers-take-final-report](#) >
- COMMISSIONE EUROPEA, 2012. *Unleashing the Potential of cloud computing in Europe (COM (2012) 529)* [online]. Brussels. Disponibile su: <<http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2012:0529:FIN:EN:PDF>>
  - COMMISSIONE EUROPEA, 2014. *Establishing a Trusted cloud Europe - A policy vision document by the Steering Board of the European cloud Partnership* [online]. Brussels: The European Cloud Partnership Steering Board in accordo con la comunicazione della Commissione Europea su "Unleashing the Potential of Cloud Computing in Europe", 27.9.2012, COM(2012) 529 finale. Disponibile su: <<https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/b5c80ddb-fa1a-465b-a8f3-3e6c90af4a3b>>
  - COMMISSIONE EUROPEA, 2014. *European Economic Forecast, Spring 2014* [online]. Brussels: Directorate-General for Economic and Financial Affairs. Disponibile su: <[https://ec.europa.eu/economy\\_finance/publications/european\\_economy/2014/pdf/ee3\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/economy_finance/publications/european_economy/2014/pdf/ee3_en.pdf)>
  - COMMISSIONE EUROPEA, 2014. *Measuring the economic impact of cloud computing in Europe* [online]. Luxembourg, Publications Office of the European Union: Deloitte. Disponibile su: <<https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/measuring-economic-impact-cloud-computing-europe>>
  - COMMISSIONE EUROPEA, 2014. *Uptake of cloud in Europe - Follow-up of IDC Study on Quantitative estimates of the demand for cloud computing in Europe and the likely barriers to take-up* [online]. Luxembourg: Publications Office of the European Union: IDC. Disponibile su: <<https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/cfe5a91c-85cf-4c64-99e9-1b5900c8529a/language-en/format-PDF/source-search>>
  - COMMISSIONE EUROPEA, 2016. *Digital Single Market Strategy - the Free Flow of Data Initiative* [online]. Disponibile su: <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/digital-single-market-free-flow-data-initiative>
  - COMMISSIONE EUROPEA, 2020. *Cloud Computing* [online]. Disponibile su: <<https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/policies/cloud-computing>> [Data di accesso: 8 maggio 2020]

- COMMISSIONE EUROPEA, 2020. *Cloud Computing - Brochure* [online]. Disponibile su: <<https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/policies/cloud-computing>>
- CORRIERE DELLA SERA, 2011. *Cloud computing* [online]. Disponibile su: <[https://www.corriere.it/cultura/parola\\_chiave/C/cloud-computing.shtml](https://www.corriere.it/cultura/parola_chiave/C/cloud-computing.shtml)> [Data di accesso: 8 maggio 2020]
- DE STEFANO, T., KNELLER, R., TIMMIS, J., 2020. *Cloud computing and firm growth* [online]. VoxEu, CEPR Policy Portal. Disponibile su: <<https://voxeu.org/article/cloud-computing-and-firm-growth>> [Data di accesso: 9 giugno 2020]
- DOMESTIC TREE, 2020. *L'impatto ambientale dei server cloud* [online]. Disponibile su: <https://www.domestictree.com/limpatto-ambientale-dei-server-cloud/> [Data di accesso: 26 aprile 2020]
- FASTWEB, 2013. *Cosa sono le API e a cosa servono* [online]. Disponibile su: <<https://www.fastweb.it/web-e-digital/cosa-sono-le-api-e-a-cosa-servono/>> [Data di accesso: 8 maggio 2020]
- GANDOLFI, S., 2020. *Whatsapp, mail e streaming: ecco perché la tecnologia inquina*. Il Corriere della Sera. Disponibile su: <<https://www.corriere.it/buone-notizie/20-febbraio-19/whatsapp-mail-streaming-ecco-perche-anche-tecnologia-inquina-3c8caea4-5309-11ea-a666-434a0f1b693a.shtml>> [Data di accesso: 8 maggio 2020]
- GLEESON, N., WALDEN, I., 2014. *It's a jungle out there?': Cloud computing, standards and the law*. European Journal of Law and Technology, Vol 5, No 2.
- IBM CLOUD EDUCATION, 2020. *Multi-Tenant* [online]. Disponibile su: <<https://www.ibm.com/cloud/learn/multi-tenant>> [Data di accesso: 4 maggio 2020]
- KRETSCHMER, T., 2012. *Information and Communication Technologies and Productivity Growth: A Survey of the Literature* [online]. Paris: OECD Digital Economy Papers, No. 195, OECD Publishing. Disponibile su: <<http://dx.doi.org/10.1787/5k9bh3jllgs7-en>>
- MICROSOFT, 2020. *Cos'è il Cloud Computing?* [online]. Disponibile su: <<https://azure.microsoft.com/it-it/overview/what-is-cloud-computing/>> [Data di accesso: 21 aprile 2020]
- NIST (US National Institute of Standards and Technology, 2011. *The NIST Definition of Cloud Computing. Recommendations of the National Institute of Standards and*

- Technology* [online]. Special Publication 800-145. Disponibile su:  
<<https://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/Legacy/SP/nistspecialpublication800-145.pdf>>
- THOMOND, P., GANN, D., MACKENZIE, I., and VELKOV, A., 2011. *The Enabling Technologies of a Low Carbon Economy: From Information Technology to Enabling Technology: Can Cloud Computing Enable Carbon Abatement?*, Summary Report.
  - TIMOTHY PRICKETT MORGAN, 2016. *How long can AWS Keep Climbing Its Steep Growth Curve?* [online]. The next platform. Disponibile su:  
<<https://www.nextplatform.com/2016/02/01/how-long-can-aws-keep-climbing-its-steep-growth-curve/>> [Data di accesso: 8 maggio 2020]
  - SALESFORCE, 2020. *Che cos'è il cloud computing?* [online]. Disponibile su:  
<<https://www.salesforce.com/it/learning-centre/tech/cloudcomputing/>> [Data di accesso: 21 giugno 2020]
  - WANG, Q., 2004. *Optimal Investment Strategies for Flexible Resources, Considering Pricing and Correlated Demands* [online]. Blacksburg, Virginia. Disponibile su:  
<[https://vtechworks.lib.vt.edu/bitstream/handle/10919/46183/Qiong\\_thesis.pdf](https://vtechworks.lib.vt.edu/bitstream/handle/10919/46183/Qiong_thesis.pdf)>
  - WING MAN WYNE LAM, 2017. *Investment in Flexible Resources with Demand Correlation: an application to cloud computing* [online]. Disponibile su:  
<[https://orbi.uliege.be/bitstream/2268/206850/1/Lam\\_investment%20in%20flexible%20resources%20with%20demand%20correlation.pdf](https://orbi.uliege.be/bitstream/2268/206850/1/Lam_investment%20in%20flexible%20resources%20with%20demand%20correlation.pdf)>

