

La collana *Sistemi Informativi, Management e Controllo* accoglie monografie scientifiche che studiano i sistemi informativi nei diversi ambiti dell'economia d'azienda. L'attenzione è sulle interconnessioni tra l'information and communication technology, i processi informativi, la gestione, l'organizzazione e il controllo d'azienda. La collana intende essere un punto di riferimento per la comunità italiana di studiosi e ricercatori che indagano la modellizzazione, i comportamenti, le opportunità, le implicazioni e gli impatti nell'implementazione e nell'utilizzo della tecnologia per la gestione delle informazioni a supporto dei processi di pianificazione, di decisione, di gestione e di controllo nelle diverse aree aziendali (governo e strategia, amministrazione finanza e controllo, auditing e compliance, marketing e commerciale, produzione e approvvigionamenti, organizzazione, ricerca e sviluppo, logistica, ecc.), nei diversi settori economici, nei diversi sistemi (aziende private, pubbliche, di servizi, di produzione, non profit, ecc.), sottosistemi (commesse, progetti, business unit, rami d'azienda, ecc.) e aggregati aziendali (accordi e alleanze, reti d'aziende, gruppi, ecc.).

Sono inoltre di interesse della collana i lavori di ricerca che propongono un'analisi:

- dei riflessi delle ICT sui modelli di business e sul rapporto azienda-ambiente;
- della misurazione, valutazione e comunicazione dell'impatto dell'implementazione e dell'uso della tecnologia per la gestione e il controllo di attività e processi;
- delle implicazioni della tecnologia sui ruoli e sulle competenze dei diversi attori aziendali, sui modelli decisionali, sugli strumenti utilizzati.

La collana intende essere un'opportunità di divulgazione, nel rispetto dei criteri di double blind peer reviewing, di lavori scientifici monografici e di contributi di conferenze scientifiche di alto livello, basati su differenti metodologie di ricerca, di tipo teorico o empirico.

Direttore: Daniela Mancini (Università di Napoli Parthenope)

Co-Direttori: Nicola Castellano (Università di Macerata), Katia Corsi (Università di Sassari), Paolo Spagnoletti (LUISS)

Comitato editoriale: Federico Barnabè (Università di Siena); Francesco Bellini (UniNettuno), Enrico Bracci (Università di Ferrara); Adele Caldarelli (Università di Napoli Federico II); Andrea Cardoni (Università di Perugia); Francesca Cesaroni (Università di Urbino); Maria Serena Chiucchi (Università di Ancona); Mariano Corso (Politecnico di Milano); Francesca Culasso (Università di Torino); Daniele Dalli (Università di Pisa); Paola Dameri (Università di Genova); Fabrizio D'Ascenzo (Università di Roma La Sapienza); Marco De Marco (UniNettuno); Giuseppe D'Onza (Università di Pisa); Andrea Fradeani (Università di Macerata); Michele Galeotti (Università di Roma La Sapienza); Lucia Giovanelli (Università di Sassari); Giuseppina Iacoviello (Università di Pisa); Stefano Garzella (Università di Napoli Parthenope); Arianna Lazzini (Università di Modena); Rosa Lombardi (Università di Roma La Sapienza); Maria Pia Maraghini (Università di Siena); Luciano Marchi (Università di Pisa); Concetta Metallo (Università di Napoli Parthenope); Rosalba Miraglia (Università di Catania); Antonella Paolini (Università di Macerata); Luisa Pulejo (Università di Messina); Cecilia Rossignoli (Università di Verona); Alessandro Spano (Università di Cagliari); Enrico Supino (Università di Bologna).

Membri internazionali: Elisabetta Magnaghi (Université Catholique de Lille, Lille, France), Lapo Mola (Skema Business School, Sophia Antinopolis, France), Joshua Onome Imoniana (University of São Paulo, São Paulo, Brasil), Enrique Bonson (University of Huelva, Spain).

Il volume presenta alcuni risultati di una ricerca finanziata dall'Università degli Studi di Napoli Parthenope dal titolo "Aziende e tecnologie smart: modelli, misurazione delle performance, gestione della conoscenza e soluzioni tecnologiche", e coordinata da Daniela Mancini. Tali risultati sono stati presentati alla conferenza ITIM2019 e il finanziamento dell'Ateneo ha contribuito a sostenere le attività di ricerca che porteranno al deposito di un brevetto.

I lettori che desiderano informarsi sui libri e le riviste da noi pubblicati possono consultare il nostro sito Internet: www.francoangeli.it e iscriversi nella home page al servizio "Informatemi" per ricevere via e-mail le segnalazioni delle novità.

Sistemi informativi, management e controllo

Aziende come ecosistemi intelligenti

Profili informativi,
gestionali e tecnologici

a cura di Daniela Mancini

FrancoAngeli

Copyright © 2019 by FrancoAngeli s.r.l., Milano, Italy.

Ristampa	Anno
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9	2019 2020 2021 2022 2023 2024 2025 2026

L'opera, comprese tutte le sue parti, è tutelata dalla legge sui diritti d'autore. Sono vietate e sanzionate (se non espressamente autorizzate) la riproduzione in ogni modo e forma (comprese le fotocopie, la scansione, la memorizzazione elettronica) e la comunicazione (ivi inclusi a titolo esemplificativo ma non esaustivo: la distribuzione, l'adattamento, la traduzione e la rielaborazione, anche a mezzo di canali digitali interattivi e con qualsiasi modalità attualmente nota od in futuro sviluppata).

Le fotocopie per uso personale del lettore possono essere effettuate nei limiti del 15% di ciascun volume dietro pagamento alla SIAE del compenso previsto dall'art. 68, commi 4 e 5, della legge 22 aprile 1941 n. 633. Le fotocopie effettuate per finalità di carattere professionale, economico o commerciale o comunque per uso diverso da quello personale, possono essere effettuate a seguito di specifica autorizzazione rilasciata da CLEARedi, Centro Licenze e Autorizzazioni per le Riproduzioni Editoriali (www.clearedi.org; e-mail autorizzazioni@clearedi.org).

Stampa: Logo srl, sede legale: Via Marco Polo 8, 35010 Borgoricco (Pd)

INDICE

Trarre valore dagli ecosistemi digitali , di <i>Eusebio Scornavacca</i>	pag.	9
1. L'emergere di un ecosistema digitale	»	9
2. Comprendere la natura pervasiva delle tecnologie digitali	»	10
3. Trarre valore dagli ecosistemi digitali	»	11
4. Considerazioni finali	»	15
Co-creazione di valore nelle organizzazioni moderne , di <i>Vito Morreale</i>	»	16
1. Il business è diventato social	»	16
2. Esempi di Enterprise Social Software	»	17

PARTE PRIMA

LE ORGANIZZAZIONI INTELLIGENTI

1. L'università come ecosistema intelligente: profili concettuali , di <i>Palmira Piedepalumbo e Daniela Mancini</i>	»	21
1.1. Introduzione	»	21
1.2. Metodologia utilizzata per la ricerca bibliografica	»	23
1.3. Analisi dei risultati della ricerca bibliografica	»	24
1.4. L'analisi sistematica della letteratura	»	26
1.4.1. Le principali definizioni di università <i>smart</i>	»	27
1.4.2. Caratteristiche, componenti e tecnologie nelle <i>smart university</i>	»	28
1.4.3. Trasformazione delle università tradizionali in <i>smart university</i>	»	31
1.5. Conclusioni	»	32

2. Gli ecosistemi intelligenti nel settore sanitario: un'analisi multilivello della co-creazione di valore , di <i>Francesco Schiavone, Daniele Leone e Vincenzo Sanguigni</i>	pag.	38
2.1. Introduzione	»	38
2.1.1. La struttura della ricerca e la metodologia utilizzata	»	39
2.2. L'ecosistema sanitario e i principali stakeholder: scenari attuali e prospettive future	»	41
2.3. Le tecnologie digitali a supporto dell'ecosistema sanitario	»	44
2.3.1. Un focus sull'intelligenza artificiale	»	48
2.3.2. Il caso Pieces Tech	»	50
2.4. La <i>Sharing Economy</i> per la creazione di valore in sanità	»	51
2.5. La proposta di un framework per la co-creazione di valore: considerazioni conclusive per gli sviluppi futuri	»	54
3. La logica fuzzy come bussola per navigare nel cloud offrendo spazio: un'esperienza reale nell'ambito della Collaborative Flexible Manufacturing , di <i>Luigi Coppolino, Salvatore D'Antonio, Luigi Romano, Alessandro Scaletti e Luigi Sgaglione</i>	»	59
3.1. Introduzione	»	59
3.2. Motivazione e contributi	»	59
3.3. La piattaforma ERP Glob-ID basata sul cloud	»	62
3.4. La preselezione dell'offerta cloud	»	65
3.5. Selezione finale basata sulla logica fuzzy	»	67
3.5.1. Raccolta dei dati	»	67
3.5.2. Analisi dei dati	»	68
3.5.3. Risultati: il caso di studio reale	»	70
3.6. Sintesi e conclusioni	»	76

PARTE SECONDA
I SERVIZI INTELLIGENTI

4. Un modello aziendale per i servizi intelligenti della mobilità condivisa , di <i>Sabrina Pisano e Alessandro Scaletti</i>	»	81
4.1. Introduzione	»	81
4.2. I servizi intelligenti di mobilità condivisa	»	82
4.2.1. La storia del <i>bike sharing</i>	»	84
4.2.2. I benefici derivanti dall'uso del <i>bike sharing</i>	»	88

4.3. I modelli di gestione del <i>bike sharing</i>	pag.	90
4.4. Il <i>bike sharing</i> in Italia	»	95
4.5. I modelli di gestione del <i>bike sharing</i> adottati: un'analisi sui capoluoghi regionali italiani	»	97
4.6. Considerazioni conclusive	»	99
5. Come proteggere la pubblica amministrazione dalle minacce alla sicurezza informatica, di Luigi Coppolino, Luigi Romano e Luigi Sgaglione	»	104
5.1. Introduzione	»	104
5.2. Un'indagine sulle minacce alla sicurezza informatica delle pubbliche amministrazioni locali	»	107
5.3. COMPACT Cybeseurity Framework	»	108
5.4. Gestione della <i>cybersecurity</i> basata su cicli PDCA	»	111
5.5. Validazione dei Pilots di COMPACT	»	113
5.6. Conclusioni	»	116

PARTE TERZA
LE PIATTAFORME INTELLIGENTI

6. Blockchain e piattaforme intelligenti nelle smart country: il caso e-Estonia, di Alessandro Scaletti e Sabrina Pisano	»	121
6.1. <i>Smart city</i> e la variabile tecnologica	»	121
6.2. Le caratteristiche della blockchain e il ruolo della fiducia	»	122
6.3. <i>Blockchain</i> e <i>smart cities</i>	»	128
6.3.1. Il progetto e-Residency vs. la <i>smart city</i> globale	»	129
6.4. Considerazioni conclusive	»	133
7. Port community system e smart port per il miglioramento della performance: il caso del sistema portuale di Amburgo, di Assunta Di Vaio e Luisa Varriale	»	136
7.1. Introduzione	»	136
7.2. Il ruolo delle “tecnologia” nella regolamentazione per porti “smart”	»	138
7.3. Le funzioni del PCSs nel <i>framework degli “Smart port”</i>	»	140
7.4. I PCSs nell'ambiente MCS-AIS	»	143
7.5. Il sistema portuale di Amburgo	»	146
7.6. Considerazioni conclusive	»	151

8. Smart building nelle organizzazioni intelligenti: possibili implicazioni economico-aziendali , di <i>Daniela Mancini e Palmira Piedepalumbo</i>	pag.	157
8.1. Introduzione	»	157
8.2. Le fasi della ricerca	»	160
8.3. Il concetto di edificio intelligente	»	160
8.4. I modelli di edificio intelligente	»	163
8.5. L'analisi estesa della letteratura	»	167
8.6. Discussione e possibili implicazioni per la contabilità e il controllo di gestione	»	174

TRARRE VALORE DAGLI ECOSISTEMI DIGITALI

di *Eusebio Scornavacca*

1. L'emergere di un ecosistema digitale

A partire dal 2014, il numero totale di tutti i dispositivi mobili ha superato la popolazione mondiale e si prevede che supererà i 12 miliardi entro il 2022. Il ritmo con cui emergono nuove forme di dispositivi di elaborazione ubiquitaria delle informazioni (*ubiquitous computing – UC*), come smartphone, smartwatch, smartspeakers ecc., e la loro adozione ha continuato a crescere – segnando un passo evolutivo nel *trend* dell'UC. L'estinzione dei telefoni cellulari e la proliferazione di piattaforme multi-dispositivo fluide come iOS e Android hanno sfumato i confini tradizionali tra sistemi informativi fissi e mobili.

Questa dissoluzione della tradizionale segmentazione dei contesti di elaborazione delle informazioni rappresenta un notevole cambiamento nella essenza spazio-temporale degli artefatti di *information technology* (IT). Gli individui, infatti, hanno smesso gradualmente di percepire i loro dispositivi, mobili e non, come ecosistemi indipendenti, ma piuttosto li considerano come un complesso di dispositivi inter-connessi in costante evoluzione che gioca un ruolo progressivamente importante nella loro vita quotidiana.

Questa evoluzione significativa della tecnologia ha dato vita ad una nuova e complessa forma di artefatto tecnologico connesso, l'*Ubiquitous Media Systems* (UMS), che incapsula varie funzioni e fornisce un accesso fluido alle informazioni attraverso una varietà di canali, permettendo agli utenti di svolgere una moltitudine di compiti e di interagire in modo fluido in un ecosistema ubiquitario. Inoltre, l'accesso ubiquitario all'*Internet of Things* (IoT) rappresenta anche una nuova opportunità per le aziende.

Man mano che l'accesso alle informazioni diventa pienamente ubiquitario e le funzionalità pratiche e ludiche di tali dispositivi aumentano, l'emergere di tecno-ecosistemi fluidi e in evoluzione pone sfide e opportunità im-

portanti per la teoria e la pratica. Sfocando gradualmente i confini fisici, sociali e temporali, i sistemi degli ecosistemi digitali consentono di offrire prodotti e servizi, nuovi o già esistenti, online attraverso una moltitudine di canali interconnessi, ma generano anche opportunità radicalmente nuove e impensabili per le organizzazioni.

2. Comprendere la natura pervasiva delle tecnologie digitali

La propagazione nello spazio e nel tempo delle tecnologie digitali è considerata una conseguenza della diffusione di Internet, della crescita delle telecomunicazioni *wireless*, della riduzione dei costi della tecnologia, nonché della maggiore convergenza e fluidità di tali sistemi. La Figura 1 rappresenta graficamente l'espansione della disponibilità spazio-temporale delle tecnologie digitali.

I due assi perpendicolari rappresentano il tempo e lo spazio, mentre la curva rappresenta il movimento di un individuo nel *continuum* spazio-temporale. Le aree colorate in grigio chiaro rappresentano le posizioni nel tempo e nello spazio in cui il supporto della tecnologia digitale non è disponibile, mentre le aree colorate in grigio scuro rappresentano i luoghi in cui il supporto della tecnologia digitale è disponibile. L'area delimitata da grandi linee tratteggiate rappresenta i confini fisici (in questo esempio vengono rappresentati "casa", "lavoro" e "internet point") mentre la linea tratteggiata intorno all'area colorata in grigio scuro rappresenta un confine virtuale – aree delimitate in cui è possibile accedere alle informazioni e in cui possono essere eseguite delle attività con il supporto degli strumenti digitali. Infine, le aree delimitate dagli ellissi colorate di bianco rappresentano casi in cui vengono eseguiti dei compiti supportati da tecnologie digitali: il controllo della posta elettronica viene utilizzato come esempio nella figura a scopo illustrativo, ma la stessa logica potrebbe essere applicata a compiti ludici o legati a specifici obiettivi supportati da dispositivi digitali come ad esempio la navigazione web, la conversazione nelle chat, o la pubblicazione di post e lo scambio di contenuti come immagini o video.

Al fine di illustrare l'evoluzione delle tecnologie digitali, la Figura 1 mostra tre fasi distinte: la sezione (A) rappresenta una "fase stazionaria" (*stationary stage*) in cui le persone possono soltanto accedere alla propria e-mail all'interno dei confini del luogo di lavoro. La sezione (B) della figura rappresenta l'introduzione reti *wireless* e la, conseguente, nascita di un confine virtuale che si fonde con i confini fisici esistenti, consentendo all'utente di accedere alla propria e-mail sia dal luogo di lavoro, che da casa o da un

Internet point. Infine, la sezione (C) rappresenta l'introduzione della fase ubiquitaria che sostanzialmente incrementa l'accessibilità alle informazioni nel *continuum* spazio-temporale.

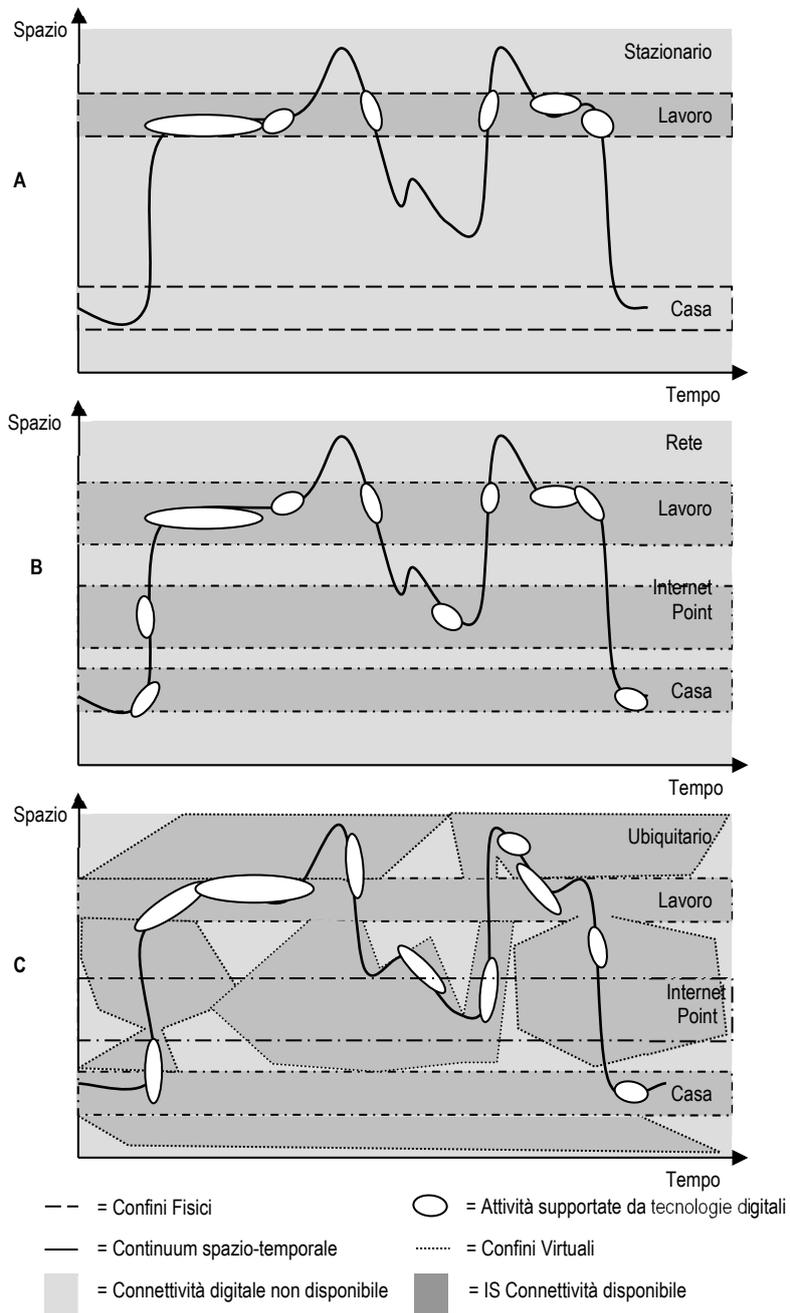
In ogni fase evolutiva, c'è un incremento della disponibilità spazio-temporale del supporto della tecnologia digitale – come si vede dall'incremento dell'area grigio scura (Figura 1). Nella fase stazionaria la possibilità di avere il supporto del sistema informativo per svolgere i vari compiti era piuttosto limitata e circoscritta ai confini del luogo di lavoro. D'altra parte, nella fase “in rete”, gli utenti dovevano cercare dei luoghi fisici (in questo esempio rappresentati dall'Internet point) in cui l'accesso alla rete fosse disponibile oltre i confini fisici del luogo di lavoro. Nella fase “ubiquitaria” l'accesso alle informazioni è continuo e solo in alcune aree (rappresentate in grigio chiaro) non è disponibile il supporto della tecnologia per la connessione digitale (ad es. nessuna copertura di rete in un seminterrato di un edificio). Le poche aree in grigio chiaro rimaste in Figura 1 (C) dovrebbero essere, forse, colorate di nero e dovrebbero essere chiamate “buchi neri” per illustrare meglio l'assenza della possibilità di accedere alle informazioni on-line.

Come mostrato nell'esempio, lo sviluppo della diffusione di Internet, la crescita delle telecomunicazioni wireless, la diminuzione dei costi della tecnologia nonché l'aumento della convergenza e della fluidità del sistema ha reso possibile la creazione di un ambiente ubiquitario che consente il supporto continuo della tecnologia per la connessione digitale (UMS) e migliora l'*affordance* degli oggetti (IoT).

3. Trarre valore dagli ecosistemi digitali

Una delle principali sfide per l'azienda che opera in un ecosistema digitale è come trarre valore da tecnologie pervasive e ubiquitarie. Molto spesso, l'obiettivo delle strategie digitali è l'incorporazione delle tecnologie emergenti nei processi organizzativi piuttosto che focalizzarsi su come creare valore per gli *stakeholder*. Non è raro osservare organizzazioni che prestano troppa attenzione alla “digitalizzazione” dei silos, come obiettivo finale, invece di guardare l'organizzazione in modo olistico e fare della creazione di valore lo scopo fondamentale delle iniziative di trasformazione digitale. La trasformazione digitale non dovrebbe riguardare l'implementazione delle tecnologie digitali, ma dovrebbe riferirsi alla trasformazione delle organizzazioni attraverso l'uso di tecnologie digitali, dei modelli di business e della strategia con l'obiettivo di migliorare le *performance* e, soprattutto, di creare valore per gli *stakeholder*.

Fig. 1 – L'evoluzione della disponibilità spazio-temporale delle tecnologie digitali



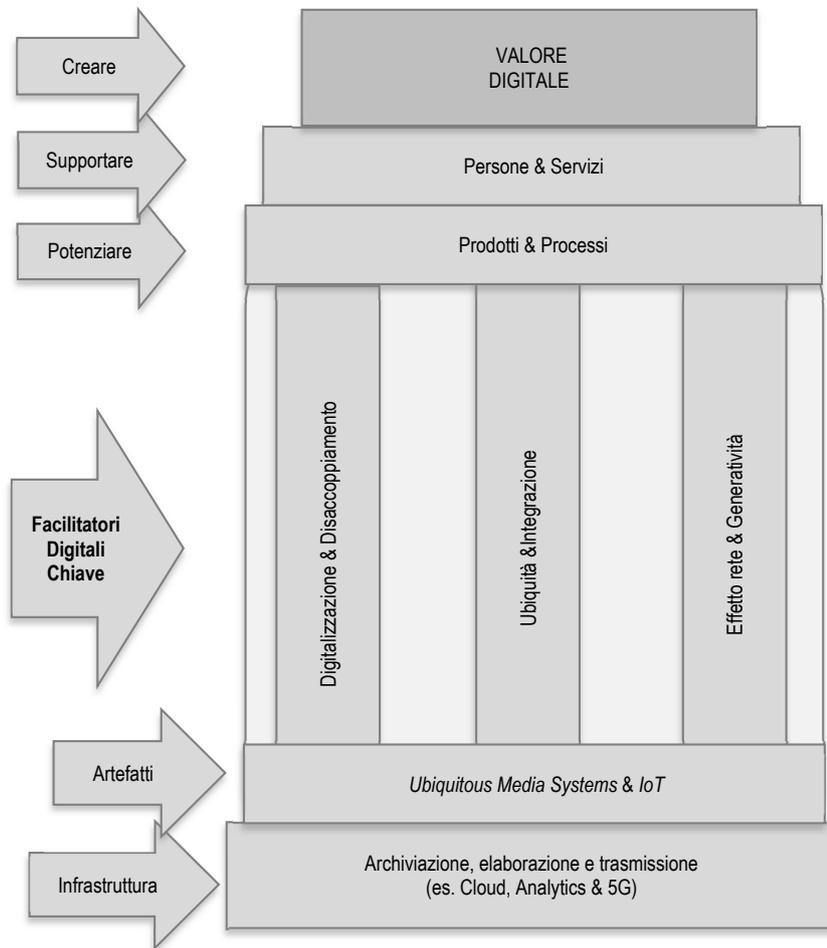
La Figura 2 presenta un *framework* per la creazione di valore per i *Digital Ecosystems*. Nella parte inferiore del modello, come base, si trova lo strato infrastrutturale (*infrastructure layer*). Esso consiste in una serie di tecnologie, come i servizi *cloud* e le reti ubiquitarie, che permettono l'archiviazione, l'elaborazione e la trasmissione dei dati. Le tecnologie a livello infrastrutturale offrono funzionalità autoesplicative ambientali per supportare il livello denominato artefatto (*artifact layer*). Esso è costituito dagli *Ubiquitous Media Systems* (UMS) e dall'*Internet of Things* (IoT). Mentre gli UMS offrono alle persone modi per interagire con l'ecosistema, l'IOT potenzia l'*affordance* degli oggetti aggiungendo uno strato virtuale di ulteriori funzionalità autoesplicative agli oggetti fisici. La combinazione delle *affordance* dello strato infrastrutturale e dello strato artefatto alimenta lo sviluppo di facilitatori digitali chiave (*core digital enabler*), indicati nei tre pilastri centrali del *framework*:

- digitalizzazione e disaccoppiamento (*Digitalization and Decoupling*): dovute alle proprietà della funzione dell'ambiente virtuale che non è più vincolato dalla forma. Di conseguenza, nel mondo cyber-fisico esiste una separazione tra forma e funzione, tra contenuto e mezzo, così come la flessibilità dei meccanismi di attuazione;
- ubiquità e integrazione (*Ubiquity and Embeddedness*): questo pilastro si riferisce all'importante aspetto dell'espansione spazio-temporale dell'ecosistema digitale. A causa della natura pervasiva delle tecnologie digitali e della combinazione di UMS e IoT, l'ecosistema è ovunque, con chiunque e incorporato in ogni cosa;
- effetto rete e generatività (*Network Effect and Generativity*): questo è senza dubbio il più impattante dei tre pilastri. Poiché tutti gli elementi dell'ecosistema digitale sono intrinsecamente connessi, questo crea naturalmente un effetto di rete di dimensioni senza precedenti. Come conseguenza, la complessità combinatoria dell'ecosistema è in grado di sospingere un'innovazione straordinaria e imprevedibile.

La combinazione dei tre facilitatori chiave digitali dovrebbe mirare a potenziare prodotti e servizi, che a loro volta devono concentrarsi sul supporto di persone e processi e, in definitiva, sulla creazione di valore digitale. Se tutti i livelli non sono ben integrati e focalizzati sulla creazione di valore, la proposta di valore (*value proposition*) dell'ecosistema viene quindi intralciata. Ad esempio, una casa automobilistica incorpora l'UMS e l'IoT all'avanguardia a bordo dei suoi veicoli di punta. Attraverso la tecnologia connessa a bordo del veicolo, il loro servizio di assistenza stradale è in grado di conoscere informazioni sul proprietario, sul veicolo, sulla sua posizione, nonché dettagli operativi e prestazionali come la pressione dell'olio e degli

pneumatici. Tuttavia, al fine di creare valore per un cliente con un guasto all'automobile, i punti chiave delle informazioni (come la posizione del veicolo) devono essere integrati nei processi e condivisi con le società esternalizzate che forniscono servizi di soccorso stradale. Se la società di soccorso stradale non è in grado di localizzare il veicolo al fine di fornire supporto al proprietario, nessun valore è stato creato dalle *affordances* dell'ecosistema digitale di cui fa parte il veicolo. Di conseguenza, integrare le tecnologie emergenti nei prodotti senza integrare i processi non ha creato valore per gli stakeholder chiave.

Fig. 2 – Creazione di valore negli Ecosistemi Digitali



4. Considerazioni finali

Il rapido sviluppo di ecosistemi digitali ubiquitari sta creando minacce e opportunità per le aziende. Una delle principali sfide per l'organizzazione che opera in un mondo digitale è quella di creare valore con la gamma di tecnologie digitali pervasive emergenti. È importante capire che i livelli e la velocità della *digital disruption* sono rivoluzionari (non evolutivi).

Invece di abbracciare ciecamente o opporsi radicalmente a questa nuova realtà, è fondamentale per i manager comprenderla a fondo e sviluppare approcci che vadano oltre i miglioramenti delle *performance*. Piuttosto che concentrarsi sull'integrazione delle tecnologie emergenti nei prodotti e nei processi organizzativi, è fondamentale importante guardare in modo olistico all'organizzazione e concentrarsi sulla creazione di valore per gli *stakeholder* attraverso una combinazione consapevole e pianificata di tecnologie digitali, modelli di business e strategia. In questo modo si costruisce un percorso per il successo digitale.

CO-CREAZIONE DI VALORE NELLE ORGANIZZAZIONI MODERNE

di *Vito Morreale*

1. Il business è diventato social

Le persone, le loro idee, la loro conoscenza, la loro esperienza rappresentano l'essenza del lavoro collaborativo e dell'innovazione; costituiscono una leva strategica per lo sviluppo e la crescita.

La diffusione dei social media ha stimolato, già a partire dal 2008, la nascita di un movimento che vede la "socializzazione" del business, con l'introduzione di strumenti comunemente usati per attività personali o ludiche (come social network, blog ecc.), nel contesto operativo di aziende, in molteplici settori. Nel 2010, Gartner considerava questo trend come una sicura evoluzione del business (*Business gets social*, 2010), intravedendo lo sviluppo di nuove modalità di collaborazione e di creazione del valore (crowdsourcing, social intranet ed extranet, comunità di interesse ecc.).

Queste nuove modalità operative necessitano di strumenti efficienti, facili da usare, stimolanti e efficaci per la generazione di nuove idee, la gestione, lo sviluppo e la co-creazione di conoscenza (soprattutto collettiva). In questo scenario di riferimento, le tendenze relative ai social software vengono integrate nei cosiddetti *Enterprise Social Software* (ESS), ossia piattaforme di servizi (fruibili in ogni momento, in ogni posto, con ogni dispositivo, anche personale) di collaborazione, comunicazione, condivisione e sviluppo della conoscenza collettiva nel contesto di organizzazioni dinamiche, fortemente orientate alla cosiddetta *Open Innovation*.

Queste piattaforme software sono caratterizzate da:

- partecipazione e presenza di molteplici stakeholder (sia all'interno dell'azienda, che fuori, inclusi partner, fornitori, clienti), che collaborano attivamente per avviare processi di co-creazione, sviluppo ed utilizzo efficace di conoscenza, oltre che promuovere l'incubazione di

idee innovative ed iniziative volte a sviluppare potenziale di mercato, miglioramento dei processi, nuovi prodotti e servizi ecc.;

- adozione di modelli di collaborazione sociale basata sullo sviluppo dell'intelligenza collettiva, sulla trasparenza, sul concetto di *community*, su modelli di cooperazione *win-win*;
- impiego di strategie di sviluppo di competenze ed *empowerment* delle singole persone basate sulla creatività e sulla condivisione, in certi casi stimolati da modelli di *gamification*;
- utilizzo estensivo del mobile computing e dei dispositivi mobili (*smartphone*, *tablet*, *wearable* ecc.) per garantire inclusione e partecipazione alle pratiche innovative di sviluppo dell'intelligenza collettiva.

Gli *Enterprise Social Software* (ESS), quindi, incoraggiano, catturano, organizzano interazioni libere ed aperte tra membri di una organizzazione, anche con attori esterni, al fine creare e sfruttare la conoscenza collettiva. Questi strumenti supportano una serie di azioni e operazioni legate alla gestione delle informazioni e della conoscenza (creazione, ricerca ed estrazione, organizzazione ed analisi, interazione) e offrono un insieme di funzionalità come quelle mostrate in Tabella 1.

Tab. 1 – Esempi di social software

Creazione	Links community, wikis, blogs, discussion forums, document sharing and co-creation
Ricerca ed estrazione	Tagging, tag clouds, content rating, social search, social network analysis, feeds, alerting
Organizzazione ed analisi	Shared bookmarks, links, social tags, social bookmarks, tag clouds, community, social search, prediction markets, content rating, reputation management, social analytics
Interazione	E-mail, personal profiles, "people like me," prediction markets, wikis, social search, social network analysis, shared workspaces

2. Esempi di Enterprise Social Software

Gli ESS permettono di sfruttare i punti di forza sia dei sistemi formali di comunicazione e collaborazione (sistemi strutturati e rigidi, come *repository* condivisi, sistemi che implementano procedure ben definite, *workflow* ecc.) che dei sistemi cosiddetti "caotici" (come *e-mail*, *instant messaging*, telefono, *meeting face-to-face* ecc.), riducendone al contempo i punti di debolezza, creando così strutture e ambienti virtuali di lavoro flessibili, adattivi e dinamici, caratterizzati dall'apertura, la condivisione, la co-creazione, la partecipazione.

L'approccio basato sulla *collective intelligence* e sui *social software* mira proprio all'integrazione della conoscenza *esplicita* (quella direttamente rappresentata dagli utenti in maniera prevalentemente strutturata) con quella *implicita* (quella inserita dagli stessi in contenuti tipicamente non strutturati, come *blog*, *wiki*, *community*, *e-mail* ecc.) ed alla contestuale estrazione, derivazione, determinazione di nuova conoscenza, attraverso tecniche di *mining*, ricerca, *clustering*, sistemi di *recommendation* ecc.

Questi principi possono essere applicati in ogni settore di business fortemente basato sulla conoscenza in cui il valore viene principalmente (co)creato dalle persone e da meccanismi di condivisione. Tra queste:

- aziende ICT: la velocità con cui le tecnologie si sviluppano ed evolvono e la complessità dei progetti necessitano di nuovi modelli di diffusione e propagazione interna della conoscenza e di collaborazione, soprattutto in grandi aziende. Gli ESS favoriscono tali dinamiche, facilitate da personale avvezzo all'utilizzo di strumenti tecnologici per il lavoro quotidiano;
- industria creativa: in questo contesto, la collaborazione e l'intelligenza collettiva possono supportare la creazione di prodotti innovativi e con forte potenziale di mercato, anche grazie alla possibile partecipazione dei clienti nella definizione di tali prodotti;
- *digital innovation hub*: hanno il compito di stimolare e promuovere l'innovazione del sistema industriale e produttivo, rafforzare il livello di conoscenze e di consapevolezza rispetto alle opportunità offerte dalla digitalizzazione e dall'Industria 4.0. In questo scenario, gli ESS offrono servizi basati sulla collaborazione e co-creazione nell'ambito di reti di attori dell'innovazione, nazionali ed europei.

Ma la co-creazione di valore basata sull'intelligenza collettiva può introdurre benefici significativi anche in contesti in cui il fine ultimo è la sicurezza della collettività e/o delle sue infrastrutture (critiche):

- *cyber-security*: comunità di esperti possono meglio affrontare, analizzare e discutere le attuali e future minacce alla sicurezza informatica nel contesto di comunità di interesse, sfruttando i servizi offerti dagli ESS. Possono anche co-creare contromisure e soluzioni di sicurezza per mitigare o eliminare tali minacce;
- sicurezza pubblica: *team* di investigatori possono collaborare efficacemente in spazi di lavoro dove condividere informazioni rilevanti (e prove) nel rispetto dei vincoli di riservatezza e protezione di dati sensibili.

Questi esempi sono solo alcuni dei possibili impieghi dell'approccio basato sull'intelligenza collettiva per la co-creazione di valore in contesti reali di organizzazioni complesse in molteplici settori produttivi, pubblici e privati.

PARTE PRIMA
LE ORGANIZZAZIONI INTELLIGENTI

1. L'UNIVERSITÀ COME ECOSISTEMA INTELLIGENTE: PROFILI CONCETTUALI

di *Palmira Piedepalumbo e Daniela Mancini*

1.1. Introduzione

Negli anni più recenti, l'umanità a vari livelli si sta confrontando con questioni rilevanti quali il cambiamento climatico, il consumo sostenibile delle risorse, la recessione economica. Le soluzioni concrete a tali problematiche pare siano al di sopra delle capacità di molte istituzioni governative centrali e locali, pertanto, partnership e collaborazioni tra mondo accademico, industria, governo e società civile, sono visti sempre più come un prerequisito fondamentale per affrontare le sfide della sostenibilità (Trencher *et al.*, 2014). Inoltre, si ritiene che, per la gestione delle organizzazioni, per fornire ai cittadini servizi nuovi e per migliorare i rapporti tra cittadini e governo (Lee & Lee, 2014), il supporto delle nuove tecnologie di informazione e telecomunicazione sia centrale. Per esprimere il modo in cui le nuove tecnologie e le innovazioni stiano cambiando lo stile di vita, il modo di lavorare e di vivere delle persone, viene utilizzato il termine *smart*.

Il concetto *smart* più utilizzato in letteratura è il concetto di *smart city* che identifica l'utilizzo di strumenti informatici, di comunicazione e di rete nella gestione delle città (Gil-Garcia *et al.*, 2014, Schiavone *et al.*, 2019). Con tale accezione la città diventa il centro di gravità di un'economia della conoscenza in cui si sviluppano i talenti in innovazioni tecnologiche. Esse possono definirsi come "città che apprendono", in cui il ruolo delle università diventa rilevante per accrescere la conoscenza tra cittadini. In questo contesto, le università sono chiamate a far fronte alla richiesta di maggiore conoscenza che viene dalle comunità e dai cittadini, e a dimostrare la loro capacità nel contribuire al miglioramento e al benessere della società (Huggins & Johnston, 2009; Kempton, *et al.*, 2013).

Per chiarire il nuovo ruolo ricoperto dalle università, in letteratura viene proposto il modello della tripla elica (Etzkowitz & Leydesdorff, 1995) che

pone la sua attenzione al sistema di relazioni che si sviluppa tra università, governo e industria. Questi tre attori operano sullo stesso piano, in modo congiunto, mediante una organizzazione ibrida che persegue l'innovazione grazie allo sfruttamento sistemico delle conoscenze e dalle competenze che appartengono ai tre attori. Le università, nelle comunità di costruzione della conoscenza, sono rappresentate come istituzioni sempre più imprenditoriali in grado di sviluppare le infrastrutture e la conoscenza per i processi di innovazione attraverso una riorganizzazione strategica interna (Huggins & Johnston, 2009). Il modello della tripla elica, infatti, afferma che i tre attori, oltre a mantenere il proprio ruolo tradizionale, possono assumere anche il ruolo degli altri: le università, infatti, oltre a mantenere il tipico ruolo di insegnamento e ricerca, devono anche fare lo sforzo di capitalizzare conoscenze, brevetti e start-up (Etzkowitz, 2008).

Un'altra evoluzione del modello della tripla elica, è rappresentato dalla "quadrupla elica". La transizione dal modello tripla elica a quello di quadrupla elica, può essere attribuita all'accelerazione del progresso sociale e tecnologico e, di conseguenza, alla necessità di intensificare la produzione di tecnologie innovative (Ivanova, 2014). Secondo tale teoria, la struttura economica di un Paese si basa non più su tre, ma su quattro pilastri con crescita economica generata da continue innovazioni; tali pilastri sono: mondo accademico, industria, governo e società civile (Afonso *et al.*, 2010). Le università diventano, così, il centro con cui istituzioni, individui e aziende interagiscono con conseguenti processi di innovazione. Le università hanno un enorme potenziale riguardo tali alleanze; hanno il potere di essere generatori di innovazione sociale e tecnologica con un'innata abilità di collegare vaste aree di competenza e attività in tutta la società.

L'applicazione delle nuove tecnologie, con particolare riferimento alle tecnologie basate sul web, nell'ambito delle organizzazioni universitarie, ha portato allo sviluppo di un nuovo modello di università, definito *smart university*. In un'accezione più ampia, la tecnologia può essere utilizzata per creare un ecosistema in cui docenti, studenti e personale tecnico-amministrativo, interagiscono in modo efficace, efficiente e collaborativo con l'unico scopo di migliorare l'apprendimento e lo sviluppo della conoscenza.

In letteratura sono presenti diverse definizioni di *smart university*, pertanto lo scopo di questo capitolo è di analizzare la letteratura scientifica sull'argomento per evidenziare i confini del concetto e lo stato dell'arte della ricerca in questo campo.

Dopo questa breve introduzione sulla nascita e l'uso del termine *smart*, con riferimento alle *smart city* e quindi alle *smart university*, il capitolo sarà sviluppato come segue: il paragrafo 1.2 descrive la metodologia utilizzata

per analizzare la letteratura, il paragrafo 1.3 descrive i risultati prodotti dalla ricerca bibliografica, il paragrafo 1.4 descrive i principali risultati dell'analisi sistematica della letteratura.

1.2. Metodologia utilizzata per la ricerca bibliografica

La raccolta del materiale bibliografico posto a base dell'analisi sviluppata in questo capitolo, è stata condotta sui database *Scopus*, *Web of Science* ed *EBSCO*. Per individuare e selezionare i prodotti di ricerca è stata utilizzata la parola chiave “smart universit*” limitando la ricerca ad articoli pubblicati su *Journal* e *Conference Paper*. La ricerca per parola chiave è stata condotta nei campi *article title*, *abstract and keywords* per il database *Scopus*, in *title* per i database *Web of Science* ed *EBSCO*; la parola chiave non è stata ricercata in tutto l'articolo per avere dei risultati che fossero il più possibile inerenti allo scopo di questo articolo. Il materiale raccolto ha riguardato un arco temporale che va dal 2008, anno in cui compare per la prima volta il concetto di *smart university* in una pubblicazione scientifica, fino al 2019.

La ricerca bibliografica ha prodotto i risultati indicati nella Tab. 1.1.

Tab. 1.1 – Risultati della ricerca bibliografica

DATABASE	CONFERENCE PAPER	JOURNAL	TOTALE
Scopus	56	23	79
Web of Science	16	2	18
EBSCO	1	1	2
Totale	73	26	99

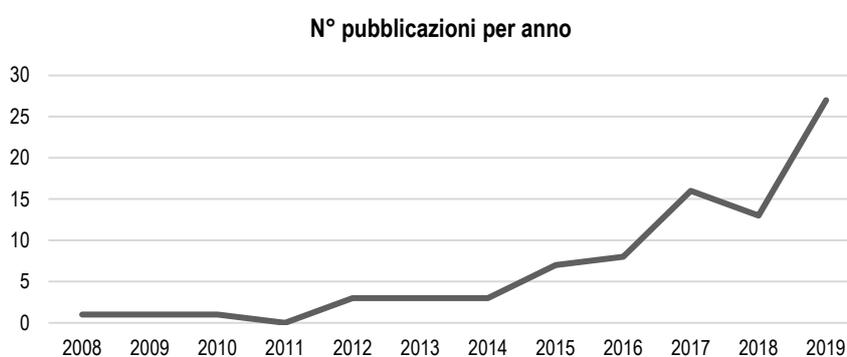
Al fine di eliminare i contributi duplicati, i risultati delle diverse *query* nei database indicati sono stati ulteriormente filtrati e si è giunti ad un totale di 83 prodotti da analizzare, di cui 60 *conference paper* e 23 articoli pubblicati su *journal*. Come si evince la maggior parte dei prodotti scientifici che negli ultimi 11 anni ha trattato il tema delle *smart university* sono *conference paper*, ad evidenza del fatto che il tema di ricerca è recente e non è ancora consolidato.

1.3. Analisi dei risultati della ricerca bibliografica

Al fine di comprendere lo stato dell'arte degli studi sul tema delle *smart university*, è stata condotta una preliminare analisi statistica delle pubblicazioni selezionate, che ha consentito di formulare un quadro dell'interesse scientifico complessivo sul tema (Verbeek *et al.*, 2002).

La prima analisi effettuata sugli articoli risultati dalla ricerca è stata la distribuzione delle pubblicazioni per anno.

Fig. 1.1 – Distribuzione delle pubblicazioni per anno



Dalla Fig. 1.1 si evidenzia che i primi articoli che compaiono in letteratura sul tema delle *smart university*, risalgono al 2008. Gli articoli pubblicati in quell'anno sono l'articolo di Abbasi & Shaikh e l'articolo di Donoghue & Kennerley. Essi focalizzano l'attenzione sull'utilizzo di tecnologie emergenti: il primo articolo tratta tale tematica dal punto di vista prettamente teorico, mentre il secondo articolo si avvale di un caso di studi.

Nel corso degli anni, il numero di pubblicazioni è aumentato gradualmente fino a raggiungere un primo picco nel 2017 (Adamko, 2017; Adamko *et al.*, 2017; Alvarez-Campana *et al.*, 2017; Bakkenet *et al.*, 2017; Ching *et al.*, 2017; Dascalu *et al.*, 2017; Grimaldi & Fernandez, 2017; Heinemann & Uskov, 2017; Jain *et al.*, 2017; Malatji, 2017; Mohamed *et al.*, 2017; Mujun, 2017; Schiopoiu & Burdescu, 2017; Serdyukova *et al.*, 2017; Uskov *et al.*, 2017; Uskov *et al.*, 2017).

Come si evidenzia dal grafico, il numero complessivo di pubblicazioni che trattano il tema delle *smart university* negli anni successivi al 2017 presenta un trend crescente, sintomo dell'aumento di interesse da parte del mondo accademico per l'argomento.

La maggior parte dei paper, sono articoli presentati a convegni e, le due conferenze che presentano il maggior numero di pubblicazioni sono l’International Conference on Smart Education and Smart E-Learning (SEEL) e l’ACM International Conference (Tab. 1.2).

Tab. 1.2 – Elenco delle principali conferenze sul tema “smart university”

Denominazione Conferenza	n. di pubblicazioni presentate
International Conference on Smart Education and Smart e-learning	22
ACM International Conference	5
IEEE World Engineering Education Conference	2
IEEE World Forum on Internet of Things	2
International Conference on Distributed Multimedia Systems	2

La prima conferenza per numero di pubblicazioni è il SEEL (Bakken *et al.*, 2016; Bakken *et al.*, 2018; Bakken *et al.*, 2019; Bakken *et al.*, 2019a; Bakken *et al.*, 2019b; Berdnikova *et al.*, 2019; Dann, 2018; Uskov *et al.*, 2017; Gudkova *et al.*, 2019; Gudkova *et al.*, 2019a; Mitrofanova *et al.*, 2019; Pozdnev *et al.*, 2016; Serdyukova *et al.*, 2016; Serdyukova *et al.*, 2016a; Serdyukova *et al.*, 2017; Serdyukova *et al.*, 2018; Serdyukova *et al.*, 2019; Schiopoiu & Burdescu, 2017; Uskov *et al.*, 2016; Uskov *et al.*, 2017a; Uskov *et al.*, 2019). La prima edizione di questa conferenza si è svolta nel 2015. Il SEEL nasce come opportunità per discutere di idee e approcci innovativi, progressi nella tecnologia e nei sistemi smart, sistemi software e hardware, progetti nazionali e internazionali e molti altri argomenti relativi all’istruzione basata sulla tecnologia smart e alla formazione aziendale. Oggi, il SEEL, è un importante forum internazionale per la presentazione di idee innovative per l’applicazione di tecnologie smart e sistemi smart nell’istruzione e nell’e-learning, aule smart, università smart e società smart basate sulla conoscenza.

La seconda conferenza per numero di lavori pubblicati sul tema è ACM International Conference (Akhrif *et al.*, 2019; Akhrifet *et al.*, 2018, 2019; Ching *et al.*, 2017; Pornphol & Tongkeo, 2018a). Tale conferenza, da oltre 60 anni accoglie lavori riguardanti problematiche e applicazioni delle tecnologie informatiche, come ad esempio l’Intelligenza Artificiale, le applicazioni informatiche, la progettazione di hardware, l’educazione informatica.

I 23 articoli pubblicati sui journal, invece, appartengono ognuno ad una rivista differente, eccetto *Journal of Visual Languages and Computing* (JVLC) in cui troviamo due pubblicazioni (Coccoli *et al.* 2014a; Coccoli *et al.*, 2015) (Tab. 1.2). Il Journal of Visual Languages & Computing (JVLC) vuole essere un forum per ricercatori professionisti e sviluppatori per scam-

biare idee e risultati di ricerca, per il progresso dei linguaggi visivi e del visual computing. JVLC pubblica articoli di ricerca, sondaggi all'avanguardia, articoli di review, nelle aree dei linguaggi visivi, visual computing, programmazione visiva, progettazione dell'interfaccia uomo-macchina visiva, comunicazione visiva, comunicazioni multidimensionali.

Tab. 1.2 – Denominazione dei Journal con articoli su smart university

Denominazione rivista	n. articoli pubblicati
Journal of Visual Languages & Computing	2
Advances in Intelligent Systems and Computing	1
Applied Intelligence	1
Applied Mechanics and Materials	1
Computer Science and Information Systems	1
Computers	1
Ec Ophthalmology	1
Expert Systems with Applications	1
Information and Learning Science	1
International Information and Library Review	1
International Journal of Advanced Trends in Computer Science and Engineering	1
International Journal of Ambient Computing and Intelligence	1
International Journal of Educational Technology in Higher Education	1
International Journal of Emerging Technologies in Learning	1
International Journal of Geographical Information Science	1
International Journal of Information & Communication Technology Education	1
International Journal of Technology and Human Interaction	1
Journal of Ambient Intelligence and Smart Environments	1
Journal of Big Data	1
Open Learning	1
Personal and Ubiquitous Computing	1
Revista de Educacion a Distancia	1

1.4. L'analisi sistematica della letteratura

Dopo l'analisi statistica delle pubblicazioni selezionate sul tema, si è passati a effettuare l'analisi sistematica della letteratura per cercare di delineare

i confini del concetto di *smart university* e per analizzare lo stato dell'arte della ricerca in questo campo. Nello specifico l'attenzione è focalizzata sul "processo" di trasformazione delle università tradizionali in università *smart*; e sulla identificazione delle caratteristiche, delle componenti e delle tecnologie tipiche delle *smart university*.

1.4.1. Le principali definizioni di università smart

In letteratura le definizioni di *smart university* sono numerose, ma possono essere ricondotte essenzialmente a due filoni.

Il primo filone comprende tutte le definizioni che focalizzano l'attenzione sulla componente tecnologica della *smart university*, rispetto ad una organizzazione tradizionale, raffigurandola pertanto, come una piattaforma attraverso la quale è possibile erogare servizi mirati, grazie alla possibilità di sviluppare analisi sofisticate sui dati raccolti (Abdelnour-Nocera, Oussena & Burns, 2015; Coccoli, Guercio, Maresca & Stanganelli, 2014a; Williamson, 2018).

In questo ambito alcune definizioni restano ancorate alla finalità educativa e formativa delle università evidenziando come attraverso tali piattaforme tecnologiche le università riescono a offrire agli studenti un ambiente di *teaching and learning* potenziato e personalizzato. Nello specifico Abdelnour-Nocera *et al.* evidenziano come questo sia possibile integrando i dati provenienti dai *learning analytics* (informazioni demografiche, valutazioni, reclutamento e performance degli studenti) con dati riferiti alle attività e alle interazioni nello spazio fisico dell'università¹ (Abdelnour-Nocera *et al.*, 2015).

Coccoli *et al.*, invece, evidenziano la capacità delle piattaforme tecnologiche di supportare la collaborazione e la cooperazione tra diversi attori (studenti, insegnanti, personale amministrativo ecc.) per offrire un servizio educativo allineato ai bisogni e per monitorare le performance conseguite² (Coccoli *et al.*, 2014b).

Altre definizioni invece, pur presentando l'università intelligente come una piattaforma, ne evidenziano la capacità di questa non solo di supportare

¹ «The Smart University is a vision where the university, as a platform, provides foundational context data to deliver the university of the future. The smart university proposed a novel platform that will provide context aware information to students through the integration of learning analytics with data sensed using cyber-physical devices in order to provide a holistic view of the environments that universities offer to students» (Abdelnour-Nocera *et al.*, 2015).

² «Smarter university we mean a place where knowledge is shared between employees, teachers, students, and all stakeholders in a seamless way. A platform that acquires and delivers foundational data to drive the analysis and improvement of the teaching and learning environment» (Coccoli *et al.*, 2014b).

processi di apprendimento personalizzati, ma anche di consentire il conseguimento di elevati livelli di *employability* degli studenti, facilitando l'interazione con i potenziali datori di lavoro (Dascalu *et al.*, 2017; Schiopoiu & Burdescu, 2017)³.

Il secondo filone di studi, invece, si ispira alla letteratura sulle *smart city* e ripropone anche per le università un modello e una definizione che ne evidenzia l'interrelazione tra diverse componenti intelligenti, non tutte riconducibili alla variabile tecnologica (Neves-Silva, Tsihrintzis & Uskov, 2014; Marciniak & Owoc, 2013; Uskov *et al.*, 2018). In questo caso si evidenzia la capacità dell'università *smart* di soddisfare meglio i bisogni della collettività attraverso la combinazione e l'integrazione di 5 componenti che assumono un profilo *smart*: *smart people*, *smart building*, *smart environment*, *smart governance*, and a *knowledge grid*⁴. L'università in questo caso diventa intelligente se, si supera la stretta visione della infrastruttura tecnologica, e se viene gestita integrando varie tipologie di "infrastrutture": sociale, legata alle persone; fisica, legata agli *asset* tangibili, come gli edifici, e all'ambiente; manageriale, legata alla *governance* e ai processi decisionali; e tecnologica.

1.4.2. Caratteristiche, componenti e tecnologie nelle smart university

Uno degli aspetti più dibattuti in letteratura riguarda quali siano gli elementi che caratterizzano una università come *smart*. I modelli proposti fanno riferimento ora ad aspetti fisici e tangibili, ora a risultati e prestazioni, ora a capacità e competenze che contraddistinguono la specifica università sottolineando però l'importanza dell'interconnessione tra i vari elementi che la compongono (Ogawa & Shimizu, 2017).

Pagliaro *et al.* (2016), adattando il modello delle *smart city*, identificano 5 componenti dello *smart campus* che assumono anche il ruolo di campi d'azione, cioè le aree in cui si concentrano le iniziative per trasformare l'università in una *smart university*. Rispetto al modello delle *smart city* gli autori

³ «We embrace the model of smart university, as a set of highly technical interrelated elements, but we go further and state that the ultimate goal of the model should be to increase students' employability, by facilitating their continuous interaction with possible employers» (Dascalu *et al.*, 2017).

⁴ «To be able to say that the university achieves type of smart, it must be managed in an intelligent way. It means, the authorities during making decision have to include all five university contractual determinants: human and social capital (called smart people), available physical infrastructure (called smart building), an integrated information infrastructure (called knowledge grid), strategic decision-making processes (called smart governance) and aspects related to the protection of the environment (called smart environment)» (Marciniak & Owoc, 2013).

ritengono che, nel contesto universitario, sia necessario enucleare l'energia dalla componente *environment*; accorpate la componente delle persone con quella degli edifici, intesi come insieme dei servizi che vengono offerti agli utenti; mentre la *governance* viene enucleata e rappresenta una componente trasversale insieme alla gestione e all'informazione e controllo. Gli altri elementi del modello sono l'economia (*economy*), in cui sono raccolti tutti i risultati conseguiti dal *campus* siano essi afferenti all'area didattica o ricerca o terza missione, siano essi quantitativi, economici o qualitativi; e la mobilità che si riferisce all'infrastruttura logistica del *campus*.

Il modello di Uskov *et al.* (2016) evidenzia le componenti che dovrebbero contraddistinguere le università *smart*, ponendo particolare attenzione alle capacità e alle competenze che dovrebbero caratterizzarle:

- l'adattamento, ovvero la capacità delle *smart universities* di modificare automaticamente le funzioni aziendali, le strategie, i processi amministrativi;
- la consapevolezza, ovvero la capacità di identificare, riconoscere, comprendere ed essere consapevoli di fenomeni che possono avere un impatto, negativo o positivo, sul funzionamento dell'università *smart*, e delle componenti che la costituiscono, grazie all'uso della tecnologia e dei sensori;
- il ragionamento logico, cioè la capacità di rendere automatiche le conclusioni logiche sulla base dei dati grezzi, delle informazioni elaborate, delle osservazioni;
- l'auto-apprendimento, ovvero la capacità di ottenere, acquisire o formulare nuove conoscenze o modificare quelle già esistenti al fine di migliorarne il funzionamento;
- l'auto-organizzazione, ovvero la capacità di prevedere automaticamente gli eventi che accadranno in futuro e come possono essere affrontati;
- La ristrutturazione, cioè la capacità di modificare la struttura interna, in modo intenzionale e appropriato, senza l'ausilio di un agente esterno.

Una delle principali componenti delle *smart university* è la tecnologia e proprio per tale motivo una parte della letteratura esaminata si è focalizzata sull'analisi delle piattaforme e i modelli tecnologici da implementare all'interno dell'università per renderla *smart*. Tra le tecnologie prese in considerazione in letteratura con riguardo alle *smart university* riscontriamo l'*Internet of Things* (IoT), la *Radio Frequency Identification* (RFID) e il *Cloud Computing* (CC) (Cață, 2015; Adamko, 2017). Dalla letteratura esaminata si comprende come ciascuna tecnologia può trovare uno sbocco differente in

un contesto universitario *smart*, sia con riguardo agli ambiti/processi in cui può essere applicata, sia con riguardo alle finalità perseguite.

Sharma & Suryakanthi (2015) implementano la tecnologia IoT all'interno dell'università per ottimizzare il consumo di energia, data la crescente attuale attenzione a mantenere a livelli sostenibili tale consumo. Per far questo, propongono un sistema di monitoraggio centralizzato del consumo di energia che ne ottimizza l'uso attraverso l'analisi dei *Big Data*. Tale sistema si avvale del supporto dell'IoT in quanto, attraverso una combinazione di sensori e di sistemi intelligenti, gli oggetti utilizzati quotidianamente, vengono collegati tra loro e comunicano senza l'intervento manuale di un utente.

Alvarez-Campana *et al.* (2017) nel loro articolo, presentano una piattaforma basata su IoT implementata nel campus del CEI Moncloa, ponendo l'enfasi sulle principali sfide tecnologiche che vengono affrontate e le soluzioni che sono state adottate, oltre che descrivere le funzionalità, i servizi e il potenziale che tale piattaforma offre al campus.

Per identificare automaticamente gli oggetti all'interno dell'università nelle diverse vicinanze viene utilizzata la RFID. L'implementazione della tecnologia RFID sta avendo popolarità grazie al basso costo, al peso e alle dimensioni ridotte e grazie ai ridotti costi di manutenzione.

Rehman, Abbasi & Shaikh (2008) sviluppano un sistema che mostra come la tecnologia RFID possa contribuire a migliorare la sicurezza, il risparmio energetico e a monitorare le persone. Gli Autori sostengono che la tecnologia RFID fornisce i mezzi per l'identificazione di persone o oggetti e costituisce la base per:

- la manutenzione dei record per la presenza degli impiegati;
- la tracciabilità di dipendenti ed attrezzature;
- la sicurezza delle stanze;
- l'automazione degli apparecchi elettrici.

Abbasi & Shaikh (2008), nel loro contributo, spiegano come potrebbe essere, all'interno delle *smart university*, lo spazio abilitato alla RFID. Per cominciare, sostengono che gli attori che dovrebbero essere "taggati" sono tutti i dipendenti e tutti gli studenti e, le unità di lettura dovrebbero essere collocate accanto alla porta di ogni stanza, all'ingresso e all'uscita dell'università, alla mensa universitaria e alle sale comuni e, infine, all'ingresso dei laboratori e alle altre strutture. Quando un utente entra in stanza, ad esempio, il suo ID unico viene inviato al circuito di controllo e al server generale che registra le presenze; la persona viene quindi registrata con uno specifico *log* in base all'ora e alla posizione.

Con riferimento al CC, infine, Mishchenko *et al.* (2016) definiscono i servizi CC che costituiscono una *smart university*. Questi possono essere iden-

tificati nella gestione elettronica dei documenti, nel voto elettronico, nella gestione *online* delle risorse umane, nella valutazione della qualità dei processi, nella fornitura di servizi educativi sottoforma di corsi da svolgere online, accesso elettronico e monitoraggio del personale e degli studenti, protezione delle informazioni. Con riferimento all'utilizzo del CC, inoltre, Jain *et al.* (2017), ne evidenziano alcune caratteristiche positive come l'affidabilità, il risparmio di tempo e la facilità di controllo. Essi propongono un sistema chiamato *Smart University-Student Information Management System* che consente di gestire, mediante una piattaforma *cloud*, i processi amministrativi che vanno dall'iscrizione degli studenti, al monitoraggio delle carriere, alla gestione delle informazioni anagrafiche, alla analisi delle performance ecc.

1.4.3. *Trasformazione delle università tradizionali in smart university*

L'adozione di un modello di gestione *smart* costituisce un passaggio critico nella gestione delle università, per questo si tratta anche di uno dei *topic* maggiormente investigati. Gli studiosi hanno proposto diversi *framework* utili a supportare il processo decisionale nel passaggio da un modello di università tradizionale ad uno *smart*, ponendo di volta in volta come criterio prioritario nella scelta del processo da seguire il vincolo della trasformazione dei processi interni (Schiopoiu e Burdescu, 2017; Poruphol & Tongkeo, 2018), o il vincolo delle esigenze del "mercato" (Coccoli *et al.*, 2014) o, infine, il vincolo del livello di *smartness* a cui tendere (Heinemann & Uskov, 2017).

Il modello di Poruphol & Tongkeo (2018) prevede una trasformazione a due stadi. Nel primo gli organi di governo dell'università definiscono le politiche e le linee guida per l'attuazione del passaggio e per calarlo nei processi amministrativi; nel secondo stadio l'amministrazione dell'università gestisce la reingegnerizzazione dei processi e verifica i risultati conseguiti. La fase strategica richiede il coinvolgimento di tutti gli stakeholder rilevanti, mentre la fase di reingegnerizzazione dei processi deve partire da una analisi approfondita dell'organizzazione, della cultura, dei metodi e dei processi stessi.

Il modello di Coccoli *et al.* (2014) esplicita le fasi del passaggio da una università tradizionale a quella che gli studiosi chiamano università *smarter*, cioè una università che implementa le tecnologie intelligenti per soddisfare in modo sostenibile i bisogni degli studenti. Pertanto, secondo gli Autori, il punto di partenza è dato da una visione condivisa con i vari stakeholder (ad es. insegnanti, studenti, amministrazione, organizzazioni non profit, istituzioni di ricerca, cittadini, industrie ecc.) compatibile con i punti di forza del-

l'università e le peculiarità del territorio (ad es. contesto industriale, università e college limitrofi, tipo di scuole ecc.). Il modello proposto vede come fasi cruciali per la trasformazione in università *smart*: la raccolta delle opinioni degli *stakeholder* (*opinion mining*) e la individuazione dei loro bisogni (*needs collection*) come fasi preliminari per la formulazione della visione strategica (*vision*) della università *smart*; la *vision* viene poi tradotta in obiettivi organizzati in ordine di priorità e urgenza (*priorities*) e declinati in termini di competenze possedute e da sviluppare dei diversi attori, particolarmente di studenti e docenti (*common contest; domain specific contest; competences, standards and policies*); infine la fase di verifica della fattibilità mediante il confronto fra i bisogni individuati in fase di *opinion mining* e le scelte pianificate (*matching*), seguita dalla fase di raccolta delle informazioni e controllo (*monitoring and analytics*).

Il modello di Heinemann & Uskov, è un modello dinamico, che accompagna le università nel loro processo evolutivo in funzione del livello di “intelligenza” che si intende implementare. Gli studiosi infatti definiscono 5 livelli di *smartness* delle università in funzione della implementazione di *smart education, smart classroom, smart pedagogy, smart analytics, smart technologies* and *smart campus*. Tali livelli vanno da quello iniziale, in cui l'università implementa alcune iniziative isolate; a quello ottimale in cui sono implementate tutte le componenti citate in precedenza e sono attivati processi di miglioramento continuo, non solo dal punto di vista pedagogico, ma anche con riguardo alla gestione e all'amministrazione dei processi universitari (Heinemann & Uskov, 2017).

1.5. Conclusioni

In questo capitolo è stata condotta un'analisi della letteratura sul tema delle *smart university* al fine di delineare i confini di tale concetto e lo stato dell'arte della ricerca.

L'analisi ha mostrato che il tema è di grande interesse nel modo accademico in quanto il numero di pubblicazioni nel corso degli anni è in aumento ma, allo stesso tempo, non ci sono ancora studi consolidati: in letteratura, infatti, non c'è una definizione univoca per descrivere l'università *smart*. Inoltre, le definizioni che sono state formulate, risentono in gran parte della derivazione tecnologica e informatica, da un lato, dall'altro mancano di un approccio olistico sia con riguardo alle diverse attività svolte dalle università (didattica, ricerca, e terza missione) sia con riguardo alle diverse tecnologie incluse nell'espressione *smart*. Un maggiore sforzo di ricerca sarebbe auspi-

cabile per delineare un concetto di università intelligente di matrice economico-aziendale che ne identifichi le condizioni di esistenza e ne espliciti le implicazioni manageriali, astruendo da specifiche casistiche.

Ne consegue che gli studi condotti sul tema della transizione verso modelli di università intelligente risentono della limitatezza del concetto di università intelligente e si presentano, pertanto parziali, e focalizzati sulla trasformazione dei processi di *learning* e *teaching*. Mentre, sarebbe utile approfondire gli studi per capire come il processo di trasformazione si colloca nei processi strategici delle università e come le università possono realizzare trasformazioni radicali del proprio modello di business, e non limitarsi all'applicazione di tecnologie a singoli processi tradizionali.

Bibliografia

- Abbasi, A. Z., & Shaikh, Z. A. (2008). *Building A Smart University using RFID Technology*.
- Abdellatif, I. (2019). Towards a novel approach for designing smart classrooms. *2019 IEEE 2nd International Conference on Information and Computer Technologies, ICICT 2019*.
- Abdelnour-Nocera, J., Oussena, S., & Burns, C. (2015). Human work interaction design of the smart university. In *Work Analysis and Interaction Design Methods for Pervasive and Smart Workplaces*, Vol. 468.
- Adamko, A. (2017). Building Smart University Using Innovative Technology and Architecture. In *International Conference on Smart Education and Smart E-Learning*, Vol. June.
- Adamko, A., Balazs, B., Krisztian, E., Attila, F., Kristof, H. N., & Norbert, K. F. (2017). Smart campus service link: Adaptation and interaction planes for campus and university environments. In *8th IEEE International Conference on Cognitive Infocommunications (CogInfoCom), 2017*, Vol. 2017-September.
- Afonso, Ó., Monteiro, S., & Thompson, M. (2010). *A Growth Model for the Quadruple Helix Innovation Theory*.
- Akhrif, O., Benfares, C., El Bouzekri El Idrissi, Y., & Hmina, N. (2019). Collaborative learning services in the smart university environment. *ACM International Conference Proceeding Series*, (3).
- Akhrif, O., El Idrissi, Y. E. B., & Hmina, N. (2018). Smart university: SOC-based study. *ACM International Conference Proceeding Series*.
- Akhrif, O., El Idrissi, Y. E. B., & Hmina, N. (2019). Enabling Smart Collaboration with Smart University Services. In *Proceedings of the 3rd International Conference on Computer Science and Application Engineering*.
- Al Shimmery, M. K., Al Nayar, M. M., & Kubba, A. R. (2015). Designing Smart University using RFID and WSN. *International Journal of Computer Applications*, 112(15).

- Alvarez-Campana, M., López, G., Vázquez, E., Villagrà, V. A., & Berrocal, J. (2017). Smart CEI Moncloa: An IoT-based Platform for People Flow and Environmental Monitoring on a Smart University Campus. *Sensors*, 17(12).
- Bakken, J. P., Uskov, V. L., Penumatsa, A., & Doddapaneni, A. (2016). Smart universities, smart classrooms and students with disabilities. In *Smart Education and e-Learning 2016*. Springer, Cham.
- Bakken, J. P., Uskov, V. L., Penumatsa, A., & Doddapaneni, A. (2017). Smart Universities and their Impact on Students with Disabilities. *EC Ophthalmology*, 2.
- Bakken, J. P., Uskov, V. L., Rayala, N., Syamala, J., Shah, A., Aluri, L., & Sharma, K. (2018, June). The quality of text-to-voice and voice-to-text software systems for smart universities: perceptions of college students with disabilities. In *International KES Conference on Smart Education and Smart E-Learning*. Springer, Cham.
- Bakken, J. P., Varidireddy, N., & Uskov, V. L. (2019). Analysis and classification of university centers for students with disabilities. In *Smart Education and e-Learning 2019*. Springer, Singapore.
- Bakken, J. P., Varidireddy, N., & Uskov, V. L. (2019a). Smart University: Software/Hardware Systems for College Students with Severe Motion/Mobility Issues. In *Smart Education and e-Learning 2019*. Springer, Singapore.
- Bakken, J. P., Uskov, V. L., & Varidireddy, N. (2019b). Text-to-Voice and Voice-to-Text Software Systems and Students with Disabilities: A Research Synthesis. In *Smart Education and e-Learning 2019*. Springer, Singapore.
- Berdnikova, L. F., Sherstobitova, A. A., Schnaider, O. V., Mikhalenok, N. O., & Medvedeva, O. E. (2019). Smart University: Assessment Models for Resources and Economic Potential. In *Smart Education and e-Learning 2019*. Springer, Singapore.
- Catã, M. (2015). Smart University, a new concept in the Internet of Things. In *RoEduNet International Conference-Networking in Education and Research (RoEduNet NER), 2015 14th*.
- Ching, L. L., Malim, N. H. A. H., Husin, M. H., & Singh, M. M. (2017). Smart University : Reservation System with Contactless Technology. In *Proceedings of the Second International Conference on Internet of things and Cloud Computing*.
- Coccoli, M., Guercio, A., Maresca, P., & Stanganelli, L. (2014a). Smarter universities: A vision for the fast changing digital era. *Journal of Visual Languages and Computing*, 25(6).
- Coccoli, M., Guercio, A., Maresca, P., & Stanganelli, L. (2014b). Smarter Universities: A Vision for the Fast Changing Digital Era. *Journal of Visual Languages & Computing*, 25(6).
- Coccoli, M., Maresca, P., Stanganelli, L., & Guercio, A. (2015). An experience of collaboration using a PaaS for the smarter university model. *Journal of Visual Languages and Computing*, 31.
- Dann, C. E. (2018, June). Blended learning 3.0: Getting students on board. In *International KES Conference on Smart Education and Smart E-Learning*. Springer, Cham.

- Dascalu, M., Bodea, C. N., Moldoveanu, A., & Dragoi, G. (2017). Towards a Smart University through the Adoption of a Social e-Learning Platform to Increase Graduates' Employability. *Innovations in Smart Learning*.
- Donoghue, S., & Kennerley, M. (2008). Our Journey Towards World Class Leading Transformational Strategic Change. *Higher Education Management and Policy*, (September).
- Etzkowitz, H., & Leydesdorff, L. (1995). The Triple Helix - University-Industry-Government Relations: A Laboratory for Knowledge Based Economic Development. *EASST Review*, 14(1).
- Fortino, G., Russo, W., Savaglio, C., Shen, W., & Zhou, M. (2018). Agent-oriented cooperative smart objects: From IoT system design to implementation. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics: Systems*, 48(11).
- Gil-garcia, J. R., Helbig, N., & Ojo, A. (2014). Being smart: Emerging technologies and innovation in the public sector. *Government Information Quarterly*, 31.
- Grimaldi, D., & Fernandez, V. (2017). The alignment of University curricula with the building of a Smart City: A case study from Barcelona. *Technological Forecasting and Social Change*, 123.
- Gudkova, S. A., Yakusheva, T. S., Sherstobitova, A. A., & Burenina, V. I. (2019). Modeling of Scientific Intercultural Communication of the Teaching Staff at Smart University. In *Smart Education and e-Learning 2019*. Springer, Singapore.
- Gudkova, S. A., Yakusheva, T. S., Sherstobitova, A. A., & Burenina, V. I. (2019a). Modeling, Selection, and Teaching Staff Training at Higher School. In *Smart Education and e-Learning 2019*. Springer, Singapore.
- Heinemann, C., & Uskov, V. L. (2017). Smart University: Literature Review and Creative Analysis. In *International Conference on Smart Education and Smart E-Learning*.
- Huggins, R., & Johnston, A. (2009). The economic and innovation contribution of universities: a regional perspective The Economic and Innovation Contribution of Universities: A Regional Perspective. *Environment and Planning C: Government and Policy*, 27(6).
- Ivanova, I. (2014). Quadruple Helix Systems and Symmetry: A Step Towards Helix Innovation System Classification. *Journal of the Knowledge Economy*, 5(2).
- Jain, S., Garg, R., Bhosle, V., & Sah, L. (2017). Smart University-Student Information Management System. In *International Conference On Smart Technologies For Smart Nation (SmartTechCon), 2017*.
- Kempton, L., Goddard, J., Edwards, J., Hegyi, F. B., & Elena-pérez, S. (2013). Universities and Smart Specialisation. *Institute for Prospective and Technological Studies, Joint Research Centre*.
- Lee, J., & Lee, H. (2014). Developing and validating a citizen-centric typology for smart city services. *Government Information Quarterly*.
- Malatji, E. M. (2017). The development of a smart campus – African universities point of view. In *8th International Renewable Energy Congress (IREC), 2017*.
- Marciniak, K., & Owoc, M. (2013). Knowledge Management as Foundation of Smart University. *Computer Science and Information Systems*.
- Mishchenko, O., Abdullayev, V., Litvinova, E., Hahanov, V., Chumachenko, S., & Hahanova, A. (2016). Cloud service for university E-government. In *2016 IEEE East-West Design & Test Symposium (EWDTS)*.

- Mitrofanova, Y. S., Sherstobitova, A. A., & Filippova, O. A. (2019). Modeling the Assessment of Definition of a Smart University Infrastructure Development Level. In *Smart Education and e-Learning 2019*. Springer, Singapore.
- Mohamed, S. S., Al Barghuthi, N. B., & Said, H. (2017). An Analytical Study Towards the UAE Universities Smart Education Innovated Approaches. In *Proceedings – 2017 IEEE 19th Intl Conference on High Performance Computing and Communications*, Vol. 2017-January.
- Mujun, W. (2017). Smart Campus-Based Study on Optimization Model for the Computer Information Processing Technology in Universities and Colleges. *Revista de La Facultad de Ingeniería*, 32(15).
- Pagliaro, F., Mattoni, B., Gugliermenti, F., Bisegna, F., Azzaro, B., Tomei, F., & Catucci, S. (2016). A roadmap toward the development of Sapienza Smart Campus. In *IEEE 16th International Conference on Environment and Electrical Engineering (EEEIC)*, 2016.
- Pozdneev, B., Busina, F., & Ivannikov, A. (2016). Smart university management based on process approach and IT-standards. In *Smart Education and e-Learning 2016*. Springer, Cham.
- Pornphol, P., & Tongkeo, T. (2018, January). Transformation from a traditional university into a smart university. In *Proceedings of the 6th International Conference on Information and Education Technology*.
- Rehman, A. U., Abbasi, A. Z., & Shaikh, Z. A. (2008). Building a smart university using RFID technology. In *International Conference on Computer Science and Software Engineering, CSSE 2008*, Vol. 5.
- Schiopoiu, A. B., & Burdescu, D. D. (2017). The Development of the Critical Thinking as Strategy for Trasforming a Traditional University into a Smart University. In *International Conference on Smart Education and Smart E-Learning*.
- Serdyukova, N. A., Serdyukov, V. I., Uskov, V. L., Ilyin, V. V., & Slepov, V. A. (2016a). A formal algebraic approach to modeling smart university as an efficient and innovative system. In *Smart Education and e-Learning 2016*. Springer, Cham.
- Serdyukova, N. A., Serdyukov, V. I., Uskov, V. L., Ilyin, V. V., & Slepov, V. A. (2016a). Formal algebraic approach to modeling. In *Smart Education and e-Learning 2016*. Springer, Cham.
- Serdyukova, N. A., Serdyukov, V. I., Uskov, A. V., Slepov, V. A., & Heinemann, C. (2017). Algebraic formalization of sustainability in smart university ranking system. In *International Conference on Smart Education and Smart E-Learning*. Springer, Cham.
- Serdyukova, N. A., Serdyukov, V. I., & Slepov, V. A. (2018, June). Smart Education Analytics: Quality Control of System Links. In *International KES Conference on Smart Education and Smart E-Learning*. Springer, Cham.
- Serdyukova, N. A., Serdyukov, V. I., & Neustroev, S. S. (2019). Testing as a Feedback in a Smart University and as a Component of the Identification of Smart Systems. In *Smart Education and e-Learning 2019*. Springer, Singapore.
- Sharma, K., & Suryakanthi, T. (2015). Smart System: IoT for University. In *International Conference on Green Computing and Internet of Things (ICGCIoT)*, 2015.

- Trencher, G., Yarime, M., McCormick, K. B., Doll, C. N. H., & Kraines, S. B. (2014). Beyond the third mission: Exploring the emerging university function of co-creation for sustainability. *Science and Public Policy*, 41(2).
- Uskov, V. L., Bakken, J. P., Gayke, K., Jose, D., Uskova, M. F., & Devaguptapu, S. S. (2019). Smart University: A Validation of “Smartness Features – Main Components” Matrix by Real-World Examples and Best Practices from Universities Worldwide. In *Smart Education and e-Learning 2019*. Springer, Singapore.
- Uskov, V. L., Bakken, J. P., Heinemann, C., Rachakonda, R., & Guduru, V. S. (2017). Building Smart Learning Analytics System for Smart University. In *International Conference on Smart Education and Smart E-Learning*, Vol. June.
- Uskov, V. L., Bakken, J. P., Penumatsa, A., Heinemann, C., & Rachakonda, R. (2017a). Smart pedagogy for smart universities. In *International Conference on Smart Education and Smart E-Learning*. Springer, Cham.
- Uskov, V. L., Bakken, J. P., Karri, S., Uskov, A. V, Heinemann, C., & Rachakonda, R. (2017b). Smart University: Conceptual Modeling and Systems’ Design. In *International Conference on Smart Education and Smart E-Learning*, Vol. June.
- Uskov, V. L., Bakken, J. P., Pandey, A., Singh, U., Yalamanchili, M., & Penumatsa, A. (2016). Smart University Taxonomy: Features, Componets, Systems. In *Smart Education and e-Learning 2016*.
- Uskov, A. V, & Sekar, B. (2015). Smart gamification and smart serious games. *Multimedia and Computer Gaming Technologies*, 84.

2. GLI ECOSISTEMI INTELLIGENTI NEL SETTORE SANITARIO: UN'ANALISI MULTILIVELLO DELLA CO-CREAZIONE DI VALORE

di *Francesco Schiavone, Daniele Leone e Vincenzo Sanguigni*

2.1. Introduzione

Come per gran parte dei procedimenti di riforma e di rinnovamento, i presupposti per le varie ristrutturazioni di un sistema sanitario sono stati spesso le conseguenze di profonde crisi di natura sociopolitica o economica, conseguenze cui si è dovuto più volte imbattere dalla sua creazione.

Quello sanitario è solo uno dei tanti e nuovi ecosistemi digitali intelligenti, visti come gli ambienti in cui ogni specie è proattiva e reattiva a proprio vantaggio o profitto, o anche intesi come reti di comunità digitali composte da interconnessioni tra specie interdipendenti tra di loro e con l'ambiente. Da questa prospettiva, si capisce come il contesto sociale ed economico di questo ecosistema è visto non soltanto come una fonte di rischi ma anche come opportunità da prendere in considerazione.

Un ecosistema di servizi è composto da attori e dalle loro rispettive risorse di conoscenza, collegati tra loro attraverso proposte di valore in una rete di relazioni (Vargo & Lusch, 2011a; Frow *et al.*, 2014). In ambito sanitario, la struttura di un ecosistema di servizi è sempre più influenzata dai bisogni dei pazienti, i quali partecipano attivamente alle decisioni da intraprendere (Omachonu & Einspruch, 2010).

Tradizionalmente, l'assistenza sanitaria si riferisce a tutti i servizi che i professionisti medici forniscono per preservare il benessere fisico e mentale delle persone. L'intero ecosistema sanitario coinvolge diversi stakeholder e le future direzioni che portano alla salute digitale intravedono un miglioramento dell'assistenza ai pazienti e del modo in cui la stessa è concepita e fornita dai prestatori di questo servizio, attraverso l'utilizzo delle tecnologie dell'informazione e della comunicazione. Pertanto, l'identificazione delle interazioni sistemiche è fondamentale per far emergere attori chiave e *best practices* nello sviluppo e nella diffusione dell'innovazione (Rogers, 2003).

Difatti, nei sistemi istituzionalizzati come l'assistenza sanitaria, in cui le relazioni all'interno dell'ecosistema sono strettamente integrate con le istituzioni (Vargo *et al.*, 2015), questi approcci servono a riconsiderare la prospettiva dell'utente, che si tratti di paziente, medico o professionista sanitario. L'industria sanitaria rappresenta un contesto rilevante per lo studio degli ecosistemi in quanto coinvolge una vasta gamma di attori che possono collaborare alla creazione di un benessere per i pazienti (McColl-Kennedy *et al.*, 2012) anche dal punto di vista delle esperienze digitali utili al miglioramento (Joiner e Lusch, 2016) dell'intera catena di approvvigionamento sanitario. L'immissione di tecnologie innovative nel campo della sanità italiana necessita di una sinergia attiva tra mondo della ricerca, dell'industria e istituzioni pubbliche preposte al Sistema Sanitario Nazionale¹ (SSN). Ad esempio, qualsiasi innovazione (es: farmaco o dispositivo medico) deve essere approvata da parte dell'Agenzia Nazionale (in Italia l'AIFA²) che, effettua una valutazione tecnico-scientifica. Fondamentale è l'interazione tra i soggetti istituzionali e le aziende farmaceutiche affinché i tempi di immissione di un nuovo prodotto farmaceutico siano veloci e frequenti. Come verrà approfondito nella successiva sezione, a questi stakeholder vanno aggiunti i pazienti, le associazioni degli stessi e altri attori dell'ecosistema sanitario.

L'obiettivo del presente contributo è quello di analizzare le dinamiche dell'ecosistema sanitario e dei suoi stakeholder dal punto di vista delle innovazioni manageriali e tecnologiche. Il capitolo rivede i principali studi di management per l'analisi degli attuali contributi in questo filone di ricerca e identifica un gap di letteratura per quel che riguarda il ruolo delle tecnologie digitali e delle piattaforme di sharing economy per la co-creazione di valore in un ecosistema di servizi come quello sanitario. Difatti, la domanda di ricerca è: "In che modo le tecnologie digitali e i nuovi modelli di business contribuiscono alla co-creazione di valore negli ecosistemi intelligenti in sanità?"

La sottosezione seguente illustra la struttura dello studio e la metodologia di ricerca utilizzata nel presente capitolo.

2.1.1. La struttura della ricerca e la metodologia utilizzata

In questa sezione sono presentate le principali fasi dello studio e la metodologia utilizzata per analizzare i fenomeni oggetto della ricerca.

¹ http://www.salute.gov.it/portale/salute/p1_4.jsp?area=Il_Ssn.

² <https://www.aifa.gov.it/>.

Il presente capitolo è articolato in cinque principali sezioni. Nella prima sezione già descritta (2.1) è stato introdotto lo studio e sono stati presentati gli obiettivi del lavoro e la domanda di ricerca. La sezione 2.2 rivede i principali contributi negli studi di management offrendo una panoramica degli attuali ecosistemi sanitari intelligenti e una descrizione dei principali stakeholder che ne fanno parte. Successivamente (sezione 2.3) sono analizzate le tecnologie digitali a supporto degli ecosistemi. In questa sezione, lo studio si focalizza sull'uso dell'intelligenza artificiale per il miglioramento dei servizi sanitari a beneficio dei pazienti e dei diversi attori del contesto healthcare. Nella sezione 2.4 il lavoro presenta un'analisi di un particolare e innovativo modello di business utilizzato per il miglioramento dei servizi di trasporto sanitario all'interno degli attuali ecosistemi sanitari intelligenti: la sharing economy. Il capitolo si chiude con la sezione 2.5 che propone un framework multilivello per la co-creazione di valore nel contesto sanitario utile allo sviluppo di studi futuri in questo filone di ricerca.

Il presente capitolo parte da una revisione integrativa della letteratura (Toraco, 2005) per rivedere e sintetizzare i principali studi sugli ecosistemi dei servizi in ambito sanitario al fine di generare nuovi quadri concettuali e prospettive per lo sviluppo di ricerche future sull'argomento (vedere ultima sezione 2.5). Per quanto riguarda l'analisi esplorativa del fenomeno, il presente capitolo utilizza un approccio basato sul caso studio. L'analisi di un caso studio figura un'indagine sperimentale e pratica, adottabile in plurimi contesti. Secondo Yin (2003) l'analisi di un caso studio dovrebbe essere presa in considerazione quando l'obiettivo della ricerca è di rispondere alle domande "come", "in che modo" o "perché". Inoltre, questa metodologia è utile anche se sono previste interviste con i principali attori poiché non è possibile manipolare il comportamento di coloro che sono coinvolti nell'analisi. Nel tempo in cui si sta valutando quale sarà la domanda di ricerca, bisogna anche considerare qual è il caso. La selezione del caso può sembrare un'analisi di facile intuizione, ma determinando quale sia l'unità di analisi, può essere una sfida sia per i ricercatori principianti, che per quelli esperti. Difatti, il termine "caso" è stato definito da Miles e Huberman (1994) come "un fenomeno di qualche tipo che si sta verificando in un contesto limitato". Una delle insidie comuni, associate al case study è quella di avere la tendenza per i ricercatori a tentare di rispondere a una domanda che è troppo ampia o ad analizzare un argomento che ha troppi obiettivi per uno studio. Infatti, in un suo studio più recente Yin (2009) ha affermato che il metodo del case study può essere utilizzato quando esistono contemporaneamente tre condizioni:

- la domanda di ricerca dello studio inizia con "come";
- il ricercatore non deve controllare le condizioni esterne del caso;

- l'indagine riguarda eventi contemporanei.

Inoltre, gli studi di casi esplorativi possono essere implementati quando gli studiosi non hanno sviluppato proposizioni e ipotesi formalmente preliminari (Mills *et al.*, 2010). L'indagine deve fornire prove di evidenza empirica per rispondere alla domanda di ricerca partendo da un'adeguata conoscenza di base ed utilizzando i dati raccolti durante il periodo oggetto d'analisi. Gli studi di caso possono essere longitudinali e prevedono l'acquisizione di molteplici dati sugli stessi referenti o trasversali, ossia acquisizione di dati su diversi referenti in un determinato arco temporale. Infine, per fornire un'analisi solida del fenomeno oggetto di studio, bisogna considerare sempre la "triangolazione dei dati" (Yin, 2009): le fonti di evidenza possono essere costituite da persone, gruppi, ambienti, artefatti ed archivi. Le informazioni raccolte ed elaborate devono essere collegate in un tutto organico senza perdere in pertinenza, validità ed attendibilità, mostrando una visione di insieme chiara e coinvolgente per il lettore quanto convincente per altri ricercatori (Yin, 2009).

2.2. L'ecosistema sanitario e i principali stakeholder: scenari attuali e prospettive future

Un ecosistema sanitario può essere definito come una rete di comunità sanitarie costituita da unità sanitarie interconnesse ed interdipendenti e dispositivi medici situati in un ambiente di salute digitale per l'utilizzo delle tecnologie dell'informazione e della comunicazione volte al miglioramento del benessere e della salute dei pazienti e delle loro famiglie.

Come affermato da Schachinger (2013) i principali stakeholder dell'ecosistema sono i pazienti, i fornitori di assistenza sanitaria (es. medici, infermieri), i responsabili delle politiche (*policy makers*) e i creditori terzi. I pazienti ottengono principalmente servizi dai fornitori di assistenza sanitaria e sono i clienti beneficiari di pagatori di terze parti (*payers*). Dunque, i medici, il personale infermieristico, i farmacisti, i ricercatori e il personale paramedico, svolgono servizi di assistenza ai pazienti nel quadro politico stabilito dal regolatore. La tradizionale relazione paziente-medico è caratterizzata da una distribuzione sbilanciata del potere perché solo i professionisti sanitari dispongono e controllano le conoscenze mediche. I regolatori nazionali sono infine responsabili dell'istituzione di regolamenti nazionali e del controllo del sistema di consegna dell'assistenza.

Al giorno d'oggi, le organizzazioni sanitarie si trovano ad affrontare una crescente complessità dell'assistenza a causa di una popolazione che invecchia rapidamente e un numero crescente di persone con malattie croniche.

Un altro aspetto da considerare sono le maggiori aspettative dei pazienti, la riduzione delle risorse umane e le difficili interazioni con le diverse parti interessate nell'ecosistema sanitario. Affidandosi alla gestione delle conoscenze attraverso la condivisione di informazioni, l'industria sanitaria ha dovuto affrontare problemi di inefficienza, in parte a causa di servizi spesso non affidabili ed errori medici che possono essere ricondotti all'uso delle cartelle cliniche cartacee (Agarwal *et al.*, 2010; Ford *et al.*, 2019).

La rapidità con cui è probabile che si ottengano benefici dei progressi della salute digitale varia in modo significativo. Al fine di garantire che l'innovazione continui a essere promossa e incitare all'aumento dei progressi nella salute digitale, è necessario valutare quali benefici gli studi recenti attribuiscono alla trasformazione digitale del settore *healthcare*.

Innanzitutto, il miglioramento della qualità dell'intero ecosistema sanitario è un vantaggio predominante della trasformazione digitale avvenuta nell'*healthcare*. Accedendo ai dati archiviati nelle "cartelle cliniche elettroniche" (vedere sezione successiva per approfondimento), le organizzazioni sanitarie sono in grado di raccogliere informazioni in tempo reale sulla rete per ottenere una prospettiva completa sulle prestazioni. Inoltre, i principali vantaggi si riferiscono ad un modo efficace per accedere a una visione olistica del processo di trattamento dei pazienti e la condivisione di informazioni cliniche. La diffusa disponibilità di queste cartelle facilita l'attività quotidiana dei medici accelerando il processo decisionale.

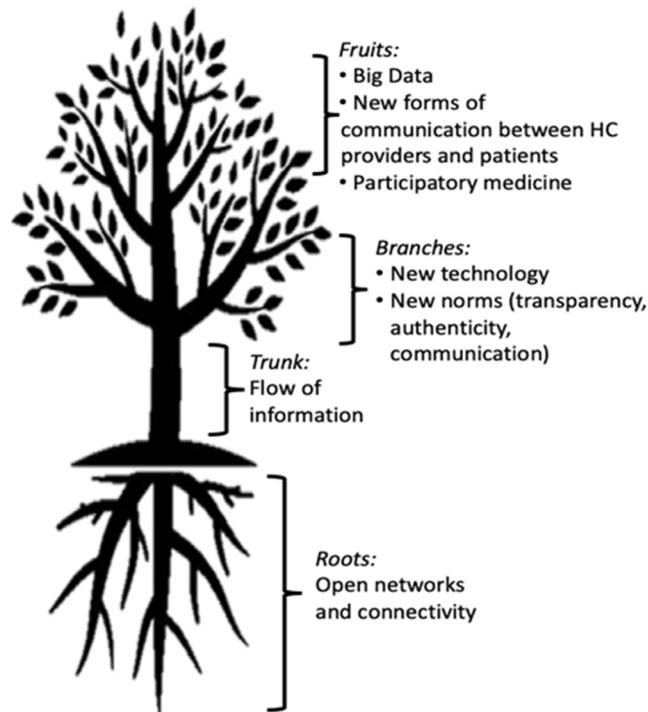
In secondo luogo, il valore economico generato dall'analisi dei dati è un vantaggio strategico e competitivo per le organizzazioni attive nell'ecosistema sanitario. L'utilizzo intelligente dei dati è il fondamento di ciascuna organizzazione per operare in modo efficiente, minimizzare costi e rischi fornendo al contempo una migliore assistenza ai pazienti. L'analisi dei dati consente loro di impostare offerte personalizzate, rafforzare la relazione cliente-pagatore e aumentare i profitti attraverso opportunità di cross-selling.

In terzo luogo, si creano numerose opportunità per i medici che possono offrire monitoraggio e feedback in tempo reale. Poiché le nuove tecnologie aumentano le prestazioni dell'assistenza clinica, è responsabilità di tutte le parti interessate testare, adottare e integrare soluzioni di salute digitale. La sensibilizzazione dell'opinione pubblica è di fondamentale importanza per i potenziali benefici messi a disposizione delle autorità pubbliche, le autorità di regolamentazione e i responsabili politici.

Secondo Belliger & Krieger (2018), la trasformazione digitale in *healthcare* consente il passaggio da sistemi sanitari chiusi a reti aperte, flessibili e innovative hanno l'obiettivo di formare un ecosistema sanitario intelligente. L'assistenza sanitaria odierna viene distribuita attraverso servizi ese-

guiti da persone e soluzioni tecnologiche. Queste reti aperte funzionano in modo più efficiente quando sono conformi alle norme (trasparenza, autenticità e partecipazione).

Fig. 2.1 – Digital Health Tree



Fonte: Belliger & Krieger, 2018, p. 314

Sulla base di questi presupposti, Belliger & Krieger (2018) suggeriscono una metafora di un albero che incarna un approccio integrato per definire la trasformazione digitale in *healthcare*. Questo albero digitale comprende le radici (per reti o connettività), un tronco (per il flusso delle informazioni), rami e frutti (per le nuove forme di comunicazione e di partecipazione). Innanzitutto, le basi si riferiscono alla connettività attraverso reti aperte: si forma un'unica interazione sociale decentralizzata, e le reti si oppongono ai modi tradizionali di organizzare i mercati. Dunque, le reti hanno cambiato la struttura piramidale, caratterizzata dalla proprietà della conoscenza delle autorità, in un trasferimento di conoscenze non gerarchico, inclusivo e più com-

plesso tra gruppi di interessi. Inoltre, le reti aperte richiedono una nuova forma di organizzazione delle strutture aziendali interne.

La comprensione dell'albero *Digital Health* è inoltre basata sulla libera circolazione delle informazioni che consentono la connettività.

In contrasto con i pazienti che in precedenza sono stati esclusi dalla distribuzione e produzione di informazioni, all'interno del nuovo tronco essi diventano consumatori attivi di prodotti e servizi. La connettività e il flusso, a loro volta, portano a una partecipazione attiva che richiede trasparenza e autenticità da tutte le parti interessate della rete. Queste caratteristiche possono essere considerate "norme di rete". L'albero della salute digitale porta finalmente i suoi frutti essendo radicato nella connettività di rete, e supportato dal flusso di informazioni e dalla ramificazione in trasparenza, autenticità e partecipazione dei gruppi di interesse (cfr. Figura 2.1). Questi frutti emergono da nuovi valori e tecnologie che alla fine costituiscono la trasformazione digitale in *healthcare* e creano valore per gli stakeholder. Si rimanda alla sezione successiva per un approfondimento delle nuove tecnologie digitali a supporto dell'ecosistema sanitario (es. big data e intelligenza artificiale).

Le continue innovazioni che provengono dalle nuove e infinite possibilità che questi strumenti offrono, fanno emergere la necessità di preparare adeguatamente gli attori coinvolti in questi ecosistemi intelligenti. L'obiettivo è riuscire a gestire le enormi quantità di dati e informazioni provenienti dagli ambienti digitali per il raggiungimento di un vantaggio sostenibile che mira a garantire il benessere fisico e psicologico del cittadino e quindi salvaguardare la sua salute.

Dopo l'analisi dell'ecosistema e dei suoi principali stakeholders, le sezioni seguenti analizzano le tecnologie digitali a supporto dell'ecosistema sanitario e i nuovi modelli di business utilizzati (es. la sharing economy per la gestione di servizi sanitari).

2.3. Le tecnologie digitali a supporto dell'ecosistema sanitario

Le tecnologie dell'Informazione e della Comunicazione (ICT) hanno contribuito a rispondere in maniera efficiente e significativa alle nuove aspettative di vita dei cittadini-pazienti.

Le nuove tecnologie hanno portato così all'affermazione di alcuni paradigmi sanitari innovativi, come l'*E-Health* (o sanità elettronica) e *M-Health* (o sanità mobile), che ad oggi, sembrano essere l'unico modo per poter migliorare in termini di efficacia, efficienza, equità e qualità dell'ecosistema in questione. Il concetto di *E-Health* (elettronica di salute) sta cambiando la pratica della

medicina al di là della trasmissione a distanza di informazioni relative alla salute (Riva, 2000). Il termine è stato originariamente introdotto per descrivere l'accesso alle informazioni mediche, la fornitura di servizi di assistenza sanitaria attraverso l'uso di siti Internet e la condivisione virtuale di informazioni sociosanitarie (Tuzii, 2017). Aggiungendo la funzione della mobilità, si espande il fenomeno di *M-Health* (salute mobile) che si riferisce alla richiesta di informazioni attraverso dispositivi mobili e tecnologie wireless nella pratica medica (Agnihotri *et al.*, 2018). L'applicazione più comune di *M-Health* consiste nell'educare i consumatori alla prevenzione e all'autogestione delle malattie croniche, ottenendo al contempo il supporto dai fornitori di assistenza sanitaria attraverso l'applicazione. Il *M-Health* include applicazioni che consentono agli utenti di visualizzare, archiviare e sincronizzare grandi quantità di dati personali. Questi due concetti sono generalmente simili in termini di proposta di valore, ma specifici per la tecnologia utilizzata.

Il processo di digitalizzazione in ambito sanitario parte dallo sviluppo di piattaforme che favoriscono anche la partecipazione dei pazienti al fine di ottenere i miglioramenti dei servizi sanitari. Sonnier (2016) afferma che il percorso di digitalizzazione non solo migliora i servizi già esistenti ma dà la possibilità alle famiglie di assistere al processo, monitorando la salute dei pazienti più vicini.

Dunque, la digitalizzazione determina cambiamenti dirompenti nel mondo degli affari e nella società nel suo complesso, creando nuove proposte di valore per le parti interessate e opportunità per affrontare le inefficienze nella pratica medica tradizionale. Le reti aperte, i processi decisionali condivisi e la responsabilizzazione e centralità dei pazienti caratterizzano il passaggio dai sistemi sanitari tradizionali a quelli digitali e intelligenti.

L'impatto della digitalizzazione su un ecosistema di servizi come quello sanitario può quindi essere identificato secondo tre prospettive:

- efficienza aziendale interna;
- opportunità di sviluppo del business esterno e
- cambiamenti nei ruoli aziendali.

Il fenomeno della trasformazione digitale dell'assistenza sanitaria è di natura ampia; comprende concetti innovativi di big data sulla salute personale, la diagnostica remota e l'adozione di tecnologie di informazione e comunicazione (*ICT*) che consentono ad esempio l'uso di cartelle cliniche elettroniche (*electronic health records*).

Per esempio, il concetto di *Big Data* è emerso nell'attuale contesto ambientale a seguito di una enorme e significativa quantità di dati da gestire per le diverse organizzazioni. Oggigiorno, le tecnologie digitali consentono l'omogeneizzazione e lo stoccaggio di importanti set di dati per acquisire

sempre nuovi consumatori migliorando i processi conoscenza e le diverse operations. Ciò è ottenuto principalmente attraverso l'analisi dei big data che può essere definita come «strumenti e tecniche avanzate per archiviare, elaborare e analizzare il grande volume di dati» (Manogaran *et al.*, p. 264). A causa dell'enorme quantità di dati non strutturati, gli specialisti IT sono interessati allo sviluppo di algoritmi avanzati di analisi dei dati per consentire l'analisi in tempo reale. Negli ultimi anni, i big data sono al centro delle grandi aziende ICT, come GAFAM (Google, Apple, Facebook, Amazon, Microsoft), nonché di organizzazioni private e pubbliche.

I *big data* in *healthcare* sono radicati nei risultati della ricerca clinica, nelle cartelle cliniche elettroniche, così come nei dati personali dei consumatori recuperati da dispositivi di autocontrollo, ad esempio i dispositivi indossabili per il monitoraggio del lavoro o dello sport. I dati dei pazienti in genere includono tutta la documentazione relativa al trattamento, le prescrizioni elettroniche e le richieste di risarcimento (Haggerty, 2017). Per quanto concerne i generatori di dati di assistenza sanitaria ci sono i medici, e il personale infermieristico, i fornitori di servizi ausiliari (ad es. compagnie farmaceutiche), le istituzioni e i pazienti pubblici e privati. Per quanto riguarda l'ambito di applicazione, Marr (2015) afferma che i big data in healthcare avvantaggiano principalmente i medici nel predire le epidemie, ridurre il tasso di mortalità mondiale e migliorare la loro qualità di vita. L'analisi dei dati sanitari determina cambiamenti globali nei modelli di cure mediche, dato il fatto che la popolazione mondiale aumenta rapidamente. Inoltre, Groves *et al.* (2013) suggeriscono delle categorie di utilizzo di big data in *healthcare* come l'assistenza nelle decisioni cliniche, il promemoria per informazioni cliniche e l'analisi demografica dello stile di vita. Ad ogni modo, il potenziale non sfruttato dei dati a disposizione ad oggi è rilevante. L'analisi di questi dati può promuovere l'assistenza individuale personalizzata a modelli predittivi per grandi gruppi di popolazione.

Negli ultimi anni la digitalizzazione dell'assistenza sanitaria è diventata una crescente area di interesse sia per i professionisti sanitari che per i teorici, ma il campo di ricerca rimane nascente e frammentato.

In questa prospettiva sono stati sviluppati anche vari servizi e funzioni di supporto nell'ambito sanitario che rientrano tra i punti focali della *National eHealth Information Strategy*³:

- il CUP (Centro Unico di Prenotazione) che permette l'accesso ai servizi sanitari con prenotazione e prestazioni sanitarie in tutto il territorio italiano. Oggigiorno è soggetto a modifiche e riforme che ne mi-

³ http://www.salute.gov.it/portale/documentazione/p6_2_2_1.jsp?lingua=italiano&id=1653

gliorano l'efficienza e la qualità, ma rappresenta la miglior soluzione per raggiungere i principali obiettivi di digitalizzazione. La nascita ha comportato vari cambiamenti a livello organizzativo, prima aspetto critico per l'erogazione eccessivamente frammentata e disomogenea nel Sistema Sanitario Italiano;

- FSE (Cartella Clinica Elettronica) consente l'archiviazione, l'accesso e la condivisione delle informazioni sanitarie individuali;
- certificati telematici ed *ePrescription*: i primi rappresentano certificati di malattia digitalizzati, le seconde sono delle vere e proprie prescrizioni elettroniche;
- la Telemedicina, definita come la cura telematica del paziente quando non è richiesta la presenza fisica di quest'ultimo (es. *homecare*). Anche essa è tra i concetti più noti e riguarda la fornitura di servizi di assistenza sanitaria quando l'interazione a distanza abilitata dall'uso dell'ICT sostituisce le tradizionali consultazioni faccia a faccia.

Tutti questi strumenti sono posti in un'ottica di "sistema di servizi integrati in rete" che permettono di migliorare l'accuratezza e la precisione nella diagnosi, di informare e prevenire molte patologie (si pensi ad esempio a tutti coloro che hanno gravi problemi di pressione arteriosa incostante).

Grandi successi, inoltre, sono stati rilevati nella cura dei pazienti geriatrici, diabetici ed obesi, grazie anche all'uso delle *Wearable Health Technologies* per implementare il controllo e la valutazione sistematica del rischio clinico. Ad oggi, la ricerca e l'innovazione nel campo delle tecnologie è molto vasta e sta portando alla creazione di nuovi mercati globali, allo sviluppo di nuove soluzioni software e hardware.

Pertanto, come già descritto in precedenza, le direzioni in cui gli attori si stanno muovendo nel settore della "sanità elettronica" sono varie e vanno dalla creazione di software e dispositivi medici avanzati come la chirurgia robotica, all'implementazione della "Cartella Clinica Elettronica", dalla creazione di applicazioni mobili a quella di dispositivi sanitari indossabili come smartwatch, fitness trackers, i sensori e gli indossabili utili per il monitoraggio di vari parametri fisiologici e conseguentemente per la prevenzione o la diagnosi di alcune malattie.

Campi di ricerca importanti per migliorare la qualità della vita sono rappresentati dalla "domotica" ed il controllo ambientale e, negli ultimi anni, un altro obiettivo da raggiungere, è quello di introdurre nel panorama sanitario le tecnologie di intelligenza artificiale sia per migliorare che per ridurre l'errore umano, in particolar modo nelle fasi di diagnosi e cura della malattia.

Alcune di queste innovazioni saranno trattate ed approfondite successivamente, costituiranno in effetti, gli argomenti essenziali della fase di ricerca.

2.3.1. Un focus sull'intelligenza artificiale

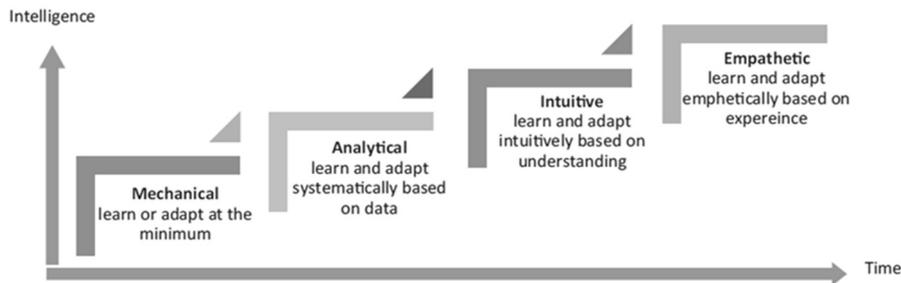
L'intelligenza artificiale può essere definita come la capacità dei computer di svolgere compiti con le stesse capacità del pensiero umano (Sabherwal e Becerra-Fernandez, 2011). Le soluzioni di intelligenza artificiale sono in gran parte associate a caratteristiche dell'intelletto umano come il ragionamento, e consentono di generalizzare e imparare da esperienze passate. Con l'intelligenza artificiale si punta alla trasformazione dei processi di servizio in automatizzati, in particolare quelli che si basano su sistemi di computer intelligenti o robotizzati e non richiedono intervento umano per eseguire compiti associati con intelligenza.

Come affermato da Huang e Rust (2018), è necessario identificare quattro forme che caratterizzano l'intelligenza artificiale:

- *meccanica*: le attività meccaniche non implicano l'uso dell'intelletto umano e per l'uomo sono operazioni di routine che sono tradotte in algoritmi in modo molto semplice. Per gli esseri umani i processi meccanici non richiedono particolari sforzi, infatti il lavoro meccanico generalmente è lavoro non qualificato, che non richiede formazione avanzata o istruzione;
- *analitica*: l'intelligenza analitica consiste nella capacità dell'essere umano di raccogliere informazioni dal mondo esterno e di elaborarle in un contesto ben definito. Questo è un livello più complesso di intelligenza artificiale, poiché la macchina deve essere in grado di comprendere, interpretare e trasformare le informazioni esterne in dati. Nel campo medico-sanitario, questi dati corrispondono prevalentemente a referti radiologici di alcune malattie specifiche. Queste sono poste in relazione con le radiologie del paziente che si sta esaminando e quindi permettono di supportare se non proprio diagnosticare malattie come quelle cardiovascolari o varie forme di tumori;
- *intuitiva*: l'intuizione di una mente umana è la capacità di generare idee immediate senza processi logici. È un livello molto complesso di intelligenza artificiale;
- *empatica*: passiamo alla sfera emotiva e alla forma più complessa dell'intelligenza artificiale, perché l'empatia è la capacità di comprendere le emozioni degli altri e di rispondere ad esse in modo appropriato

identificando la personalità di chi ci sta di fronte. Una delle funzioni più importanti che si pensa possa svolgere l'intelligenza artificiale è nel particolare quella emozionale, sia quella di prevenire il suicidio dei pazienti con gravi disagi psicologici.

Fig. 2.2 – Tipi di Intelligenza Artificiale secondo Huang & Rust (2018)



L'intelligenza artificiale è impiegata in un'ampia varietà di campi e di applicazioni come: la medicina, la pianificazione logistica, il mercato azionario, la robotica, la legge, la ricerca scientifica e perfino i giocattoli. In alcune applicazioni, l'intelligenza artificiale si è oramai radicata indissolubilmente.

Probabilmente l'impatto più evidente è avvertito nel campo dell'informatica stessa, basti pensare al time-sharing, l'interfaccia grafica, mouse, la struttura dati lista concatenata, la programmazione funzionale, la programmazione simbolica, la programmazione dinamica e la programmazione orientata agli oggetti. L'utilizzo dell'intelligenza artificiale è fortemente presente anche nel sistema bancario, il suo primo impiego è datato nel 1987 quando la *Security Pacific National Bank* negli USA organizzò una task force per la prevenzione delle frodi legate all'utilizzo non autorizzato delle carte di credito.

Le ricerche e i progetti nel campo sanitario sono svariati e molte sono le multinazionali che hanno sviluppato o stanno per lanciare questi prodotti sul mercato, tra i più importanti si ricordano:

- *DeepMind* di Google, che con il *Medical Brain Team* è riuscito a sviluppare un software⁴ capace di prevedere con un livello di accuratezza del 95% la probabilità di morte di un paziente dopo il ricovero nelle strutture ospedaliere;

⁴ Il software è basato principalmente su un algoritmo in grado di calcolare, grazie ai dati utilizzati, la probabilità di morte di un paziente nelle 24 ore successive al ricovero in ospedale. Secondo i progetti ancora in corso di sviluppo, questo software avrà anche un ruolo importante nella prevenzione di alcune malattie grazie alla comparazione dei dati del paziente con migliaia di dati simili, già contenuti nei database ospedalieri.

- *Medical Research Council* che ha sviluppato un software in grado di prevedere attraverso una risonanza magnetica il rischio di infarti ed altri episodi cardiaci. Secondo un recente studio inglese grazie alle nuove tecnologie utilizzate per effettuare una risonanza si riuscirà a predire la probabilità che un soggetto possa divenire dipendente dalle sostanze stupefacenti;
- la start up *Sensely*⁵ ha messo a punto un'infermiera digitale che garantisce alti livelli di assistenza ai malati cronici tra le varie visite mediche;
- il team di IBM e il progetto "Watson", che con i dati delle cartelle cliniche elettroniche e la storia medica del paziente riesce a diagnosticare precocemente varie malattie e infezioni.

Attraverso l'apprendimento automatico in ambito sanitario, il medico può essere avvisato in tempo reale per le situazioni di emergenza. Inoltre, i pazienti possono accedere facilmente a informazioni sulla specifica malattia tramite le piattaforme di *e-health*.

Questo settore di ricerca dovrebbe coprire le questioni relative al grado di autonomia, affidabilità e protezione dei dati sensibili. Si rimanda alla prossima sezione per l'analisi di un caso studio che riguarda l'applicazione di intelligenza artificiale in ambito sanitario.

2.3.2. Il caso Pieces Tech

Pieces Tech⁶ è una piattaforma software basata su cloud che migliora i procedimenti clinici e operativi durante le cure di un paziente. Pieces Tech utilizza e interpreta i dati all'interno della cartella clinica elettronica generando risultati e avvisando il team di assistenza in tempo reale reinventando l'intersezione tra sanità e tecnologia. Pieces ha creato due piattaforme differenti:

- *Pieces Decision Sciences (DS)*. Grazie a tale software le decisioni relative al tempo di degenza, ai ricoveri ed ai rischi sanitari in una struttura ospedaliera sono costantemente tenute sotto controllo. I risultati e i suggerimenti offerti da Pieces raggiungono livelli di precisione e accuratezza elevatissimi. La piattaforma sfrutta e interpreta i dati strutturati e non strutturati all'interno della cartella clinica elettronica, facendo raccomandazioni precise e avvisando il team di assistenza in tempo reale. Pieces DS aiuta ospedali e sistemi sanitari a ridurre al

⁵ <https://www.sensely.com/>.

⁶ <https://piecestech.com/>.

minimo le riammissioni e i ricoveri evitabili, a limitare il tasso di mortalità e le complicanze dovute al deterioramento ospedaliero e infine a coordinare le cure anche da un punto di vista sociale;

- *Pieces IRIS*. Questa piattaforma analizza e studia le variabili di contesto di una determinata comunità locale (tra cui, per esempio, l'alimentazione, il livello di legalità, e le condizioni abitative) fornendo importanti informazioni alle strutture territoriali sullo stato di salute della popolazione. *Pieces IRIS* collega le organizzazioni sanitarie con i gruppi di comunità, in modo che i pazienti ottengano l'aiuto di cui hanno al di fuori del contesto clinico. Essa garantisce l'assistenza ai pazienti oltre le mura degli ospedali pianificando cure personalizzate per ridurre i ricoveri e il sovra utilizzo delle strutture dell'intero ecosistema sanitario.

L'utilizzo della tecnologia *Pieces* consente dunque una cura personalizzata, precisa e veloce per i pazienti degli ospedali che ne fanno uso, creando contemporaneamente una riduzione dei costi per le cliniche mediante una spesa massimizzata e più bilanciata. Attraverso la piattaforma *Decision Sciences* di *Pieces* si evidenzia la co-creazione di valore tra differenti attori del sistema: gli ospedali e i pazienti. I pazienti infatti possono godere di una più facile e veloce identificazione delle patologie. Gli algoritmi ne analizzano i dati per fare previsioni intelligenti sulle probabilità di certe patologie in futuro o sulle probabilità di riammissione in ospedale, registrando inoltre una riduzione del 15% della mortalità.

I medici possono avere dal software tutte le informazioni e le raccomandazioni utili per formulare una prognosi precisa e rapida, e infine gli ospedali registrano grossi risparmi sotto diversi punti di vista come la media della durata dei soggiorni che diminuisce del 20% e risparmi intorno ai 9 milioni di dollari dovuti alla riduzione delle riammissioni. Anche attraverso la piattaforma *IRIS* si identifica il valore co-creato non solo per gli ospedali ma per l'intero ecosistema sanitario, poiché si assiste a un miglioramento della condizione di salute nel lungo termine e a un innalzamento della qualità della vita di ogni paziente.

2.4. La *Sharing Economy* per la creazione di valore in sanità

In un ecosistema digitale, l'integrazione delle risorse che coinvolge gli attori dello stesso può essere inquadrata come forma di co-creazione di valore. Definire il valore in sanità, però, è molto complesso. Porter (2010) afferma che quasi in tutti i comparti sanitari, il valore è il principale obiettivo

da raggiungere e si riferisce all'output prodotto correlato ai costi sostenuti per ottenerlo.

I principali player condividono le proprie risorse e interagiscono nelle azioni di co-creazione. Essi puntano allo sviluppo di un ecosistema sanitario dinamico, distinguere le pratiche che possono avere effetti positivi da quelle che, invece, possono avere effetti opposti per l'ecosistema e infine fornire misure indicative delle pratiche e un convincente programma di ricerca. Grazie alla condivisione delle risorse otteniamo la co-creazione di valore, come ad esempio nel caso della condivisione dei dati clinici di un paziente tra un ospedale e operatori esterni, il che consente allo stesso ospedale di programmare un trattamento più appropriato per il paziente.

Prima, quando si parlava di prestazioni sanitarie, si pensava ad un processo nel quale gli attori erano una parte passiva, mentre oggi questi ultimi sono parte attiva che collaborano alla co-creazione di valore. Tale approccio prende il nome di *patient-centered*, che comporta che l'assistenza sanitaria sia progettata attorno a specifiche esigenze del paziente, ottenendo risultati migliori sia in termini di salute sia di efficienza dei costi.

Pratiche di co-creazione possono essere inquadrare come attività e interazioni che hanno luogo nell'ambito di questi sistemi sociali, con attori che di volta in volta adattano e scelgono le attività in cui desiderano impegnarsi in base alla percezione ed interpretazione del mondo socialmente costruito. Anche le tecnologie dell'informazione e della comunicazione hanno avuto un grande impatto sulla co-creazione di valore, basti pensare alle videoconferenze, teleconferenze o anche semplici e-mail che consentono di comunicare e scambiare risorse, sostituendo il contatto fisico. Nonostante siano stati raggiunti grandi progressi nel campo, i processi di co-creazione di valore basati sulla tecnologia rimangono in gran parte inesplorati.

Le piattaforme digitali sono diventate un importante mezzo tecnologico attraverso il quale gli ecosistemi della salute possono sia trovare nuove strade per la creazione di valore sia fornire servizi migliori e personalizzati ai clienti/pazienti. Una nicchia interessante, ma ancora poco esplorata, si riferisce alle reti digitali progettate per la *Sharing Economy* (SE) in ambito sanitario.

La *Sharing Economy* (SE) è definita come «un sistema socioeconomico che consenta una serie intermedia di scambi di beni e servizi tra individui e organizzazioni che mirano ad aumentare l'efficienza e l'ottimizzazione delle risorse sottoutilizzate nella società» (Munoz and Cohen, 2017).

Numerosi articoli e rapporti di ricerca recenti hanno sottolineato il grande potenziale della SE e delle relative piattaforme digitali per i diversi attori coinvolti in un ecosistema di servizi (es. Miller *et al.*, 2016; Powers *et al.*, 2016).

Alcune di queste piattaforme digitali basate sul modello SE saranno descritte e analizzate nella successiva sezione.

2.4.1. Il caso Saluber

Saluber⁷ è una piattaforma digitale per la gestione della logistica sanitaria che punta a migliorare il percorso dei pazienti fornendo delle “corse” convenienti e affidabili. Il principio base riguarda una particolare forma di sharing economy, il cosiddetto *ridesharing*, un servizio commerciale secondo il quale possono essere prenotati veicoli guidati da privati in tempo reale attraverso un’app e usufruendo di benefici come la tracciabilità e la geolocalizzazione degli utenti coinvolti. Le operazioni sono partite nel mese di marzo 2019 e sono stati registrati circa 300⁸ interventi di transfer geolocalizzati.

La necessità di Servizi Smart non riguarda solo le persone anziane o malate o le persone con disabilità fisiche nella zona, ma anche i turisti che necessitano di assistenza clinica o sociale.

Il network di attori comprende:

- centri intermediari (cliniche private, centri diagnostici, farmacie, punti di interesse turistico come porti, aeroporti e stazioni);
- vettori (rappresentano aziende che dispongono di una flotta di veicoli sanitari per il trasporto non emergenziale e di navette con piattaforma elettrica per il trasporto disabili);
- professionisti sanitari (medici, fisioterapisti, infermieri, operatori sanitari).

I principali servizi messi a disposizione da questa piattaforma basata sulla *sharing economy* riguardano quindi il trasporto sanitario, il trasporto disabili e l’assistenza domiciliare.

La piattaforma mette nelle condizioni il cittadino/paziente, attraverso il centro presso cui deve fare la prestazione sanitaria o la casa di cura presso cui si trova, di poter accedere facilmente ad una forma di trasporto. Il ruolo sociale è molto importante. Inoltre, la tracciabilità e la geolocalizzazione rendono molto sicuro questo servizio smart. L’obiettivo è mettere in rete più persone appartenenti a diversi gruppi (es. medici e/o infermieri con anziani e/o neonati). I centri intermediari che entrano nel network di Saluber riescono a espandere il ventaglio di servizi offerti ai pazienti mettendo a disposizione oltre alle cure anche servizi smart di trasporto sanitario.

⁷ <https://www.saluber.me>.

⁸ <https://www.ilroma.net/curiosita/salute/saluber-alla-sperimentazione-un-solo-mese-280-interventi>.

Dunque, si può affermare che la piattaforma digitale:

- facilita le relazioni commerciali tra le organizzazioni sanitarie all'interno della rete;
- supporta la riconcettualizzazione dei servizi di portafoglio di ciascun partner commerciale;
- contribuisce a una co-creazione di valore attraverso la collaborazione attiva di tutti gli attori della piattaforma.

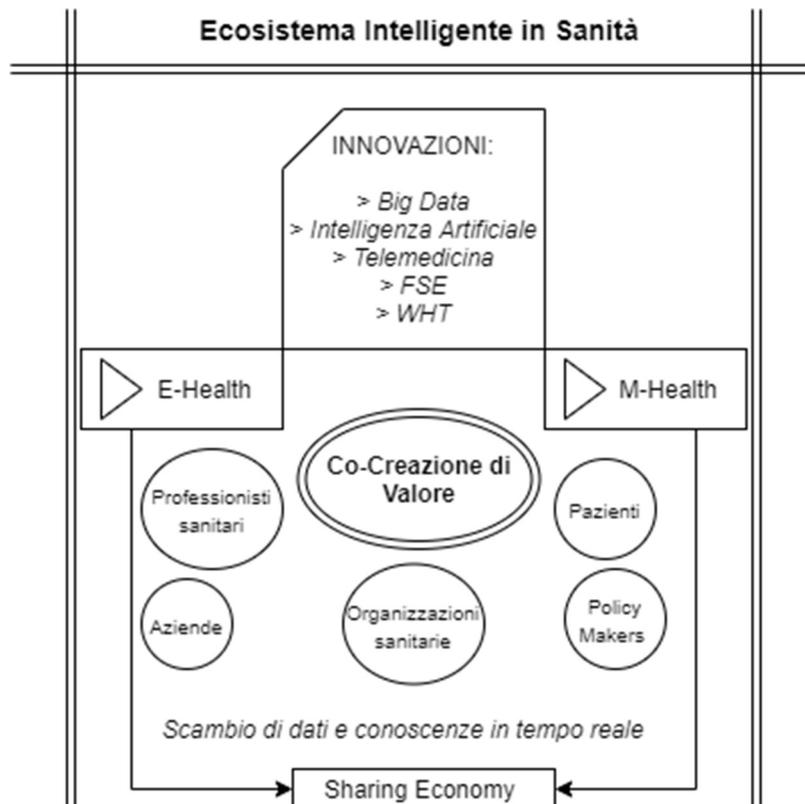
2.5. La proposta di un framework per la co-creazione di valore: considerazioni conclusive per gli sviluppi futuri

Il presente capitolo si poneva l'obiettivo di analizzare le dinamiche degli attuali ecosistemi sanitari intelligenti e di chiarire il ruolo delle tecnologie digitali e delle piattaforme di sharing economy per la co-creazione di valore in questi contesti. La struttura multidimensionale proposta (cfr. Fig. 2.2) aiuta a comprendere le principali e possibili dinamiche dell'ambiente sanitario intelligente nei tempi attuali e futuri.

I pazienti sono ormai coinvolti e inseriti in contesti digitali multilivello che consentono di valutare le loro cure attraverso strumenti innovativi come chatbot, dispositivi indossabili e app. D'ora in poi, i pazienti saranno in grado di scegliere i loro specialisti secondo le proprie preferenze e comunicare attraverso piattaforme o smartphone che costituiranno l'interfaccia principale di comunicazione. Queste piattaforme saranno gestite da una rete di medici che forniscono consulenza e trasferimento a specialisti. I servizi medici remoti tendono dunque ad abolire i confini sociali e geografici. L'ascesa di una cultura incentrata sul paziente sostiene dunque il successo di questo tipo di piattaforme.

L'analisi del caso Pieces Tech dimostra come le soluzioni di intelligenza artificiale riescono a supportare l'intero ecosistema sanitario nell'organizzazione dell'assistenza sanitaria per il paziente. L'obiettivo è migliorare il processo attraverso la co-creazione di valore tra tutti gli attori che partecipano all'ecosistema. Attraverso le diverse tecnologie (Pieces DS e Pieces IRIS), emergono diversi miglioramenti del servizio in grado di garantire velocità per i processi di riammissione, identificazione delle cure, durata del soggiorno, riduzione del sovrautilizzo dei sistemi e connessione dei pazienti con la comunità sociale. Questo studio ha anche fornito prove sui diversi tipi di intelligenza artificiale (ad esempio meccanica, analitica, intuitiva ed empatica) e su come queste tipologie contribuiscono a migliorare i risultati clinici e finanziari per molti degli attori dell'ecosistema sanitario intelligente.

Fig. 2.3 – Un’analisi multilivello della co-creazione di valore



Le nuove tecnologie migliorano la qualità delle cure, facilitando compiti clinici e amministrativi legati alla valutazione, la trasmissione, la valutazione e la precisione del trattamento di assistenza sanitaria.

Il caso Saluber testimonia il forte interesse delle organizzazioni sanitarie di entrare a far parte di reti digitalizzate che consentono di espandere il portafoglio di servizi offerti. La rete digitale di servizi basati sui principi della sharing economy ha contribuito a migliorare i risultati clinici, di trasporto e finanziari per molti partner della piattaforma e ha contribuito a creare valore aggiunto nell’esperienza complessiva del paziente per coloro che beneficiano della rete.

L’intero ecosistema sanitario è molto complesso. Pertanto, le piattaforme digitali B2B come Saluber potrebbero essere un’opzione intelligente per fornire *smart health services* agli utenti finali.

Il presente capitolo presenta alcune limitazioni. In primo luogo, l'articolo riporta solo due casi studio che potrebbero quindi cogliere solo alcune delle caratteristiche chiave della diffusione delle innovazioni negli ecosistemi sanitari. Inoltre, la specificità del settore sanitario, in cui è situato lo studio, potrebbe limitare l'estensibilità dei risultati chiave a contesti con altre caratteristiche. Tuttavia, emergono implicazioni rilevanti. Le aziende saranno in grado di evolvere i loro modelli di business da quelli prevalentemente incentrati sul prodotto a modelli incentrati su soluzioni sanitarie per pazienti e stakeholder. Inoltre, saranno in grado di sperimentare approcci innovativi ridistribuendo le risorse interne in ambito digitale. Di conseguenza, la ricerca futura potrebbe estendere questo studio prendendo in considerazione un numero maggiore di casi nel settore sanitario o casi selezionati in altri mercati altamente regolamentati oppure fornire ulteriori prove sulla co-creazione di valore tramite il supporto di soluzioni di intelligenza artificiale e/o l'utilizzo di piattaforme di sharing economy in altri comparti sanitari (ad es. attrezzature mediche). In alternativa, altre ricerche potrebbero ricorrere ad approcci quantitativi, per trarre da questo articolo ipotesi formali da testare su un ampio campione di attori che operano nell'ecosistema intelligente nel settore sanitario.

Bibliografia

- Agarwal, R., Gao, G., DesRoches, C., & Jha, A. K. (2010). Research commentary – The digital transformation of healthcare: Current status and the road ahead. In *Information Systems Research*, 21(4), pp. 796-809.
- Agnihotri, S., Cui, L., Delasay, M., & Rajan, B. (2018). The value of mHealth for managing chronic conditions. In *Health care management science*, pp. 1-18.
- Bellinger, A., & Krieger, D. J. (2018). The Digital Transformation of Healthcare. In *Knowledge Management in Digital Change*, pp. 311-326. Springer, Cham.
- Ford, G., Compton, M., Millett, G., & Tzortzis, A. (2017). The role of digital disruption in healthcare service innovation. In *Service Business Model Innovation in Healthcare and Hospital Management*, pp. 57-70. Springer, Cham.
- Frow, P., McColl-Kennedy, J. R., & Payne, A. (2016). Co-creation practices: Their role in shaping a health care ecosystem. *Industrial Marketing Management*, 56, pp. 24-39.
- Groves, P., Kayyali, B., Knott, D., Van Kuiken, S. (2013): *The big data revolution in healthcare: Accelerating value and innovation*. In: McKinsey & Company, New York.
- Haggerty, E. (2017). Healthcare and digital transformation. In *Network Security*, 2017(8), pp. 7-11.
- Huang, M. H., & Rust, R. T. (2018). Artificial intelligence in service. In *Journal of Service Research*, 21(2), pp. 155-172.

- Joiner, K., & Lusch, R. (2016). *Evolving to a new service-dominant logic for health care*.
- Manogaran, G., Lopez, D., Thota, C., Abbas, K. M., Pyne, S., & Sundarasekar, R. (2017). Big data analytics in healthcare Internet of Things. In *Innovative healthcare systems for the 21st century*, pp. 263-284. Springer, Cham.
- Marr, B. (2015): How Big Data Is Changing Healthcare. In: Forbes Media LLC. Retrieved online: <https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2015/04/21/how-big-data-is-changing-healthcare/>. Accessed: 01/07/2019.
- McColl-Kennedy, J. R., Vargo, S. L., Dagger, T. S., Sweeney, J. C., & Kasteren, Y. V. (2012). Health care customer value cocreation practice styles. In *Journal of Service Research*, 15(4), 370-389.
- McLoughlin, I. P., Garrety, K., & Wilson, R. (2017). *The digitalization of healthcare: Electronic records and the disruption of moral orders*. Oxford University Press.
- Miller, B. J., Moore, D. W., & Schmidt Jr, C. W. (2016). Telemedicine and the sharing economy: The “Uber” for healthcare. In *Am. J. Manag. Care*, 22, pp. 420-422.
- Munoz, P., & Cohen, B. (2017). Mapping out the sharing economy: A configurational approach to sharing business modeling. In *Technological Forecasting and Social Change*, 125, pp. 21-37.
- Miles, M. B., Huberman, A. M., Huberman, M. A., & Huberman, M. (1994). In *Qualitative data analysis: An expanded sourcebook*. sage.
- Miller, S. R. (2016). First principles for regulating the sharing economy. *Harv. J. on Legis.*, 53, 147.
- Mills, A. J., Durepos, G. and Wiebe, E. (2010). *Encyclopedia of case study research*. London: Sage.
- Omachonu, V. K., & Einspruch, N. G. (2010). Innovation in healthcare delivery systems: a conceptual framework. In *The Innovation Journal: The Public Sector Innovation Journal*, 15(1), pp. 1-20.
- Porter, M. E. (2010). What is value in health care? *New England Journal of Medicine*, 363(26), pp. 2477-2481.
- Rogers, E. M. (2003). *Diffusion of innovations*. Free Press. *New York*, 551.
- Sonnier, P. (2016). Definition digital health. In *Paul Sonnier-Story of Digital Health*.
- Powers, B. W., Rinefort, S., & Jain, S. H. (2016). Nonemergency medical transportation: delivering care in the era of Lyft and Uber. In *Jama*, 316(9), pp. 921-922.
- Sabherwal, R., & Becerra-Fernandez, I. (2011). In *Business intelligence: Practices, technologies, and management*. John Wiley & Sons.
- Schachinger, A. (2013). All Businesses are Media Business: The Impact of Social Media on the Healthcare Market. In *Handbook of Social Media Management* (pp. 795-803). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Torraco, R. J. (2005). Writing integrative literature reviews: Guidelines and examples. In *Human resource development review*, 4(3), 356-367.
- Tuzii, J. (2017). Healthcare information technology in Italy, critiques and suggestions for European digitalization. In *Pharmaceuticals Policy and Law*, 19(3-4), 161-176.
- Vargo, S. L., & Lusch, R. F. (2011). It’s all B2B... and beyond: Toward a systems perspective of the market. In *Industrial marketing management*, 40(2), 181-187.

- Vargo, S. L., Wieland, H., & Akaka, M. A. (2015). Innovation through institutionalization: A service ecosystems perspective. In *Industrial Marketing Management*, 44, 63-72.
- Wang, Y., Kung, L., & Byrd, T. A. (2018). Big data analytics: Understanding its capabilities and potential benefits for healthcare organizations. In *Technological Forecasting and Social Change*, 126, 3-13.
- Yin, R. K. (2003). *Case Study Research. Design and Methods*. Sage, Thousand Oaks.
- Yin, R. K. (2009). *Case Study Research. Design and Methods*. 4th ed. Sage, Thousand Oaks.

3. LA LOGICA FUZZY COME BUSSOLA PER NAVIGARE NEL CLOUD OFFRENDO SPAZIO: UN'ESPERIENZA REALE NELL'AMBITO DELLA COLLABORATIVE FLEXIBLE MANUFACTURING

di Luigi Coppolino, Salvatore D'Antonio, Luigi Romano,
Alessandro Scaletti e Luigi Sgaglione

3.1. Introduzione

L'IT è diventato indiscutibilmente un pilastro tecnologico per tutte le aziende che operano in mercati altamente competitivi e che sono caratterizzate da riduzioni dei margini. Un tipico esempio è il *Flexible Manufacturing System* (FMS) domain, all'interno del quale una gestione efficace dell'*information technology* (IT) costituisce oggi il fattore abilitante della competitività (se non il presupposto per la sopravvivenza). La sfida principale per queste aziende è, quindi, quella di gestire l'IT ad un costo basso. In tale contesto, il *Cloud Computing* rappresenta un paradigma estremamente promettente, dal momento che presenta un enorme potenziale in termini di rapporto qualità-prezzo. Tuttavia, liberare questo potenziale non è un compito banale, poiché richiede la capacità di valutare i pro e i contro di una vasta gamma di tecnologie e offerte commerciali valutati da una molteplicità di punti di analisi. In questo lavoro, viene proposto un approccio basato sulla logica *fuzzy*, per consentire a un gruppo di aziende appartenenti alla stessa *supply chain* e che condividono la stessa piattaforma IT di selezionare l'offerta cloud più conveniente presente sul mercato. Tale approccio è analizzato rispetto ad un caso di studio reale nell'ambito del *Flexible Manufacturing*, in particolare delle industrie agro-alimentari.

3.2. Motivazione e contributi

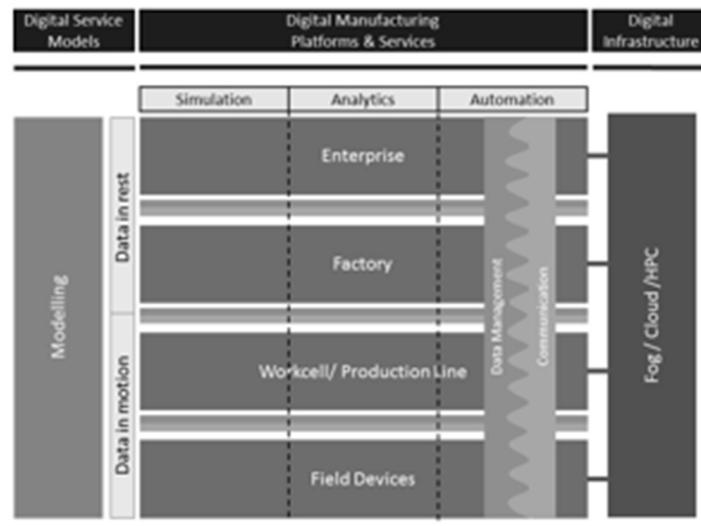
Come è noto, l'industria manifatturiera così come la conoscevamo costituisce un ricordo del passato che non tornerà mai più. L'attuale (e futuro)

scenario si presenta sempre più come un'arena di competizione globale, in cui le aziende devono rispondere rapidamente e in modo economicamente fattibile alle esigenze del mercato che cambiano continuamente e ad un ritmo incredibilmente veloce. In termini di trend di mercato, la sempre crescente varietà di prodotti disponibilità e l'inevitabile necessità di personalizzazione di massa sta spingendo verso approcci produttivi modulari e collaborativi basati sulla domanda, a cui si fa riferimento nella letteratura tecnica e commerciale con il termine di *Flexible Manufacturing Systems*. L'intrinseca difficoltà presente in tale panorama è aggravata dal fatto che mentre i volumi sono cresciuti, i margini, invece, tendono a diminuire. Ad esempio, Airbus, che produce 60-70 velivoli al mese con un prezzo medio che oscilla tra i 100 e i 150 milioni di euro, ha una produzione media di 100 miliardi di euro in cash flow con un margine sulle vendite inferiore all'uno per cento.

In tale contesto, è fondamentale che gli impianti di produzione siano gestiti con estrema efficienza, dal momento che essi devono essere in grado di applicare rapidamente le modifiche nella progettazione del prodotto, gestire lotti di dimensioni sempre più ridotte, assicurare che la distribuzione soddisfi i requisiti di affidabilità e tempestività ed altro ancora: tutto questo in modo affidabile.

A tal fine, negli ultimi tre anni, la *Digital Shopfloor Alliance* (DSA) ha definito un framework di servizi di riferimento per la distribuzione modulare e graduale dei servizi autonomi e delle piattaforme nell'Industria 4.0.

Fig. 3.1 – Il framework Digital Shopfloor Alliance



Quest'ultima consiste in tre pilastri principali (uno dei quali è basato su tecnologie cloud, vale a dire: *Fog*, *Cloud* e HPC), che supportano tutti i livelli rilevanti dell'intero processo di fabbricazione. In breve, è un dato di fatto che il cloud computing rappresenta oggi una delle principali tecnologie abilitanti della rivoluzione dell'Industria 4.0. Esso ha favorito – e continuerà a farlo – la crescita di ambienti collaborativi di produzione flessibile. Uno dei principali vantaggi del paradigma del *cloud computing* è rappresentato dalla riduzione drastica dei *Total Cost of Ownership* (TCO) delle infrastrutture e dei servizi IT, che ha ridotto di conseguenza il relativo livello per l'uso delle soluzioni di *Information and Communication Technology* (ICT).

L'aspetto negativo di tale fenomeno è rappresentato, invece, dal fatto che la massiccia diffusione del cloud computing comporta anche grandi sfide, in particolare a livello strategico.

Il presente lavoro analizza una di queste sfide e più precisamente: come selezionare – tra la vasta gamma di offerte commerciali disponibili sul mercato – la soluzione che si adatta meglio alle esigenze particolari del contesto *Collaborative Flexible Manufacturing* (FM) in cui opera l'azienda. Questo compito risulta particolarmente difficile per le aziende il cui *core business* non si fonda sull'ICT, ma utilizza le ICT per digitalizzare i processi aziendali. Non è possibile, infatti, per queste aziende spostare semplicemente risorse (tempo e/o personale) dalla gestione delle operazioni quotidiane alla pianificazione strategica delle problematiche legate alle ICT. Tali aziende (che rappresentano collettivamente una grande parte dello scenario delle FM) necessitano tecniche efficaci per guidare la loro strategia ICT. Per efficacia si intende la capacità di tali tecniche di consentire all'azienda di ottenere un risultato soddisfacente pur avendo un basso impatto sul funzionamento quotidiano. In tale panorama, uno strumento ampiamente adottato negli scenari di gestione delle operazioni è la logica *fuzzy* (Zanjirchi *et al.*, 2019). L'articolo propone tale logica per la selezione della soluzione di cloud commerciale da acquistare sul mercato.

La logica *fuzzy* presenta le seguenti caratteristiche che la rendono una soluzione efficiente per il problema oggetto di analisi: 1) semplicità e flessibilità; 2) la capacità di gestire i problemi con dati imprecisi ed incompleti; 3) la capacità di modellare funzioni non lineari di complessità arbitraria; 4) la copertura di una vasta gamma di condizioni operative; 5) la relativa facilità di personalizzazione in termini di linguaggio naturale.

Il proposto approccio basato sulla logica *fuzzy* si basa sul lavoro di modellizzazione dei processi aziendali (*Business Process Modeling*) che è stato realizzato in un precedente articolo da alcuni autori (Cerullo *et al.*, 2016). Vale la pena sottolineare che operando in questo modo viene stabilito un

collegamento tra due dei tre pilastri del DSA *Autonomous Service Framework* (precisamente: il pilastro *Modeling* e il pilastro *Fog / Cloud / HPC*).

Per convalidare il suddetto approccio, è stato scelto un caso d'uso particolarmente impegnativo: un ambiente FM collaborativo nel settore agroalimentare. Il settore agroalimentare è particolarmente complesso a causa della presenza di un quadro normativo molto severo in termini, ad esempio, di tracciabilità dei prodotti. In esso, l'uso efficace delle ICT è quindi diventato un prerequisito fondamentale per il rispetto della legislazione in materia e – in definitiva – per consentire alle aziende di rimanere nel business (al contrario del “solo” ottimizzare i costi per aumentare la competitività). Rileva sottolineare, inoltre, che il caso d'uso non deriva da un'applicazione fittizia realizzata in laboratorio. Al contrario, si basa sull'utilizzo effettivo della piattaforma Enterprise Resource Planning (ERP) in un ambiente FM collaborativo. La piattaforma ERP è stata “cloudificata” come parte del lavoro del progetto Glob-Id. Una panoramica della stessa è fornita nella sezione 2, in cui viene descritta nel dettaglio (Cerullo *et al.*, 2016).

Una volta ottenuta la disponibilità della piattaforma, è diventato fondamentale decidere il tipo di soluzione da scegliere per la fase di deployment. Dal momento che le società coinvolte nel progetto Glob-Id erano principalmente piccole e medie imprese con un budget limitato, la possibilità di creare sinergie tra loro ha rappresentato un requisito fondamentale. Dal momento che esiste una grande varietà di soluzioni commerciali, le aziende che collaborano hanno bisogno di supporto nel processo di selezione, per identificare l'offerta adatta alle necessità del consorzio. Quest'ultimo è il motivo che ha giustificato il lavoro presentato in tale articolo.

In esso, infatti, viene definita una metodologia che considera i molteplici fattori di cui un'azienda deve tener conto quando procede alla selezione della tecnologia. La metodologia fornisce una bussola per la navigazione nello spazio delle numerose offerte commerciali di servizi cloud, che devono essere utilizzate dal personale responsabile dell'acquisto di servizi IT. La metodologia proposta si basa su un approccio *fuzzy*, per valutare le offerte commerciali disponibili basate sulle preferenze espresse da tutte le società che collaborano. L'uso della logica *fuzzy* per la selezione dell'opzione migliore è già stato applicato alla selezione di entrambi i fornitori (ad esempio Banaeian *et al.*, 2018) e alle tecnologie dell'informazione (ad esempio Lin *et al.*, 2007) nel settore agroalimentare. In entrambi i casi i metodi proposti sono stati applicati al caso di una singola società che gestisce una selezione basata su una serie di criteri predefiniti che consentono a loro volta di ottimizzare la relativa utilità. Al contrario, nel presente lavoro l'attenzione viene focalizzata su un gruppo di società cooperative che mirano a selezionare la

migliore offerta tecnologica in grado di ottimizzare l'utilità complessiva del cluster riducendo al contempo il TCO di ciascuna azienda della rete. Ad oggi, nessun lavoro precedente in letteratura ha mai fornito un contributo simile.

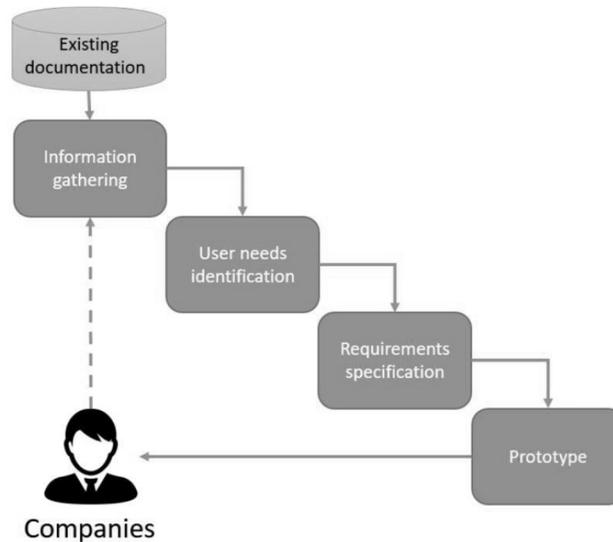
Il resto del lavoro è organizzato come segue. Nella sezione 3, viene presentato la Glob-ID ERP *Platform* basata su *cloud*. Nella sezione 4, vengono estratti i requisiti di implementazione cloud della piattaforma. Nella sezione 5, viene realizzata una fase di preselezione delle offerte disponibili sulla base dei predetti requisiti. Nella sezione 6, viene descritta la procedura di selezione basata sulla logica *fuzzy* e il metodo seguito per procedere una delle soluzioni *Infrastructure as a Service* (IaaS) che sono state preselezionate nella sezione 5. La sezione 7 riassume il lavoro fatto e conclude il documento con alcune osservazioni finali.

3.3. La piattaforma ERP Glob-ID basata sul cloud

La piattaforma Glob-ID persegue lo scopo di fornire un supporto decisionale tramite il quale conseguire l'ottimizzazione dei processi logistici e produttivi. Essa fornisce anche uno strumento di tracciabilità che consente di evidenziare chiaramente le informazioni che risultano necessarie per identificare correttamente un prodotto (ad esempio il nome commerciale, il nome scientifico gli ingredienti, le informazioni relative al produttore). Inoltre, per garantire la sicurezza del consumatore finale il sistema di tracciabilità dispone di funzionalità veloci ed efficienti di richiamo dei prodotti, offrendo anche la possibilità di prodotti aggregati o lotti che dispongono di un punto logistico congiunto.

La piattaforma Glob-ID è stata progettata sulla base di un processo di estrazione di requisiti innovativo e poco invadente. Infatti, considerando l'elevato numero e l'eterogeneità dei partner coinvolti nel progetto, il tempo relativamente breve che ognuno avrebbe potuto dedicare ai requisiti dell'analisi e la difficoltà di reperire informazioni da persone non appartenenti al settore IT, i tradizionali processi di analisi dei requisiti sono stati evitati. È stato invece adottato un processo di analisi di tipo iterativo basato sulla documentazione disponibile in azienda e su un prototipo iniziale (Fig. 3.2).

Fig. 3.2 – Il processo di analisi iterativo



L'utilizzo della documentazione già disponibile all'interno delle società ha permesso di evitare il sovraccarico di lavoro iniziale che le aziende devono affrontare durante l'analisi dei requisiti. Inoltre la consegna immediata di un prototipo ha consentito di facilitare l'affinamento dei requisiti, attirando l'attenzione delle aziende in misura maggiore rispetto ad una classica analisi "su carta".

La piattaforma implementa un modello organizzativo per la logistica finalizzato al *tracking*, alla tracciabilità e al monitoraggio in tempo reale dei prodotti, riproducibile e ripetibile praticamente in tutti gli ambienti FM collaborativi del settore agroalimentare. Tale modello include un sistema attraverso il quale la logistica di ogni azienda e la relativa *supply chain* possono essere modellate. Si basa, inoltre, sulla disponibilità di una *data warehouse* in grado di raccogliere e memorizzare i dati sui flussi fisici dalle catene di approvvigionamento.

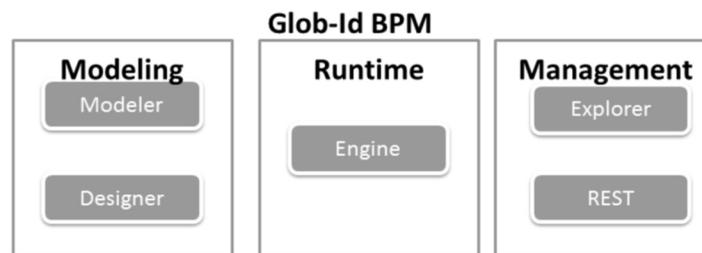
Per il compimento del primo passo (la consultazione della documentazione tecnica) i documenti HACCP (*Hazard Analysis Critical Control Points*) (USFOOD & Drug, 2019) sono stati molto utili. Inoltre, poiché tali informazioni sono obbligatorie per tutte le società e tutti gli operatori che prestano la propria attività nel settore alimentare, tali informazioni erano disponibili in ogni azienda.

In aggiunta, Glob-ID si basa sul concetto di processo aziendale (Fig. 3.3), ovvero su un insieme di una o più procedure collegate o attività che collet-

tivamente raggiungono un obiettivo aziendale nel contesto di una struttura organizzativa che definisce ruoli e relazioni funzionali.

Il *Business Process Management* è la disciplina che coinvolge qualsiasi tipo di combinazione di modelli, di automazione, di esecuzione, di controllo, di misurazione e di ottimizzazione dei flussi di attività commerciali, posto a supporto di obiettivi aziendali, di dipendenti, di clienti e di partner dentro ed oltre i confini dell'impresa. I *BPM Systems* (BPMS) (Dumas *et al.*, 2013) forniscono la tecnologia progettata per la gestione e l'automazione dei processi aziendali, a partire dalla creazione di processi innovativi fino alla loro ridefinizione e miglioramento nel tempo. Ulteriori informazioni sulla piattaforma GLOB-ID sono disponibili in Cerullo *et al.* (2016).

Fig. 3.3 – L'architettura della piattaforma Glob-ID



Il modello organizzativo della *supply chain*, proposto all'interno di questo lavoro, consente l'armonizzazione e l'integrazione dei processi e dei flussi informativi delle aziende in tutte le fasi del processo produttivo. Rileva sottolineare che, al fine di conseguire tale obiettivo, è stato essenziale definire un modello per la logistica in entrata e in uscita, nonché stabilire regole e protocolli di gestione standard dei diversi processi e prodotti.

I sistemi di rintracciabilità nella catena alimentare consentono di garantire la sicurezza degli alimenti e permettono, in caso di emergenza, di focalizzarsi meglio su interventi e controlli. In particolare, l'identificazione di un prodotto e la relativa tracciabilità devono consentire di: (i) recuperare le caratteristiche del prodotto, ad esempio, mostrandogli ingredienti o il lotto di produzione; (ii) ricostruire la storia tecnica e commerciale del prodotto; (iii) ritirare un prodotto in caso di rischi per la salute umana o per l'ambiente; (iv) contribuire al controllo delle informazioni riportate sull'etichetta. Dall'analisi dei processi produttivi, la *supply chain* è rappresentata come una sequenza di processi di trasformazione del prodotto eseguiti da diversi soggetti chiamati trasformatori. Un trasformatore riceve un lotto, lo trasforma e lo invia come *input* al successivo trasformatore. Tutti i trasformatori coinvolti

devono essere in grado di gestire i propri dati e condividere informazioni di interesse con l'intera organizzazione. Per fare questo è necessario impostare facilmente basi di dati e servizi di comunicazione accessibili e affidabili.

La condivisione dei dati attraverso il web è essenziale per migliorare la visibilità e la trasparenza lungo la catena di approvvigionamento *end-to-end* (la quale è geograficamente distribuita). Per questo motivo viene utilizzata una soluzione basata sul cloud. L'adozione di una soluzione di questo tipo consente un effetto a rete, in cui i processi della catena di approvvigionamento vengono migliorati utilizzando informazioni simili a quelle di mercato, offrendo più opzioni, più rapidamente e a costi inferiori. Inoltre, consente la creazione di una struttura collaborativa in cui i fornitori possano essere integrati in modo più rapido e più vantaggioso economicamente e le aziende abilitate al cloud sono in grado di accelerare i vantaggi offerti dalla collaborazione come la risoluzione dei problemi e l'apprendimento più rapido in un modo che non può essere raggiunto attraverso i canali e i sistemi software aziendali tradizionali. Le applicazioni legacy (in particolare i sistemi ERP) rappresentano il punto di partenza per trasferire la catena di approvvigionamento nel cloud. In cima a tali sistemi esiste un mix di applicazioni software specifiche, che includono i *Transportation Management Systems* (TMS), i *Warehouse Management Systems* (WMS), i motori di pianificazione, i software di approvvigionamento e di acquisizione, i sistemi di pagamento, di ottimizzazione del lavoro, di gestione delle scorte, di simulazione della catena di approvvigionamento e altro ancora.

Queste soluzioni sono spesso fornite direttamente dai sistemi ERP sopra menzionati. Gran parte di questo software è stato sviluppato e distribuito in strati ed è generalmente difficile da modificare in risposta ai cambiamenti delle condizioni del business.

Le soluzioni *cloud* possono superare queste limitazioni intervenendo sulle seguenti funzionalità:

- costo: le soluzioni di cloud computing offrono un modello *pay-per-use* in base al quale è necessario pagare solo per le risorse utilizzate. In questo modo le aziende possono evitare di investire tempo e denaro nell'acquisizione di hardware per supportare il software richiesto;
- allocazione delle risorse IT: i dipartimenti IT sono focalizzati sulla manutenzione di sistemi e infrastrutture esistenti ed in genere assegnano solo una piccola percentuale del loro budget a nuove applicazioni. L'uso del cloud consente alle unità aziendali di non essere consapevoli di eventuali problemi di assistenza e manutenzione, spostando le risorse relative su nuove applicazioni;

- flessibilità dell'accesso al cloud: le applicazioni basate sul cloud garantiscono ai propri utenti una maggiore flessibilità di accesso tra dipartimenti o tra partner. Le applicazioni cloud consentono flessibilità per quanto riguarda l'espansione della propria rete di filiera.

Queste caratteristiche rendono le applicazioni cloud molto più accessibili per i miglioramenti del processo della catena logistica rispetto alle applicazioni software tradizionali.

3.4. La preselezione dell'offerta cloud

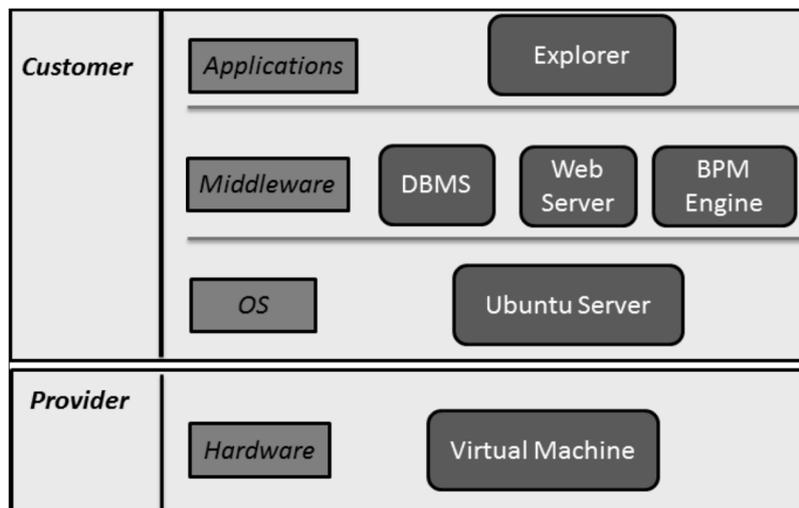
Il paradigma del *cloud computing* non rende obsoleti altri software o paradigmi che forniscono risorse, ma evidenzia come le infrastrutture, le piattaforme e i software possono essere resi disponibili come servizi. Quindi il BPM basato su cloud offre agli utenti del cloud l'opportunità di utilizzare il software cloud in modo *pay-per-use*, invece di dover effettuare investimenti iniziali su software BPM, hardware e sulla manutenzione.

Inoltre, i sistemi si espandono e si riducono in base alle esigenze degli utenti del cloud, il che significa che l'utente non deve preoccuparsi di un *provisioning* eccessivo o insufficiente.

Esistono tre modelli di servizi di cloud computing: *Software as a Service* (SaaS), *Platform as a Service* (PaaS) e *Infrastructure as a Service*. SaaS è un modello in cui il software viene offerto come servizio all'utente. PaaS è un modello di servizio in cui viene offerta all'utente una piattaforma per sviluppare e distribuire le proprie applicazioni. La piattaforma offre supporto nell'uso delle risorse dall'infrastruttura sottostante. IaaS consente agli utenti di accedere alle risorse virtuali tramite una rete. Ciò può includere archiviazione, server, componenti di rete e una infrastruttura virtuale.

Come piattaforma oggetto di analisi è stato selezionato il modello di servizio IaaS perché consente di creare un'infrastruttura elastica. Quest'ultima costituisce una buona soluzione quando il carico di lavoro delle risorse fluttua. Un altro vantaggio è la portabilità: poiché IaaS funziona mediante *il virtual machine image*, il *porting* di un sistema locale sul cloud o il *porting* di una macchina virtuale da un cloud a un altro diventa un compito relativamente semplice. Un terzo vantaggio è che l'utente del cloud ha pieno controllo delle impostazioni del *server*. Per la mappatura dell'architettura della piattaforma cloud BPM è stato utilizzato un meta-modello di architettura mostrato in Figura 3.4.

Fig. 3.4 – L'architettura meta-modello per la piattaforma cloud BPM



È stata eseguita, inoltre, una preselezione delle offerte commerciali per ridurre le soluzioni disponibili per il successivo confronto analitico. Dopo aver esaminato le offerte di diversi fornitori, tenendo conto delle esigenze eterogenee dei partner del consorzio Glob-ID e per evitare problemi di conformità con il GDPR, la valutazione è stata limitata a soluzioni che impongono la localizzazione dei dati in Europa. Inoltre, per garantire la resilienza delle soluzioni selezionate, l'analisi si è focalizzata su prodotti e fornitori maturi con una buona presenza sul mercato.

Al termine della selezione sono state individuate due piattaforme *cloud* IaaS pubbliche leader del settore che offrono alle aziende un ampio e completo set di funzionalità con copertura globale. Per ovvie motivazioni commerciali, i loro nomi non vengono indicati. Queste soluzioni offrono funzionalità simili in termini di flessibilità di elaborazione, archiviazione e collegamento in rete. Tutte condividono gli elementi comuni di un cloud pubblico: self-service e provisioning istantaneo, scalabilità automatica, sicurezza, funzionalità di conformità e gestione delle identità. Di seguito viene fornita una breve descrizione delle piattaforme evidenziando i punti di forza e di debolezza.

A1: la prima soluzione offre una serie molto ampia di soluzioni che possono essere integrate con la piattaforma, progettata per essere *enterprise-friendly*, che prevede anche un lungo periodo di prova gratuito. Questa soluzione è caratterizzata da un numero elevato di opzioni per la configurazione, il monitoraggio, le policy funzionali, la sicurezza e l'affidabilità della

piattaforma. Un altro vantaggio è la sua apertura e flessibilità. Un punto di debolezza di tale piattaforma è invece rappresentato dalla sua strategia di cloud ibrido dato che non supporta il cloud privato on-premise. Molte aziende, ad esempio nel settore finanziario, preferiscono conservare i dati sensibili nei propri data center, utilizzando cloud pubblici per altri scopi. Un altro aspetto negativo è l'ampiezza della sua offerta. Anche se può rappresentare un punto di forza, può essere tuttavia difficile navigare tra il gran numero di funzionalità disponibili ed alcuni clienti considerano questo aspetto come una funzionalità del fornitore complessa da gestire.

A2: la seconda soluzione si basa su un sistema che ha già una forte presenza all'interno delle aziende e che possono svolgere un ruolo importante nel processo di migrazione al cloud. Questo è un punto di forza dal punto di vista del trasferimento, mentre rappresenta una debolezza sotto il profilo della compatibilità con altri sistemi. Questo servizio offre un'efficace funzione di *disaster recovery* che, considerando la lunga serie di interruzioni che si sono verificate negli anni, costituisce ormai una caratteristica davvero necessaria. La soluzione offre strumenti di data *discovery*, sicurezza delle comunicazioni, visualizzazione ed analisi dei dati da incorporare nelle applicazioni.

3.5. Selezione finale basata sulla logica fuzzy

Nel presente studio è stata applicata una metodologia già nota (Cochran and Hung-Nan, 2005; Lin *et al.*, 2007) che utilizza la logica fuzzy per ordinare le preferenze dei decisori al fine di selezionare l'offerta cloud più adatta.

3.5.1. Raccolta dei dati

La raccolta dei dati riguarda le preferenze dei soggetti investiti della responsabilità decisionale. Per questo motivo, è stato creato un team di progetto formato da responsabili delle unità funzionali e utenti finali. Innanzitutto, il team ha identificato le caratteristiche del progetto. I decisori hanno dovuto chiarire le ragioni dell'adozione della piattaforma cloud e di altri fattori fondamentali per la scelta come gli *stakeholders*, gli obiettivi del progetto, i criteri di valutazione, il numero di alternative a disposizione ed altri elementi di interesse al fine di garantire un processo decisionale efficace ed efficiente. Come è noto, gli obiettivi possono essere *fundamental* o *means*. I primi sono importanti perché riflettono semplicemente ciò che i decisori vogliono veramente realizzare. I secondi, invece, sono strumentali al perseguimento di altri obiettivi (Clemenand e Reilly, 2001). Mettere a punto quali

sono i risultati da raggiungere consente di descriverli accuratamente e di creare un modello decisionale, articolato su diversi livelli di obiettivi tra loro collegati. Inoltre, gli obiettivi fondamentali possono essere organizzati in gerarchie, mentre gli altri possono essere organizzati in reti (Clemenand e Reilly, 2001). Scorrendo verso il basso la gerarchia, il grado di dettaglio aumenta. Il modulo a rete, invece, consente di collegare gli obiettivi *means* a diversi obiettivi fondamentali. Una volta creata la struttura degli obiettivi, i decisori hanno proceduto a ricavare da essa i criteri sia qualitativi che quantitativi di valutazione. Questi ultimi sono stati oggetto di valutazione durante un processo iterativo da parte dei decisori i quali hanno provveduto anche a modificare alcuni set di criteri per evitare situazioni di ridondanza.

Una volta stabiliti i criteri di selezione, i decisori hanno avuto l'opportunità di scorrere un elenco di numerose soluzioni al fine di identificare le alternative IaaS. Dal momento che l'elenco di alternative doveva essere coerente con la gerarchia degli obiettivi fondamentali e con la rete di obiettivi *means*, i fornitori presenti nell'elenco hanno fornito informazioni a domande specifiche incluse in una *check-list*. Queste domande sono state utilizzate dai decisori per valutare le alternative della piattaforma cloud.

3.5.2. Analisi dei dati

Per selezionare una piattaforma cloud, n decisori (D_1, D_2, \dots, D_n) hanno usato una scala ponderata di k criteri (C_1, C_2, \dots, C_k) per scegliere l'alternativa preferibile tra le opzioni z (A_1, A_2, \dots, A_z). Ogni decisore ha espresso individualmente il proprio giudizio. Quindi, le singole valutazioni sono state aggregate. Esistono diversi metodi per ordinare le preferenze individuali. Il più comune è la media che è stata usata in questo studio. Il risultato finale è stato un indice *fuzzy* di appropriatezza di ogni alternativa A_i . Matematicamente, il peso (W_{td}) attribuito a C_t dal decisore D_n è espresso come segue:

$$W_t = \left(\frac{1}{n}\right) * (W_{t1} + W_{t2} + \dots + W_{tn}) = \frac{1}{n} \sum_{d=1}^n W_{td} \quad (1)$$

mentre il rating R_{itd} assegnato all'alternativa A_i al decisore D_n secondo il criterio C_t è definito come segue:

$$R_{it} = \left(\frac{1}{n}\right) * (R_{it1} + W_{it2} + \dots + W_{itn}) = \frac{1}{n} \sum_{d=1}^n R_{itd} \quad (2)$$

W_t è il peso medio del criterio C_t e R_{it} è la valutazione aggregata della alternativa A_i sotto il criterio C_t . Dopo che i pesi e le valutazioni sono stati aggregati, ogni valutazione aggregata dell'alternativa A_i e del criterio C_t (R_{it}) può essere ulteriormente ponderata con il peso aggregato (W_t) per ottenere la valutazione finale F_i , ovvero l'indice di appropriatezza fuzzy di ogni alternativa A_i .

Il F_i può essere ottenuto aggregando R_{it} e W_t , indicato come:

$$F_i = \left(\frac{1}{k}\right) * [(R_{i1} * W_1) + \dots + (R_{ik} * W_k)] = \frac{1}{k} \sum_{j=1}^k (R_{ij} W_{ij}) \quad (3)$$

Poiché le valutazioni aggregate sono rappresentate come numeri fuzzy triangolari, è necessario un metodo per la loro classificazione (Tab. 3.1). I metodi a disposizione sono diversi (Bortolan e Degani, 1985; Buckley e Chanas, 1989; Chen, 2001; Chen, 1985; Kim e Kyung, 1990; Lau *et al.*, 2003; Liou e Wang, 1992).

Tab. 3.1 – Scala di giudizio qualitativa e relative funzioni associative per i criteri di ponderazione

Linguistic term	VL			L			M			H			VH		
Membership function	0,00	0,00	0,30	0,00	0,30	0,50	0,20	0,50	0,80	0,50	0,70	1,00	0,70	1,00	1,00

In questo paper, il rating finale è stato trasformato in utilità attraverso la seguente formula di normalizzazione:

$$U(F_i) = (F_i - x_{\min})/range \quad (4)$$

essendo il range $x_{\max} - x_{\min}$ e x_{\max} , x_{\min} le coordinate massime e minime del metodo fuzzy triangolare come descritto in Lin *et al.* (2007).

L'alternativa con il massimo valore $U(F_i)$ rappresenta la scelta ottimale nel problema decisionale.

L'algoritmo *fuzzy* aggrega la classificazione delle preferenze dei decisori per criteri e l'idoneità delle alternative della piattaforma cloud rispetto ai criteri di selezione, per calcolare l'indice di appropriatezza *fuzzy* attraverso il quali è stata individuata la piattaforma cloud più adatta.

Tale piattaforma viene scelta evidenziando tra le alternative quella che consente di avere una maggiore utilità media.

3.5.3. Risultati: il caso di studio reale

La procedura decisionale, presentata nella sezione precedente, è illustrata dal caso di studio.

- Fase 1: è stato consegnato un questionario ai venticinque responsabili decisionali di cinque società (D1, D2, ..., D25). È stato chiesto loro di esprimere le proprie considerazioni in merito ai 13 criteri di selezione (C1, C2, ..., C13) per verificare quale fosse la migliore piattaforma cloud per le aziende e la cooperativa tra 2 alternative (A1, A2).

- Fase 2: i decisori hanno valutato il peso dei criteri di selezione ed il rating di preferenze delle alternative rispetto ai summenzionati criteri, quindi hanno utilizzato il set di ponderazione W ed il set del rating di adeguatezza, descritto nella sezione precedente, $W =$ molto basso, basso, medio, alto, molto alto; $R =$ Molto scarso, Scarso, Discreto, Buono, Molto buono.

Nell'approccio basato su *fuzzy*, il peso di ciascun criterio e la valutazione di ciascuna alternativa sono descritti usando due scale ordinali qualitative, associate a numeri *fuzzy* triangolari. Sono stati definiti tre sistemi di numeri *fuzzy* triangolari. Tale decisione è giustificata dal desiderio di valutare la stabilità del criterio di scelta. La Tabella 3.1 e la Tabella 3.2 mostrano la scala di giudizio qualitativa e le funzioni di appartenenza associate per ciascun criterio e valutazione di peso, rispettivamente, dove "mf" significa funzione di appartenenza (simmetrica), "mfal" significa funzione di appartenenza (asimmetrica a sinistra) e "mfar" significa funzione di appartenenza (asimmetrica a destra). Le funzioni di appartenenza sono mostrate nelle Tabelle 3.5 e 3.6. I pesi assegnati ai 13 criteri dai venticinque decisori sono riportati nella Tabella 3.3. L'idoneità delle due alternative, secondo ciascuno dei criteri indicati dai decisori, è presentata nella Tabella 3.4.

- Fase 3: considerando i pesi simmetrici (Tab. 3.1) attraverso l'aggregazione dei numeri *fuzzy* triangolari tramite l'equazione 1, sono stati ottenuti i pesi aggregati (W_t) dei 13 criteri, determinati dai venticinque decisori; questo è mostrato nella Tabella 3.5.

Tab. 3.2 – Scala di giudizio qualitativa e funzioni di appartenenza associate per i valori di rating

Scale	VL	L	M	H	VH
mf	(0,0,0.2)	(0,0.2,0.4)	(0.3,0.5,0.7)	(0.6,0.8,1)	(0.8,1,1)
mfal	(0,0,0.3)	(0.1,0.2,0.5)	(0.4,0.5,0.8)	(0.7,0.8,1)	(0.9,1,1)
mfar	(0,0,0.1)	(0,0.2,0.3)	(0.2,0.5,0.6)	(0.5,0.8,0.9)	(0.7,1,1)

Fig. 3.5 – Funzioni di appartenenza per importanza di peso dei criteri definiti nella Tabella 3.1

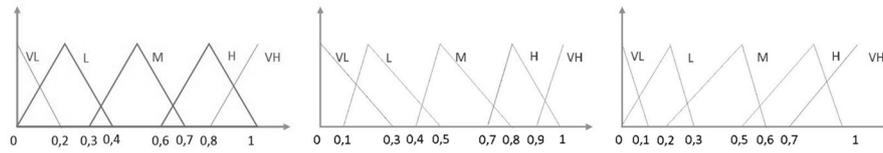
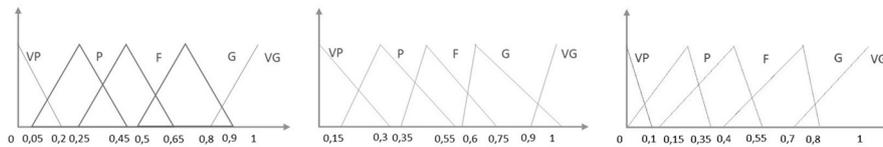


Fig. 3.6 – Funzioni di appartenenza per importanza di peso dei criteri definiti nella Tabella 3.2



Tab. 3.3 – Azienda 1: assegnazione dei pesi ai decisori

Criteria	Individual manufacturing unit																								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
A																									
Functional fit of the system	H	H	VH	H	H	VH	VH	VH	H	H	H	M	H	H	M	M	H	M	M	M	H	H	H	H	H
Analysis tools	H	M	M	M	H	H	VH	VH	VH	H	H	VH	H	H	H	H	H	VH	M	H	L	H	M	M	H
Query functionality	M	M	M	H	M	H	H	H	M	M	H	H	H	H	M	H	M	L	H	H	H	VH	M	VH	M
Compatibility	H	H	VH	H	H	VH	VH	M	H	H	VH	VH	H	H	H	H	M	H	H	H	VH	VH	H	H	H
Integration	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	VH	H	VH	H	H	H	VH	H	H	H	VH	H	VH	H
User friendliness	VH	VH	H	H	VH	H	H	VH	H	VH	H	H	H	H	VH	H	H	VH	VH						
Flexibility	H	M	M	M	M	H	H	H	H	H	VH	H	VH	M	VH	M	VH	VH	M	VH	H	VH	H	M	M
Data base support	H	H	M	M	H	H	H	VH	VH	H	VH	VH	VH	VH	H	H	H	H	H	H	H	H	M	H	H
ETL functionality	M	M	H	M	H	L	M	M	L	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	L	H	M	H	M	M
Data quality checks	H	H	H	H	L	L	H	M	H	M	H	H	H	M	H	H	VH	H	VH	H	H	H	H	M	M
DW administration	H	M	H	H	L	L	M	H	H	M	H	H	H	M	M	M	H	H	M	H	VH	H	M	M	M
Direct cost	M	H	H	H	H	M	H	H	M	VH	VH	H	H	H	VH	H	H	VH	H	H	H	H	VH	H	H
Indirect cost	VH	H	VH	VH	H	VH	VH	VH	VH	VH	VH	H	H	VH	H	H	H	H	H	H	H	H	H	VH	H

Usando l'equazione 2 e la valutazione simmetrica (Tabella 3.2), la valutazione di appropriatezza media fuzzy (Rit) delle alternative A sotto ciascun criterio C potrebbe essere ottenuto, come mostrato nella Tabella 3.6.

- Fase 4: utilizzando l'equazione 3, è possibile ottenere l'aggregazione calcolando la media delle alternative tra tutti i criteri. I risultati dei valori dell'indice di appropriatezza fuzzy (F_i) sono mostrati nella Tabella 3.7. Le valutazioni aggregate F_1 e F_2 sono state calcolate facendo una media ponderata, cioè moltiplicando la valutazione di appropriatezza fuzzy media con i pesi aggregati e dividendo per il numero di criteri.

Tab. 3.4 – Idoneità delle due alternative

Criteria	A1																								
	Individual manufacturing unit																								
A	Functional fit of the system	G	G	VG	G	VG	G	VG	VG	G	G	G	G	G	G	F	F	G	P	F	G	G	G	G	
	Analysis tools	G	G	F	F	G	F	VG	VG	VG	G	G	VG	G	G	G	G	VG	F	G	P	G	G	F	G
	Query functionality	F	G	F	G	G	G	G	F	F	F	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	F	G	G
B	Compatibility	G	G	VG	G	G	VG	VG	G	G	G	VG	VG	G	G	G	F	G	G	G	VG	VG	G	G	G
	Integration	G	G	G	G	G	VG	G	G	G	G	VG	VG	G	VG	G	G	G	G	G	G	G	G	VG	G
	User friendliness	VG	P	G	G	G	F	G	VG	VG	G	VG	G	G	G	G	G	G	G	G	VG	G	VG	G	VG
	Flexibility	G	G	F	F	P	G	G	G	G	G	VG	G	G	VG	G	VG	G	VG	VG	G	G	VG	G	G
C	Data base support	G	G	F	F	G	VG	VG	VG	VG	G	VG	G	VG	VG	G	G	G	G	G	P	G	G	F	G
	ETL functionality	F	P	G	F	G	P	F	F	P	F	F	G	G	F	F	P	P	F	F	P	G	F	G	F
	Data quality checks	G	F	G	G	P	P	F	G	F	VG	G	G	G	G	G	F	F	VG	G	F	VG	G	F	F
	DW administration	G	F	G	G	P	P	F	G	G	F	G	G	G	F	F	F	G	G	F	G	F	G	F	F
	Direct cost	F	G	G	G	G	G	G	F	G	G	VG	F	F	F	G	G	VG	VG	F	G	F	G	G	F
	Indirect cost	G	F	F	G	G	F	F	G	F	G	G	G	F	F	G	G	VG	G	G	G	P	C	F	G
Criteria	A2																								
	Individual manufacturing unit																								
A	Functional fit of the system	VG	G	VG	VG	G	VG	VG	G	G	G	VG	VG	G	G	F	F	P	P	F	F	G	F	F	G
	Analysis tools	VG	G	G	G	G	VG	VG	G	G	G	VG	G	G	G	F	F	G	G	F	P	G	F	F	G
	Query functionality	VG	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G
B	Compatibility	G	VG	VG	G	VG	VG	G	G	G	P	P	F	F	VG	VG	VG	G	G	VG	F	F	F	F	VG
	Integration	VG	G	VG	VG	G	G	G	G	G	F	F	F	F	G	VG	VG	G	G	VG	F	F	F	F	G
	User friendliness	F	F	F	F	G	F	G	G	G	F	G	G	F	G	G	G	G	G	G	G	VG	G	VG	G
	Flexibility	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	VG	G	VG
C	Data base support	G	G	F	F	G	VG	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G							
	ETL functionality	VG	G	VG	G	G	F	F	G	F	F	P	P	F	G	G	VG	VG	G	G	G	G	G	G	G
	Data quality checks	VG	G	VG	VG	G	G	G	G	F	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	F	G	G	G	G
	DW administration	VG	F	VG	VG	F	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	F	F	F
	Direct cost	F	F	G	G	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	G	G	VG	VG	G	F	F	F	G	F
	Indirect cost	VG	G	G	G	G	P	P	P	P	F	P	P	P	F	G	VG	VG	VG	VG	P	F	P	F	G

- Fase 5: utilizzando una trasformazione di numeri *fuzzy* in utilità, è possibile ottenere i valori di classificazione degli indici di appropriatezza *fuzzy* delle due alternative, come mostrato nella Tabella 3.8 (gruppo di società cooperative). L'ordine di classificazione degli indici fuzzy di adeguatezza per le due alternative è UT (F₁), UT (F₂). Quindi, risulta chiaro che la piattaforma cloud più appropriata è la A2. Pertanto, la commissione può essere raccomandare l'alternativa A2 come piattaforma cloud più adatta per la catena di approvvigionamento. Lo studio è stato replicato anche usando pesi asimmetrici a destra e a sinistra, ma il risultato finale non cambia. L'alternativa A2 è considerata sempre la migliore. Questa procedura è stata replicata per 5 aziende. I valori di raking degli indici di adeguatezza fuzzy delle due alternative per tutte le società sono riportati nelle seguenti tabelle. Come si evince dalla Tabella 3.9:
 - per la società 1, l'ordine di classificazione degli indici di adeguatezza *fuzzy* per le due alternative è UT (F₂), UT (F₁). Quindi, è ovvio che la piattaforma cloud più appropriata è la A2. Pertanto, la commissione può essere a suo agio nel raccomandare l'alternativa A2 come piattaforma cloud più adatta per l'azienda 1;
 - per la società 2, l'ordine di classificazione degli indici di appropriatezza fuzzy per le due alternative è UT (F₁), UT (F₂). La società 2 è quasi indifferente tra le due alternative ma sceglie ancora A1;

- per la società 3, l'ordine di classificazione degli indici di appropriatezza fuzzy per le due alternative è UT (F₁), UT (F₂). Anche per l'azienda 3 la piattaforma cloud più appropriata è A1. In effetti, la soluzione A1 copre le sue esigenze a 65;
- per la società 4, l'ordine di classificazione degli indici di appropriatezza fuzzy per le due alternative è UT (F₂), UT (F₁). L'utilità che l'azienda 4 avrebbe ottenuto adottando la soluzione A2 è maggiore di quella che avrebbe ottenuto scegliendo la soluzione A1 perché la soluzione A2 soddisfa meglio le sue esigenze;
- per la società 5, l'ordine di classificazione degli indici di appropriatezza fuzzy per le due alternative è UT (F₁), UT (F₂). Per quanto riguarda le società 2 e 3, la piattaforma cloud più appropriata è A1.

Tab. 3.5 – I pesi aggregati dei criteri

The aggregated weights of criteria				
	Aggregated weights W	Fuzzy criteria weights		
W1	Functional fit of the system	0,56	0,76	0,928
W2	Analysis tools	0,544	0,744	0,904
W3	Query functionality	0,472	0,672	0,856
W4	Compatibility	0,632	0,832	0,976
W5	Integration	0,64	0,84	1
W6	User friendliness	0,72	0,92	1
W7	Flexibility	0,56	0,76	0,904
W8	Data base support	0,612	0,812	0,964
W9	ETL functionality	0,312	0,512	0,712
W10	Data quality checks	0,52	0,72	0,904
W11	DW administration	0,452	0,652	0,844
W12	Direct cost	0,604	0,804	0,964
W13	Indirect cost	0,688	0,888	1

Tab. 3.6 – Il rating medio di appropriatezza fuzzy (R) delle alternative

The average fuzzy appropriateness rating (R) of alternatives							
	criteria	R1			R2		
R1	Functional fit of the system	0,49	0,69	0,86	0,50	0,70	0,84
R2	Analysis tools	0,49	0,69	0,85	0,48	0,68	0,85
R3	Query functionality	0,44	0,64	0,84	0,51	0,71	0,90
R4	Compatibility	0,57	0,77	0,92	0,52	0,72	0,84
R5	Integration	0,57	0,77	0,92	0,49	0,69	0,84
R6	User friendliness	0,56	0,76	0,90	0,45	0,65	0,84
R7	Flexibility	0,55	0,75	0,89	0,52	0,72	0,91
R8	Data base support	0,54	0,74	0,88	0,59	0,79	0,92
R9	ETL functionality	0,26	0,46	0,66	0,46	0,66	0,83
R10	Data quality checks	0,40	0,60	0,78	0,52	0,72	0,89
R11	DW administration	0,36	0,56	0,76	0,49	0,69	0,86
R12	Direct cost	0,45	0,65	0,82	0,38	0,58	0,77
R13	Indirect cost	0,41	0,61	0,81	0,37	0,57	0,72

Tab. 3.7 – L'indice di appropriatezza fuzzy delle alternative

The fuzzy appropriates index of the alternatives				
Alternative	Fuzzy appropriates index			F
A1	0,2708	0,5170	0,7754	F1
A2	0,2713	0,5206	0,7778	F2

Tab. 3.8 – Gruppo di società cooperative

the ranking values					
method	alternative				Ut
symmetric	a1	0,4231	0,517	0,766	56,90%
symmetric	a2	0,4239	0,5206	0,7686	57,10%
asymmetric on the right	a1	0,474	0,517	0,8616	61,80%
asymmetric on the right	a2	0,4765	0,5206	0,8629	62,00%
asymmetric on the left	a1	0,3659	0,517	0,6358	50,60%
asymmetric on the left	a2	0,3652	0,5206	0,6392	50,80%

Tab. 3.9 – Valori di raking per ciascuna società

the ranking values					
alternative					Ut
company n°1 A1	0,3599	0,4602	0,7252		51,50%
company n°1 A2	0,4478	0,5412	0,7891		59,30%
company n°2 A1	0,4543	0,5389	0,7559		58,30%
company n°2 A2	0,4297	0,5235	0,7564		57,00%
company n°3 A1	0,5148	0,5972	0,8387		65,00%
company n°3 A2	0,4306	0,5273	0,7731		57,70%
company n°4 A1	0,4004	0,4938	0,7512		54,80%
company n°4 A2	0,454	0,5441	0,8005		60,00%
company n°5 A1	0,4314	0,5241	0,7746		57,70%
company n°5 A2	0,3755	0,4786	0,7346		53,00%

3.6. Sintesi e conclusioni

È un dato di fatto che il cloud computing rappresenta oggi una delle tecnologie abilitanti chiave della rivoluzione dell'Industria 4.0, poiché favorisce – e continuerà a farlo – la crescita di ambienti produttivi flessibili collaborativi. Uno dei principali vantaggi del paradigma del cloud computing è rappresentato dal fatto che riduce drasticamente il *Total Cost of Ownership*

(TCO) delle infrastrutture e dei servizi ICT, abbassando così il livello relativo per l'uso delle soluzioni ICT. Sfortunatamente, l'enorme diffusione del cloud computing comporta anche grandi sfide, in particolare a livello strategico. Il presente lavoro ha affrontato una di queste sfide, e precisamente: come selezionare – tra la grande varietà di offerte commerciali disponibili sul mercato – la soluzione che meglio si adatta alle esigenze particolari degli ambienti collaborativi FM in cui opera l'azienda. In tale ottica, è stata proposta una metodologia che fornisce una bussola per la navigazione nello spazio delle numerose offerte commerciali di servizi cloud, che deve essere utilizzata dal personale responsabile dell'approvvigionamento di servizi IT. Tale metodologia si fonda su una procedura basata su *fuzzy* e adatta per la selezione di un'offerta di cloud commerciale tra i tanti disponibili. L'approccio proposto è stato dimostrato in un mondo reale che ha portato alla selezione della migliore soluzione per le cooperative di aziende. Il caso dimostrato è stato particolarmente impegnativo poiché il processo di selezione è stato applicato sia alle singole società che all'intero gruppo. Tuttavia, ciò ha permesso di sottolineare che il risultato ottenuto sul gruppo conferma quello ottenuto sulla maggior parte delle società, vale a dire che una alternativa è più adatta dell'altra.

Acknowledgments

La ricerca che ha portato a questi risultati ha ricevuto finanziamenti dal programma “Ricerca Competitiva” finanziato dall'Università di Napoli “Parthenope” sul tema “Aziende e tecnologie smart: modelli, misurazione delle performance, gestione della conoscenza e soluzioni tecnologiche”

Bibliografia

- Banaeian, N., Mobli, H., Fahimnia, B., Nielsen, I. E., & Omid, M. (2018). Green supplier selection using fuzzy group decision making methods: A case study from the agri-food industry. In *Computers & Operations Research*, 89, 337-347.
- Bortolan, G. & Degani, R. (1985). Are view of some methods for ranking fuzzy subsets. In *Fuzzy Sets and Systems*, 15(1), 1-19.
- Buckley, J. J. & Chanas, S. (1989), A fast method of ranking alternatives using fuzzy numbers. In *Fuzzy Sets and Systems*, 30(3), 337-338.
- Cerullo, G., Guizzi, G., Massei, C., & Sgaglione, L. (2016). Efficient Supply Chain Management: Traceability and Transparency. In *2016 12th International Conference on Signal-Image Technology Internet-Based Systems (SITIS)*, 750-757.

- Chen, C. T. (2001). A fuzzy approach to select the location of the distribution center. In *Fuzzy Sets and Systems*, 118(1), 65-73.
- Chen, S. H. (1985). Ranking fuzzy numbers with maximizing set and minimizing set. In *Fuzzy Sets and Systems*, 17(2), 113-129.
- Clemenand, R. T. & Reilly, T. (2001). *Making Hard Decisions with Decision Tools*, Duxbury, Pacific Grove.
- Cochranand, J. K. & Hung-Nan, C. (2005). Fuzzy multi-criteria selection of object-oriented simulation software for production system analysis. In *Computers & OR*, 32, 153-168.
- Dumas, M., La Rosa, M., Mendling, J., & Reijers, H.A. (2013). *Fundamentals of business process management*, Vol. 1, Springer.
- Kim, K. & Kyung, S. P. (1990). Ranking fuzzy numbers with index of optimism. In *Fuzzy Sets and Systems*, 35(2), 143-150.
- Lau, H. C. W., Wong, C. W. Y., Lau, P. K. H., Pun, K. F., Jiang, B., & Chin, K. S. (2003). A fuzzy multi-criteria decision support procedure for enhancing information delivery in extended enterprise networks. In *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 16(1), 1-9.
- Lin, H. Y., Hsu, P. Y., & Sheen, G. J. (2007). A fuzzy-based decision-making procedure for datawarehouse system selection. In *Expert Systems with Applications*, 32(3), 939-953.
- Liou, T. S. & Wang, M. J. J. (1992). Ranking fuzzy numbers with integral value. In *Fuzzy Sets and Systems*, 50(3), 247-255.
- USFOOD & Drug (2019). haccp. <https://www.fda.gov/food/guidanceregulation/haccp/>. Accessed: 27/08/2019.
- Zanjirchi, S. M., Abrishami, M. R., & Jalilian, N. (2019). Four decades of fuzzy sets theory in operations management: application of life-cycle, bibliometrics and content analysis. In *Scientometrics*, 119(3), 1289-1309.

PARTE SECONDA
I SERVIZI INTELLIGENTI

4. UN MODELLO AZIENDALE PER I SERVIZI INTELLIGENTI DELLA MOBILITÀ CONDIVISA

di *Sabrina Pisano e Alessandro Scaletti*

4.1. Introduzione

Il *bike sharing* rappresenta un modello di trasporto sostenibile, che permette la condivisione di un mezzo di trasporto. Più precisamente, il *bike sharing* consente l'utilizzo di una bici su richiesta, prelevandola e riportandola in determinate stazioni o spazi dedicati alla sosta, e pagandone l'effettivo utilizzo.

Nel corso degli anni si è assistito a un crescente utilizzo del *bike sharing*, principalmente dovuto al riconoscimento dei diversi benefici connessi a tale servizio. Tra questi, l'identificazione della bici come un mezzo di trasporto a zero emissioni ha rappresentato uno dei principali benefici.

L'implementazione di un sistema di *bike sharing* può avvenire mediante l'adozione di molteplici modelli di gestione. Questi ultimi si differenziano principalmente per il diverso grado di eterogeneità degli attori coinvolti nella gestione del servizio. Quanto maggiore è il livello di eterogeneità degli attori coinvolti, tanto maggiore è la probabilità che sorgano conflitti di interesse tra gli stessi che, conseguentemente, hanno un impatto sul livello di performance conseguito.

Obiettivo del presente capitolo è di approfondire il sistema di trasporto del *bike sharing*, ponendo particolare attenzione ai diversi modelli di gestione implementati e alle connesse performance realizzate.

Il paragrafo che segue, dopo aver chiarito i concetti di *share economy* e *share mobility*, illustra le quattro diverse generazioni di *bike sharing* e i benefici derivanti dal ricorso a un simile modello di trasporto sostenibile. Successivamente, nel paragrafo 4.3. vengono esaminati i diversi modelli di gestione del *bike sharing* e i possibili conflitti di interessi che possono sorgere a seguito della loro adozione. Nel paragrafo 4.4. vengono esposti i dati sull'uso del *bike sharing* in Italia e, nel paragrafo 4.5., vengono riportati i risultati di un'in-

dagine qualitativa condotta sui capoluoghi regionali italiani, al fine di comprendere i diversi modelli di gestione del *bike sharing* adottati e le connesse performance conseguite. L'ultimo paragrafo è dedicato alle considerazioni conclusive, ai limiti e alle prospettive future del presente studio.

4.2. I servizi intelligenti di mobilità condivisa

A partire dagli anni Novanta si è assistito alla nascita di numerose aziende che hanno adottato un modello di business definito della *share economy*, ossia del consumo in condivisione (Botsman & Rogers, 2010), in cui le risorse sottoutilizzate sono offerte e condivise secondo modalità innovative e creative¹. Le risorse che più di altre sono state oggetto di condivisione sono gli alloggi, il lavoro, le attrezzature, il cibo e i mezzi di trasporti. Si pensi, al riguardo, al caso dell'azienda *Couchsurfing*, che permette ai proprietari di ospitare terzi presso il proprio appartamento per un breve periodo di tempo, o all'azienda *BlaBlaCar*, che consente la condivisione del passaggio in auto su domanda. Alla base di entrambi gli esempi vi è il concetto di *community*, elemento fondante per la *share economy*.

I motivi alla base dello sviluppo di simili modelli di condivisione sono molteplici. Secondo Cohen e Kietzmann (2014), la diffusione della *share economy* potrebbe essere la conseguenza di un'esigenza di spesa frugale, maturata dopo la recessione economica globale del 2008. Tuttavia, il successo della *share economy* potrebbe essere stato determinato anche da una crescente coscienza ambientale, combinata allo sviluppo di Internet e delle connesse tecnologie della comunicazione e informazione (piattaforme di *social networking online*, tecnologia *mobile* ecc.), che favoriscono la condivisione su larga scala (Shaheen *et al.*, 2017).

All'interno della più ampia *share economy*, i servizi intelligenti di mobilità condivisa (*share mobility*) rappresentano un modello di trasporto sostenibile basato sulla condivisione di un mezzo di trasporto, piuttosto che sulla sua proprietà, nonché sull'uso della tecnologia per connettere gli utenti ai fornitori del servizio (Santos, 2018). Obiettivo principale della *share mobility* è di favorire il passaggio dal concetto di possesso del mezzo di trasporto privato (personale o aziendale) a quello di uso dello stesso. In tal modo, il mezzo di trasporto non rappresenta più un bene di consumo, ma assume la

¹ Secondo Stokes *et al.* (2014), la *share economy* «involves using internet technologies to connect distributed groups of people to make better use of goods, skills and other useful things. It allows people to communicate in a peer-to-peer way».

veste di servizio, fornito da aziende private o pubbliche. Molteplici sono i benefici che la *share mobility* può apportare all'economia reale, tra questi: la riduzione del livello di congestione del traffico²; la riduzione dell'inquinamento attraverso la condivisione di mezzi di trasporto; i risparmi sui costi di spostamento; il miglioramento della qualità della vita attraverso nuove interazioni sociali positive (Benevolo *et al.*, 2016; Roscia *et al.*, 2016).

In base al servizio reso, i modelli di *share mobility* possono essere classificati nelle seguenti tre categorie (Shaheen *et al.*, 2017): a) servizi che consentono la condivisione di un mezzo di trasporto (*car sharing*, *scooter sharing* e *bike sharing*); b) servizi che permettono la condivisione di una corsa (*ride sharing*, *on-demand ride service* e *microtransit*); c) servizi che consentono l'uso di veicoli privati per le consegne (*courier network services*).

Tra i diversi modelli elencati, il *bike sharing* rappresenta una soluzione che consente l'utilizzo di una bici su richiesta, prelevandola e riportandola in determinate stazioni, e pagandone l'effettivo utilizzo. In linea con i diversi servizi di *share mobility*, l'idea alla base del concetto di *bike sharing* è di diffondere un modello di trasporto sostenibile.

Il *bike sharing* si differenzia dai tradizionali servizi di noleggio delle bici, questi ultimi per lo più orientati a un utilizzo nel tempo libero, per i seguenti aspetti (Beroud & Anaya, 2012; Midgley, 2009):

- la possibilità di restituire la bici in una stazione diversa da quella in cui è stata prelevata, consentendo agli utenti di effettuare un viaggio di sola andata (*one-way use*), riducendo conseguentemente la responsabilità degli stessi alla sola durata del percorso e permettendogli di effettuare il ritorno con un mezzo di trasporto alternativo;
- la fornitura di un servizio accessibile velocemente e facilmente, in quanto le stazioni, molte delle quali sono operative 24 ore al giorno per 7 giorni su 7, sono strategicamente collocate a intervalli regolari in tutta la città;
- l'adozione di diversi modelli di gestione del servizio;
- l'uso di tecnologie *smart*, che permettono di fornire agli utenti informazioni sulla disponibilità della bici in tempo reale su Internet;

² Nel loro studio, Fishman *et al.* (2014a) hanno stimato che l'uso del *bike sharing* ha comportato una riduzione del consumo di veicoli a motore di ca. 90.000 km all'anno a Melbourne e Minneapolis/St. Paul e di ca. 243.291 km a Washington, D.C. Allo stesso modo, l'ultima indagine condotta nel 2014 da [TO]Bike su un campione di 2600 utenti del servizio di *bike sharing* di Torino ha evidenziato che il 40% del campione sostituisce frequentemente l'auto privata con il *bike sharing*, il 31% occasionalmente, mentre il 25% del campione non possiede un proprio mezzo di trasporto. Ulteriori studi che hanno indagato la riduzione dell'uso dell'auto grazie all'introduzione del *bike sharing*, pervenendo a risultati simili, sono stati condotti, tra gli altri, da Shaheen *et al.* (2010) e DeMaio (2009).

- il completamento del più ampio sistema di trasporto pubblico, fornendo un'ulteriore forma di mobilità che favorisce il collegamento mancante tra i punti esistenti di trasporto pubblico e le destinazioni desiderate.

Nel corso degli anni si è assistito ad un crescente utilizzo del *bike sharing*, al punto che diversi autori hanno condotto delle indagini, al fine di comprendere i fattori alla base di un maggiore ricorso a tale servizio. Alcune ricerche hanno approfondito l'influenza delle variabili socio-demografiche, rilevando una maggiore propensione all'uso del *bike sharing* da parte di persone di giovane età, benestanti ed istruite (Fuller *et al.*, 2011; Ricci, 2015), prevalentemente di sesso maschile (Bachand-Marleau *et al.*, 2012; Fishman, 2016; Ogilvie & Goodman 2012). Altri studi, invece, hanno analizzato le caratteristiche del servizio reso, e hanno trovato che la convenienza, il rapporto qualità-prezzo e la collocazione delle stazioni vicino casa sono ritenuti aspetti di primaria importanza, mentre i caschi hanno un effetto deterrente sull'utilizzo delle bici (Bachand-Marleau *et al.*, 2012; Fishman *et al.*, 2014b; Ogilvie & Goodman 2012). Infine, altri studi hanno indagato l'impatto di variabili tecniche e fisiche, quali le infrastrutture e le condizioni meteorologiche, ritenendo che le stesse siano importanti determinanti dell'uso del *bike sharing* (de Chardon *et al.*, 2017; Mateo-Babiano *et al.*, 2017).

4.2.1. La storia del bike sharing

Sin dalla sua introduzione il servizio di *bike sharing* ha subito diverse modifiche, al fine di rispondere alle mutevoli esigenze e all'evoluzione del contesto. Al riguardo, gli studiosi (DeMaio, 2009; Midgley, 2009; Shaheen *et al.*, 2010) hanno individuato quattro diverse generazioni di *bike sharing*.

Ogni generazione si caratterizza per specifiche innovazioni tecniche, tecnologiche o fisiche, che sono state apportate al servizio (Tabella 4.1).

Tab. 4.1 – L'evoluzione del servizio di bike sharing

	Prima Generazione (Bici gratuite)	Seconda Generazione (Sistemi Coin deposit)	Terza Generazione (Sistemi IT-based)	Quarta Generazione (Sistemi Demand-responsive)
<i>Componenti</i>	<ul style="list-style-type: none"> Bici 	<ul style="list-style-type: none"> Bici Stazioni 	<ul style="list-style-type: none"> Bici Stazioni Interfaccia utente 	<ul style="list-style-type: none"> Bici Stazioni Interfaccia utente Sistema di distribuzione delle bici
<i>Caratteristiche</i>	<ul style="list-style-type: none"> Bici identificabili (attraverso il colore) Collocate a caso in tutta un'area Bici senza blocco Uso gratuito 	<ul style="list-style-type: none"> Bici identificabili (attraverso il colore o il design) Posizionate in determinate stazioni Bici con blocco Uso gratuito 	<ul style="list-style-type: none"> Bici identificabili (attraverso il colore, il design o i messaggi pubblicitari) Posizionate in determinate stazioni Bici con blocco Uso gratuito (prevalentemente per i primi 30 minuti) Uso di <i>smart card</i> per il ritiro/consegna delle bici Riconoscimento degli utenti 	<ul style="list-style-type: none"> Bici elettriche Stazioni alimentate a energia solare Posizioni mobili e flessibili Uso gratuito (prevalentemente per i primi 30 minuti) Uso di cellulari per il ritiro/consegna delle bici Informazioni in tempo reale sulla disponibilità delle bici Integrazione con altri sistemi di trasporto Tracciabilità delle bici con GPS
<i>Principio</i>	Bici liberamente offerte per un uso pubblico	Bici parcheggiate in determinate stazioni e agganciate a delle rastrelliere	Registrazione ed identificazione degli utenti	Maggiore interazione tra fornitori e utenti del servizio e integrazione con altri sistemi di trasporto
<i>Incentivi alla restituzione delle bici</i>	Nessuno	Inserimento di una moneta per sbloccare la bici, e sua restituzione al momento della consegna	Identificazione degli utenti, incentivi economici ed in termini di tempo volti ad incoraggiare la restituzione delle bici in tempi brevi	Identificazione degli utenti, incentivi economici ed in termini di tempo volti ad incoraggiare la restituzione delle bici in tempi brevi
<i>Limiti</i>	Bici rubate o danneggiate	Bici rubate, principalmente a causa del costo di utilizzo contenuto e del mancato riconoscimento degli utenti	Vandalismo, presenza di stazioni vuote o piene	Costo elevato dei dispositivi GPS
<i>Esempi</i>	White bike, Amsterdam (1965)	Bycyklen, Copenhagen (1995)	Bikeabout, Inghilterra (1998) Vélo à la carte, Rennes (1998) Vélo v, Lione (2005) Vélib', Parigi (2007)	Bixi, Canada (2009) Vélo, La Rochelle (2009)

Fonte: ns. elaborazione da Beroud & Anaya (2012) e Shaheen et al. (2010).

La prima generazione di *bike sharing* ha avuto inizio con l'introduzione, nel 1965, di circa 50 *white bikes* ad Amsterdam. Tali bici erano dipinte di bianco, collocate in tutto il centro della città e liberamente offerte ai ciclisti per un uso pubblico. Le stesse potevano essere ritirate ovunque, utilizzate per raggiungere la destinazione desiderata e lasciate al prossimo utente. Il primo programma di *bike sharing* si configurava, quindi, come un sistema gratuito e privo del ricorso alla tecnologia, in cui la bici era la componente principale. Proprio tale caratteristica del primo programma di *bike sharing* ha portato al suo fallimento poco dopo il lancio, in quanto le bici furono spesso gettate nei canali di Amsterdam, danneggiate o rubate.

La seconda generazione di *bike sharing* è stata avviata a Copenaghen nel 1995, mediante il programma *Bycyklen*. Così come per la prima generazione, anche la seconda si caratterizza per il mancato ricorso alla tecnologia. La principale distinzione rispetto alla precedente generazione è, tuttavia, il ricorso a determinate stazioni in cui erano collocate le bici. Queste ultime, quindi, non erano più liberamente disponibili in qualsiasi punto della città, ma collocate in specifiche stazioni ed agganciate a delle rastrelliere. Per il loro utilizzo si decise di utilizzare un meccanismo di deposito simile a quello adottato dai supermercati per l'uso dei carrelli, da qui la definizione di *Coin deposit* per indicare i sistemi di seconda generazione. Gli utenti, infatti, dovevano inserire una moneta per sbloccare le bici dalle rastrelliere, moneta che veniva loro restituita al momento della riconsegna delle bici nelle specifiche stazioni e aggancio in una postazione libera. Il servizio di *bike sharing* si configurava, comunque, come un sistema gratuito ed utilizzabile per un tempo illimitato, allo stesso modo dei sistemi di prima generazione, con la principale differenza che le bici erano agganciate a delle rastrelliere e potevano essere sganciate mediante l'inserimento di una moneta. Tuttavia, il modico valore della moneta, e soprattutto la mancata identificazione dell'utente al momento del ritiro/consegna delle bici, sono stati i principali limiti della seconda generazione di *bike sharing*, in quanto favorivano il verificarsi di fenomeni di furto.

Al fine di ridurre il numero di furti, nel 1998 è stata introdotta la terza generazione di *bike sharing*, definita anche sistema *IT-based* per il ricorso all'uso della tecnologia nella fornitura del servizio. Tale sistema si contraddistingue per l'identificazione degli utenti del servizio e la possibilità di ottenere informazioni sull'utilizzo delle bici. Tali caratteristiche sono state raggiunte grazie ai molteplici miglioramenti tecnologici apportati al servizio, quali l'installazione di torrette o chioschi tecnologici per il ritiro/consegna delle bici, l'utilizzo di *smart card* personali per il riconoscimento degli utenti, la possibilità di accesso al servizio tramite telefono cellulare (DeMaio, 2009). In tal modo si è riusciti a ridurre il problema dei furti in quanto l'u-

tente, oltre a essere facilmente tracciabile, è anche maggiormente responsabilizzato sull'uso delle bici. Ulteriore differenza rispetto alle precedenti generazioni è stata l'introduzione della richiesta di pagamento superato un certo limite di tempo, nella maggior parte dei casi pari a 30 minuti. Rispetto alle precedenti generazioni, quindi, non è più consentito un utilizzo esclusivamente gratuito del servizio, nonostante i costi siano comunque ridotti.

Il primo programma di terza generazione è stato introdotto nel 1996 nel campus della Portsmouth University in Inghilterra sotto il nome di *Bikeabout*. Tale sistema di *bike sharing* prevedeva la possibilità per gli studenti, i docenti e gli impiegati di utilizzare gratuitamente le bici messe a disposizione mediante il ricorso a una banda magnetica. Inoltre, al fine di ridurre la possibilità di furti, le stazioni erano video-sorvegliate. Ulteriori sistemi di terza generazione di dimensioni notevoli, ossia con un elevato numero di stazioni e di bici, sono state successivamente installati a Rennes nel 1998, a Lione nel 2005 e a Parigi nel 2007.

A partire dal 2008 si è assistito a un interesse globale per il *bike sharing* come mezzo di trasporto praticabile (Mateo-Babiano *et al.*, 2017). Molteplici programmi di terza generazione, infatti, sono stati sviluppati sia in Europa che in Brasile, Cile, Cina, Nuova Zelanda, Corea del Sud, Taiwan e Stati Uniti.

Negli anni più recenti, diversi autori hanno identificato una quarta generazione di *bike sharing*, definita sistema *Demand-responsive* (Shaheen *et al.*, 2010). Il principio alla base dei sistemi di ultima generazione consiste nella maggiore interazione tra i fornitori e gli utenti del servizio. Gli utenti, infatti, possono verificare la disponibilità in tempo reale delle bici in stazione, così come ottenere servizi personalizzati mediante specifiche applicazioni per *smartphone*. Inoltre, il ricorso a postazioni mobili e flessibili ha permesso di incrementare il livello di soddisfazione degli utenti, così come l'introduzione di biciclette elettriche o a pedalata assistita ha favorito l'aumento della platea di potenziali fruitori del servizio. Tale ultima generazione si caratterizza anche per una maggiore attenzione alle tematiche della sostenibilità, mediante l'installazione di stazioni alimentate a energia solare dotate di pannelli fotovoltaici. Ulteriore aspetto importante dei sistemi di quarta generazione è la possibilità di integrazione con altri sistemi di trasporto (treni, bus, *car sharing*) tramite l'uso di un'unica *smart card*, che garantisce all'utente la mobilità. Infine, alcuni sistemi di quarta generazione hanno installato un dispositivo GPS sulle bici, al fine di individuare gli spostamenti degli utenti. Le bici dotate di GPS possono essere prelevate e rilasciate in specifiche stazioni, così come nei sistemi di *bike sharing* finora descritti, oppure all'interno di un'area predefinita. In tale ultimo caso, il sistema di *bike sharing*

viene definito *free floating*, ossia a flusso libero. Simili sistemi si differenziano dai più tradizionali sistemi *station-based* in quanto gli utenti hanno la possibilità di georeferenziare e individuare, attraverso un app scaricabile sul cellulare, le bici, piuttosto che le stazioni. Se, da un lato, i dispositivi GPS permettono di ulteriormente abbattere la possibilità che si verifichino fenomeni di furto, dall'altro lato sono molto costosi e potrebbero potenzialmente incrementare le perdite subite dal fornitore in caso di atti vandalici.

I primi sistemi di quarta generazione sono stati installati nel 2009 in Canada mediante il programma Bixi, che si caratterizzava per le postazioni mobili e le stazioni alimentate a energia solare, e a La Rochelle attraverso il programma Yélo, la cui principale caratteristica era l'integrazione con altri sistemi di trasporto.

4.2.2. I benefici derivanti dall'uso del bike sharing

Il crescente sviluppo dei sistemi di *bike sharing* nel mondo può essere spiegato analizzando i diversi benefici connessi a tale servizio. Sicuramente, l'identificazione della bici come un mezzo di trasporto a zero emissioni ha rappresentato uno dei principali benefici (Shaheen *et al.*, 2010). Tuttavia, in aggiunta alla riduzione del livello di inquinamento, diversi autori (Lohry & Yiu, 2015; Shaheen *et al.*, 2010) hanno identificato ulteriori benefici, prevalentemente classificati nelle seguenti categorie: ambientali, sociali, economici e personali.

Tra i benefici ambientali attribuibili al sistema di *bike sharing*, Lohry & Yiu (2015) annoverano: la riduzione del livello di inquinamento, la possibilità di ridurre il livello di congestione del traffico, l'utilizzo di un mezzo di trasporto sostenibile, la riduzione dell'uso delle auto private e la possibilità di integrazione con altri sistemi di trasporto, favorendo gli spostamenti multi-modalità.

Nonostante alcuni dei benefici suggeriti siano difficili da misurare (de Chardon *et al.*, 2017), diversi autori hanno cercato di quantificarli. Zhang e Mi (2018), per esempio, hanno stimato i benefici ambientali del *bike sharing* a Shanghai, quantificando le emissioni di CO₂ e NO_x, e hanno trovato che tale servizio permette una riduzione sia del consumo di energia sia delle emissioni. Yang *et al.* (2018), invece, hanno analizzato il livello di integrazione con altri sistemi di trasporto ed hanno trovato che i sistemi di *bike sharing* favoriscono la riduzione del tempo medio di percorrenza dei passeggeri, aumentano il grado di efficienza della complessiva rete di trasporto pubblico urbano, migliorano in modo efficace il livello di congestione del traffico. Fishman *et al.* (2014a) hanno investigato il minore uso delle auto private in diverse città del

mondo e hanno riscontrato un basso tasso di sostituzione delle auto di proprietà con il servizio di *bike sharing*, suggerendo la necessità di attuare misure incentrate sulla promozione di tale servizio di *share mobility*.

Tab. 4.2 – I benefici connessi al servizio di bike sharing

Benefici	
<i>Ambientali</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Riduce il livello di inquinamento • Mezzo di trasporto sostenibile • Integrato con altri sistemi di trasporto • Facilita gli spostamenti multi-modali • Minore uso delle auto private • Riduce il livello di congestione del traffico
<i>Sociali</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Modalità di trasporto veloce, conveniente e flessibile • Consente agli utenti di fare movimento mentre vanno a lavoro • Favorisce un miglioramento delle condizioni di salute
<i>Economici</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Attrae un'ampia varietà di utenti • Richiede costi di installazione e manutenzione inferiori rispetto ad altri mezzi di trasporto • Consente un'implementazione veloce delle infrastrutture • Aumento degli investimenti, dei servizi commerciali e, in generale, del valore dei territori in cui sono collocate le stazioni
<i>Personali</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Risolve il problema del "primo/ultimo chilometro" • Servizio economico e accessibile • Permette di non avere le preoccupazioni connesse al possesso di un veicolo • Favorisce ulteriori occupazioni lavorative • Riduce i costi per la cura della propria salute

Fonte: ns. elaborazione da Lohry & Yiu (2015) e Shaheen *et al.* (2010)

Accanto a quelli ambientali, Lohry & Yiu (2015) hanno identificato anche benefici sociali, economici e personali connessi all'uso del *bike sharing*. Tra i benefici sociali, gli Autori annoverano la modalità di trasporto veloce, conveniente e flessibile, che consente agli utenti di fare del movimento mentre vanno al lavoro, favorendo conseguentemente un miglioramento delle condizioni di salute. Nel loro studio, Shaheen *et al.* (2010) citano un'indagine condotta a Parigi nel 2008, secondo cui l'89% dell'utenza identifica il sistema di *bike sharing Vélib'* come il mezzo più comodo e facile per spostarsi in città.

Tra i benefici economici, invece, gli Autori elencano la possibilità di attrarre un'ampia varietà di utenti, i costi di installazione e manutenzione inferiori rispetto ad altri mezzi di trasporto, l'implementazione in tempi rapidi delle infrastrutture, così come l'aumento degli investimenti, dei servizi commerciali e, in generale, del valore dei territori in cui sono collocate le stazioni. Nel loro studio, Mateo-Babiano *et al.* (2017) hanno indagato i benefici percepiti dagli utenti del servizio di *bike sharing* in Asia. Dall'indagine è emerso

che, tra i benefici economici, gli *stakeholder* riconoscono principalmente l'aumento degli investimenti vicino a dove sono collocate le stazioni (21%) e i costi di installazione bassi (34%).

Infine, tra i benefici personali gli Autori individuano la possibilità di risolvere il problema del “primo/ultimo chilometro”, ossia la distanza che separa l'ultima stazione di trasporto pubblico dalla destinazione finale e viceversa; la caratteristica di essere un servizio economico e accessibile, che consente anche di non avere le preoccupazioni connesse al possesso di un veicolo; la possibilità di creare ulteriori posti di lavoro; la riduzione dei costi per la cura della propria salute. L'uso della bici, infatti, rappresenta un beneficio per la salute, migliorando il sistema cardiovascolare e i fattori di rischio per le malattie croniche (Oja *et al.*, 2011).

4.3. I modelli di gestione del *bike sharing*

Sin dalla prima introduzione, i sistemi di *bike sharing* sono stati implementati mediante l'adozione di diversi modelli di gestione (Bührmann, 2008). Tali modelli si differenziano tra di loro per diversi aspetti, quali il soggetto promotore del servizio, il gestore, i costi e/o i tempi di utilizzo (Shu *et al.*, 2010).

Prima di approfondire i diversi modelli di gestione, risulta opportuno svolgere alcune considerazioni in merito a quelli che sono gli *stakeholders* del *bike sharing*. Nel loro studio, Beroud e Anaya (2012) individuano quattro principali *stakeholders*: il soggetto promotore, gli utenti dello spazio pubblico, i fornitori delle attrezzature e i gestori.

Il soggetto promotore può essere definito come l'ideatore dell'iniziativa e l'ente che ha il controllo complessivo sulla gestione del servizio. Solitamente il promotore è un ente pubblico, ma vi sono anche casi in cui l'ideatore dell'iniziativa è un'azienda privata. In quest'ultimo caso, occorre distinguere tra sistemi ad accesso aperto e sistemi regolamentati. Nei sistemi ad accesso libero i soggetti privati possono agire senza alcun intervento del settore pubblico. In genere, non è richiesto alcun accordo con l'ente locale e l'intervento pubblico sull'iniziativa è limitato alla legislazione esistente in materia di trasporti. Diversamente, nei sistemi regolamentati si assiste a una stretta collaborazione tra il promotore, avente natura privata, e l'ente locale, al fine di ottenere le autorizzazioni necessarie all'uso dello spazio pubblico e alla fornitura del servizio. Risulta sin da subito evidente che, nei sistemi regolamentati, i progetti promananti da soggetti privati non avranno successo senza il

pieno appoggio dell'amministrazione locale, che gestisce ed eroga il servizio di trasporto pubblico.

Gli utenti dello spazio pubblico comprendono sia i fruitori del servizio sia i non utenti. Il *bike sharing* ha sicuramente un impatto positivo su coloro che usufruiranno del servizio, in quanto fornisce ulteriori opzioni di trasporto. Tuttavia, il servizio di *bike sharing* ha un impatto anche sui non utenti, in quanto contribuisce a introdurre più bici all'interno di una definita area urbana, con annesse stazioni per il loro ritiro/consegna.

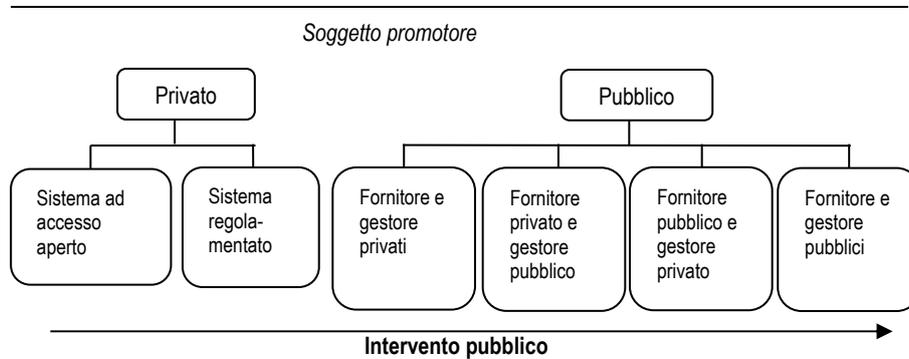
I fornitori delle attrezzature sono coloro che forniscono le bici e le attrezzature necessarie per l'implementazione del servizio di *bike sharing*, quali le stazioni per il ritiro/consegna. Nonostante i fornitori del servizio possano avere natura sia privata sia pubblica, nella maggior parte dei sistemi di *bike sharing* i fornitori sono aziende private.

Infine, i gestori del *bike sharing* sono coloro che si occupano della gestione del servizio. Tra le principali attività rientrano la gestione delle relazioni con i clienti, la fornitura di informazioni, la manutenzione delle bici, l'assunzione di decisioni riguardanti l'offerta di bici in modo da soddisfare la domanda del servizio (es. collocazione delle bici presso le diverse stazioni). Così come per i promotori e i fornitori delle attrezzature, anche i gestori possono avere natura pubblica o privata.

A seconda della natura dei diversi *stakeholders* coinvolti e, conseguentemente, degli accordi stipulati tra gli stessi, si vengono a definire diversi modelli di gestione del servizio.

Nel suo lavoro, DeMaio (2009) identifica sei diversi modelli di gestione, illustrandone per ognuno i vantaggi e gli svantaggi. Il primo modello identificato dallo studioso è quello governativo, in cui l'autorità pubblica investe, opera e fornisce l'intero sistema di *bike sharing*. Il principale vantaggio di tale modello risiede nella possibilità, da parte dell'autorità pubblica, di esercitare il completo controllo sul sistema. Il principale svantaggio, invece, è rappresentato dalla possibilità che il sistema sia gestito in modo poco efficiente a causa della mancanza di esperienza da parte degli operatori.

Fig. 4.1 – I modelli di gestione del servizio di bike sharing



Fonte: ns. elaborazione da Beroud & Anaya (2012)

Nel modello dell'ente di trasporto pubblico, invece, l'azienda erogatrice del servizio di trasporto pubblico fornisce anche il servizio di *bike sharing*, a integrazione del sistema di trasporto già presente sul territorio. In un simile modello, l'azienda di trasporto pubblico possiede sicuramente più competenze e esperienze necessarie alla gestione del servizio rispetto all'autorità pubblica del precedente modello; ciononostante, simili competenze potrebbero non essere sufficientemente adeguate per un'efficiente gestione del servizio di *bike sharing*.

Nel modello universitario, il servizio di *bike sharing* è offerto dall'università stessa e può essere fruito solo all'interno del campus di competenza. Il vantaggio di tale modello risiede nella possibilità di gestire il sistema internamente al campus, senza doversi appoggiare a un'autorità pubblica esterna. I principali svantaggi, invece, consistono nella limitazione del servizio solo a una parte della popolazione e nei possibili problemi di incompatibilità con un eventuale altro sistema presente all'esterno del campus.

Nel modello non-profit, vi è un'organizzazione non-profit che si occupa sia della gestione del servizio sia della fornitura delle attrezzature, ricevendo i fondi dall'autorità pubblica e/o dalle entrate che il sistema stesso genera (es. ricavi dalle sottoscrizioni). Il vantaggio collegato a tale modello è la transizione di responsabilità dal settore pubblico all'organizzazione non-profit. Lo svantaggio è che, in mancanza di fondi propri, l'organizzazione deve fare affidamento solo ai finanziamenti pubblici.

Nel modello dell'agenzia pubblicitaria, vi è un'azienda privata che fornisce il sistema di *bike sharing* all'amministrazione pubblica, in cambio di

spazi (es. cartelloni, postazioni) dove sponsorizzare i propri prodotti in grado di generare ricavi, con cui verranno coperti i costi di implementazione e manutenzione del servizio. Tale è il modello di gestione più diffuso al mondo. Il vantaggio di tale modello risiede nel fatto che i costi di gestione ricadono sull'azienda privata, senza gravare sull'autorità pubblica. Allo stesso tempo, però, si potrebbe verificare un problema di *moral hazard*, in quanto la diretta beneficiaria dei ricavi derivanti dall'utilizzo del servizio è l'autorità pubblica, e non l'agenzia pubblicitaria. In simili circostanze, l'agenzia pubblicitaria potrebbe non avere un forte coinvolgimento nel progetto, considerata la mancata relazione tra il guadagno realizzato e il livello del servizio offerto.

Infine, nel modello privato il servizio di *bike sharing* è interamente fornito e gestito da un'azienda privata, che non deve contrattare con l'autorità pubblica e si appropria di tutti i ricavi generati dal servizio. Il vantaggio principale è che tale modello può essere esercitato fin da subito come un'impresa, senza dover ottenere le opportune autorizzazioni da parte della pubblica amministrazione. Tuttavia, una simile circostanza potrebbe rivelarsi anche uno svantaggio, in caso di mancanza di fondi iniziali e nel caso in cui si voglia implementare un sistema di *bike sharing* con postazioni fisse. In tale ultimo caso, infatti, l'azienda privata deve necessariamente ottenere l'autorizzazione all'uso del suolo pubblico da parte dell'autorità competente.

Dalle considerazioni svolte emerge che, a seconda del modello di gestione adottato per il servizio di *bike sharing*, si assisterà a un minore o maggiore intervento pubblico. Inoltre, quanto più aumenta l'eterogeneità degli attori coinvolti nella gestione del servizio, tanto più potrebbero verificarsi dei conflitti di interesse tra gli stessi. Simili conflitti, a loro volta, potrebbero ostacolare gli effetti positivi delle iniziative intraprese (Cohen & Kietzmann, 2014), rendendo necessaria la ridefinizione degli stessi rapporti.

La teoria dell'Agenzia (Jensen & Meckling, 1976) fornisce una preziosa lente teorica per una migliore comprensione di simili problemi. Nell'ambito degli studi sulle *smart cities*, Cohen e Kietzmann (2014) hanno applicato la teoria dell'agenzia per indagare i conflitti di interesse che sorgono nel rapporto tra le amministrazioni locali promotori dell'iniziativa (principale) e le aziende private (agente), che si occupano della gestione dei servizi di *share mobility*. Con specifico riferimento al *bike sharing*, i conflitti di interesse sorgono a causa di una mancanza di allineamento degli interessi dell'amministrazione locale con quelli del gestore privato. Secondo gli Autori, infatti, il principale interesse dell'amministrazione locale è fornire un servizio che permetti di migliorare la qualità della vita dei cittadini. Diversamente, il principale obiettivo perseguito dalle aziende private, che gestiscono il servizio, è la massimizzazione dei propri profitti. In simili circostanze, i gestori del ser-

vizio potrebbero adottare dei comportamenti volti a incrementare il loro fatturato a discapito degli utenti, per esempio imponendo un costo per la sottoscrizione del servizio più alto rispetto a quello che potrebbe essere chiesto se la gestione fosse affidata a un'azienda pubblica.

In aggiunta ai conflitti di interesse tra i gestori del servizio e le autorità locali, Bardhi e Eckhardt (2012) identificano anche un ulteriore “lato oscuro” dei servizi di *share mobility*, connesso alla mancanza di proprietà del bene utilizzato da parte degli utenti. Tale condizione spinge alla creazione di un ulteriore rapporto di agenzia, questa volta tra il proprietario del bene (principale) e l'utente che lo userà (agente). In simili circostanze, è elevata la probabilità che si verifichino situazioni di *moral hazard*, qualora gli utenti usino in modo negligente i beni oggetto di condivisione (Hildebrandt *et al.*, 2018). Un simile comportamento potrebbe provocare un deterioramento accelerato o addirittura gravi danni ai beni accessibili, minacciando la validità stessa dei sistemi di *share mobility*.

Nonostante la presenza di conflitti di interesse tra amministrazione pubblica e gestore privato del servizio, l'ampia diffusione di differenti modelli di gestione del *bike sharing*, in particolar modo di quello dell'agenzia pubblicitaria, spinge alla conclusione che non esiste un modello migliore. La scelta del modello, infatti, dipende da più fattori, quali l'estensione del territorio da coprire, la disponibilità di fondi da parte dell'amministrazione pubblica ecc.

Diversi sono gli studi che hanno indagato la relazione tra il modello di gestione adottato e le performance del servizio di *bike sharing*. Lohry e Yiu (2015), per esempio, si sono posti l'obiettivo di indagare quale modello di gestione del *bike sharing* sia più performante e sono giunti alla conclusione che il modello pubblico favorisce il conseguimento di performance più elevate. Questo perché la pubblica amministrazione garantisce un maggior controllo della qualità del sistema, evitando che le risorse finanziarie siano gestite in modo opportunistico da un privato. Inoltre, la pubblica amministrazione, non essendo orientata alla massimizzazione del profitto, tende a considerare il servizio di *bike sharing* alla stregua degli altri servizi di trasporto pubblico, richiedendo agli utenti il pagamento di un prezzo molto più contenuto rispetto al gestore privato. Lo studio condotto dagli Autori ha adottato una metodologia sia qualitativa, mediante l'analisi di due casi studio, sia quantitativa, attraverso l'indagine di 21 sistemi di *bike sharing* implementati in Cina. Anche de Chardon *et al.* (2017) hanno condotto un'indagine empirica su 75 sistemi di *bike sharing* operanti principalmente in Europa e nord America, al fine di comprendere le determinanti del loro successo. Tra i diversi fattori che possono influenzare il livello di performance, gli Autori hanno inserito anche il tipo di operatore, distinguendo tra azienda private, non-profit, agenzia di pubblicità e azien-

da di servizi pubblici. I risultati cui sono pervenuti dimostrano che la presenza di un'azienda non-profit riduce le performance, misurate in termini di numero di viaggi per giorno per bici. Gli Autori giustificano un simile risultato sostenendo che le aziende non-profit tendenzialmente hanno meno capitali per poter promuovere l'iniziativa e meno sostegno da parte della pubblica amministrazione (Parkes *et al.*, 2013), oppure si pongono un obiettivo diverso dalla massimizzazione del numero di viaggi per giorno per bici.

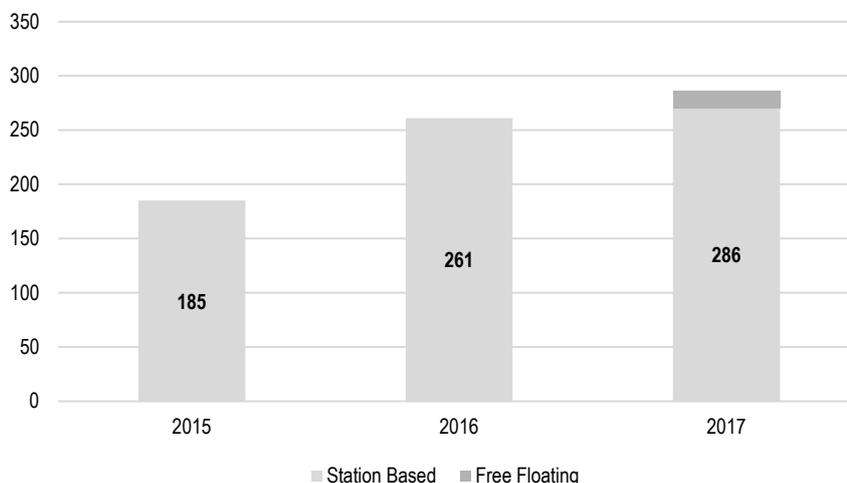
4.4. Il *bike sharing* in Italia

In Italia, il *bike sharing* rappresenta il sistema di *share mobility* più utilizzato (3° Rapporto Nazionale sulla *sharing mobility*, 2018) ed è un servizio in continua crescita. Il primo sistema di *bike sharing* è stato installato nel 2000 nella città di Ravenna. Successivamente, il numero di città italiane che si è dotato di un simile servizio ha seguito un'evoluzione costante, seppur irregolare (Fig. 4.2).

L'Italia rappresenta il paese europeo in cui la diffusione, in termini di numero di servizi attivi, è più alta. Nel 2017, in Italia erano attivi 286 sistemi di *bike sharing*, presso 265 comuni e altri enti territoriali, con 39.500 bici condivise (2° Rapporto Nazionale sulla *sharing mobility*, 2017). Inoltre, a partire dal 2017 è stato introdotto anche in Italia il *bike sharing free floating*, ossia a flusso libero, che si è accompagnato al più tradizionale e diffuso sistema *station-based*. Tuttavia, la diffusione dei servizi di *bike sharing free-floating* rimane confinata esclusivamente ai Comuni delle regioni del nord, con l'eccezione di Firenze.

Secondo i Rapporti Nazionali sulla *sharing mobility* (2017 e 2018), la maggior parte dei sistemi di *bike sharing* è collocata nelle città del nord Italia. A seguire vi è il mezzogiorno, che presenta un crescente numero di Comuni che si sono dotati di un sistema di *bike sharing* negli ultimi anni, e il centro Italia. Tuttavia, i sistemi di maggiori dimensioni, ossia con un numero di bici superiore a 100, sono collocati nei Comuni del nord Italia. Nessuna città del sud, infatti, ha sistemi di *bike sharing* più grandi, a eccezione di BiciPa, servizio attivo a Palermo con circa 400 bici. La città con il più elevato numero di bici per abitante è Milano, con 3,5 bici ogni 1.000 abitanti.

Fig. 4.2 – Numero di servizi di bike sharing attivi in Italia 2015-2017



Fonte: 2° Rapporto Nazionale sulla *sharing mobility* (2017)

I sistemi di *bike sharing* adottati in Italia sono tutti sorti a seguito di un finanziamento pubblico, in larga parte proveniente dal Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM), indirizzato alle amministrazioni locali intenzionate a implementare tale servizio all’interno del proprio territorio, al fine di promuovere la mobilità sostenibile e ridurre l’inquinamento atmosferico. Di conseguenza, il soggetto promotore dell’iniziativa in Italia è sempre di natura pubblica. Il meccanismo di base consiste nell’erogazione di finanziamenti a fondo perduto per la fornitura e l’installazione dei sistemi di *bike sharing*, di norma sino all’80% del contributo necessario.

Diversamente dai promotori dell’iniziativa, aventi sempre natura pubblica, i fornitori delle infrastrutture in Italia sono aziende private, che hanno partecipato alle normali procedure di un appalto pubblico di beni e servizi. In molti casi l’appalto di fornitura e installazione del sistema di *bike sharing* comprende anche la gestione del servizio per i primi anni, assicurando le risorse necessarie anche per questa fase operativa. In altri casi, invece, le risorse per la gestione del servizio provengono dalla concessione dello sfruttamento pubblicitario delle stazioni di *bike sharing*.

Fig. 4.3 – Fornitori delle infrastrutture di bike sharing

SISTEMI	Ingresso nel mercato Italiano	Tipologia Servizio	Sistemi installati (N°)	Biciclette (N°)	Bici pedalata assistita (%)	Stazioni installate (N°)
Bicincittà	2004	Station Based	121	7.056	12%	1.535
Clear Channel	2008	Station Based	2	4.900	20%	305
By Bike di Ecologica	2008	Station Based	15	516	9%	82
Ecospazio di LOGISS	2010	Station Based	89	1.034	51%	135
TMR	2014	Station Based	16	659	34%	73
Ofo	2017	Free Floating	2	4.900	0%	-
Mobike	2017	Free Floating	5	12.940	0%	-
Obike	2017	Free Floating	2	5.000	0%	-

Fonte: 2° Rapporto Nazionale sulla *sharing mobility* (2017)

Secondo il 2° Rapporto Nazionale sulla *sharing mobility* del 2017, le principali aziende che forniscono le infrastrutture ai sistemi *station-based* in Italia sono: Bicincittà, operativo in 121 comuni con circa 7.056 bici e 1.535 stazioni; Clear Channel, presente sul territorio con circa 4.900 bici e 305 stazioni; Ecospazio, operativo in 89 comuni con circa 1.034 bici e 135 stazioni; TMR s.r.l., presente in 16 comuni con circa 659 bici. Con riferimento ai sistemi *free floating*, i principali fornitori di infrastrutture sono Ofo (ad oggi non più operativo), Mobike e Obike.

Infine, la gestione del servizio è svolta sia da aziende pubbliche sia da aziende private, configurandosi quindi diversi modelli di gestione.

4.5. I modelli di gestione del *bike sharing* adottati: un'analisi sui capoluoghi regionali italiani

Il presente paragrafo riporta i risultati di un'indagine condotta sui capoluoghi regionali italiani, al fine di comprendere il modello di gestione del servizio di *bike sharing* adottato, nonché il livello di performance raggiunto. Quest'ultimo è stato misurato in termini di numero di bici e stazioni/stalli disponibili per gli utenti, nonché di costi praticati. I dati sono stati raccolti nel mese di settembre 2019, mediante la consultazione dei siti web “The Bike-sharing World Map” e “Bike Share Map”, nonché dei siti internet dei Comuni oggetto di indagine e delle aziende che si occupano della gestione del servizio.

Dei venti capoluoghi regionali presenti in Italia, soltanto la metà ha implementato almeno un sistema di *bike sharing*. La tabella che segue riporta i dati relativi alla tipologia di servizio fornito, *station-based* o *free floating*, e alla natura del gestore, pubblico o privato.

Tab. 4.3 – I servizi di bike sharing attivi nei capoluoghi regionali italiani

Città	Popolazione*	Corsie ciclabili* (km/10.000 abitanti)	Servizi di bike sharing		Gestore	
			Station-based	Free floating	Pubblico	Privato
Bologna	389.261	3.25		1		1
Genova	580.097	0.06	1		1	
Milano	1.366.180	1.57	1	1	1	1
Torino	882.523	2.23	1	1		2
Cagliari	154.106	4.02	1		1	
Palermo	668.405	0.71	1		1	
Firenze	380.948	2.42		1		1
Trento	117.997	5.22	1		1	
Perugia	165.683	0.53	1		1	
Venezia	261.321	4.68	1			

* Osservatorio Mobilità Sostenibile in Italia (Dati 2017).

La maggior parte dei Comuni indagati ha attivato un solo servizio di *bike sharing*, prevalentemente *station-based*. Soltanto quattro Comuni hanno implementato un sistema *free floating* (Bologna, Milano, Torino e Firenze). Come anticipato nel precedente paragrafo, il soggetto promotore dell'iniziativa è sempre un soggetto di natura pubblica, mentre il fornitore delle infrastrutture è sempre un'azienda privata (vedi Tab. 4.4). Per quel che riguarda il gestore del servizio, invece, dalla tabella precedente emerge la presenza di aziende sia private sia pubbliche. Più precisamente, di tutti i servizi di *bike sharing* attivati presso i Comuni oggetto di approfondimento, sei sono gestiti da aziende pubbliche e cinque da aziende private.

La tabella che segue riporta alcuni dati di performance dei servizi di *bike sharing* attivi presso i Comuni indagati, suddividendo l'analisi a seconda della natura del gestore del servizio, pubblica o privata.

Per quel che riguarda i servizi gestiti da un'azienda privata, ad eccezione del caso di [To]Bike attivo nel Comune di Torino, tutti gli altri sistemi sono sorti recentemente e sono *free floating*. Gli stessi presentano un elevato numero di bici, rispetto ai sistemi gestiti da un'azienda pubblica. Anche il numero di stazioni o spazi (*hub*) per la sosta delle bici risulta particolarmente elevato, nonostante la maggior parte dei servizi, essendo *free floating*, prevedono anche la possibilità di consegnare la bici al di fuori degli spazi dedicati. Ad eccezione dell'unico sistema *station-based*, gli altri servizi prevedono il versamento di un deposito, anche se nella maggior parte dei casi di

importo irrisorio. Allo stesso modo, soltanto [To]Bike prevede la possibilità di utilizzo gratuito della bici per i primi trenta minuti. Passando all'analisi dei costi del servizio, emerge che il costo orario è particolarmente contenuto. Il servizio *station-based* presenta un costo orario più elevato rispetto ai sistemi *free floating*. Diversamente, il costo dell'abbonamento annuo è molto più elevato nei sistemi *free floating* rispetto al servizio *station-based*. Probabilmente, tale ultimo dato è dovuto al fatto che il sistema [To]Bike si configura come un modello dell'agenzia pubblicitaria, in cui i ricavi sono generati sia dal servizio di *bike sharing* sia, soprattutto, dall'attività di sponsorizzazione dei prodotti.

I servizi gestiti da un'azienda pubblica sono tutti *station-based*. La maggior parte di questi si configurano come modelli dell'ente di trasporto pubblico, in cui l'azienda erogatrice del servizio di trasporto pubblico fornisce anche il servizio di *bike sharing*. Ad eccezione del sistema attivo a Milano, gli altri servizi presentano un numero di bici e di stazioni per la sosta molto contenuto, rispetto ai sistemi gestiti da un'azienda privata. Tutti i servizi prevedono la possibilità di utilizzo gratuito della bici per i primi trenta minuti (per un'ora a Genova, Trento e Venezia) e nessun versamento di deposito. Il costo orario è particolarmente contenuto, allo stesso modo del costo dell'abbonamento annuale, il cui importo medio è di 30/35 euro.

4.6. Considerazioni conclusive

Negli ultimi anni si è assistito a un crescente utilizzo del *bike sharing* in Italia, così come nel resto del mondo. Diversi sono i modelli di gestione che sono stati implementati presso i molteplici Comuni dove il servizio è attivo. La presenza di molteplici modelli di gestione ha spinto gli studiosi a indagare la relazione tra il modello di gestione adottato e le performance del servizio di *bike sharing*.

Dall'analisi dei sistemi attivi presso i capoluoghi regionali italiani è emerso che il modello pubblico favorisce il conseguimento di performance più elevate. I servizi gestiti da un'azienda pubblica, infatti, non essendo orientati alla massimizzazione del profitto, tendono a considerare il servizio di *bike sharing* alla stregua degli altri servizi di trasporto pubblico, richiedendo agli utenti il pagamento di un prezzo molto più contenuto rispetto al gestore privato. In simili modelli di gestione, quindi, gli interessi del promotore dell'iniziativa e del gestore del servizio sono allineati e orientati al miglioramento della qualità di vita dei cittadini. Diversamente, nei sistemi gestiti da un'azienda privata, l'obiettivo di massimizzazione dei profitti perseguito dal gestore comporta un incremento dei costi del servizio, a discapito degli utenti del servizio.

Tab. 4.4 – Alcuni dati di performance dei servizi di bike sharing attivi nei capoluoghi regionali italiani

Città	Nome servizio	Fornitore infrastrutture	Gestore	Anno attivazione	N. Bici	N. Stazioni/Spazi sosta	Deposito	Periodo gratuito	Costo orario/ogni trenta minuti	Costo abbonamento annuale
Gestore privato										
Bologna*	Mobile	Mobile	Idri BK	2018	2.250	240	20 euro	No	1,38 euro a ora (1,98 euro se sosta fuori hub)	150 euro
Milano*	Mobile	Mobile	Mobile	2017	8.000	500	1 euro	No	1 euro a ora	199 euro
Torino	[TO]Bike	Bicincittà	Comunicare srl	2010	1.200	159	No	30 minuti	0,80 euro (seconda mezz'ora) 1,50 euro (terza mezz'ora) 2 euro (da quarta mezz'ora)	25 euro
Torino*	Mobile	Mobile	Idri BK	2017	3.000		1 euro	No	0,60 euro a ora	54,99 euro
Firenze*	Mobile	Mobile	Mobile	2017	4.000	130	1 euro	No	0,60 euro a ora	54,99 euro
Gestore pubblico										
Genova	Mobile	Bicincittà	Genova parcheggi	2014	84	12	No	1 ora	1 euro (seconda ora) 2 euro (terza ora) 3 euro (dopo terza ora)	40 euro
Milano	BikeMi	Clear channel	ATM	2008	4.800	402	No	30 minuti	0,50 euro (per ogni mezz'ora successiva) 2 euro (dopo 2 ore di utilizzo)+	36 euro
Cagliari	CaBuBi	Bicincittà	CTM	2010	50	9	No	30 minuti	0,50 euro (seconda mezz'ora) 1,50 euro (successive mezz'ore)	35 euro
Palermo	BiciPA	TMR	AMAT	2015	420	37	No	30 minuti	0,50 euro (seconda-quarta mezz'ora) 1 euro (quinta-sesta mezz'ora) 2 euro (dalla settima mezz'ora)	25 euro
Trento	E-motion	Bicincittà	Provincia autonoma di Trento	2014	285	19	No	1 ora	1 euro a ora	30 euro
Perugia	Bici Perugia	Bicincittà		2013	30	7	No	30 minuti	1 euro ogni mezz'ora	30 euro
Venezia	VeNice in Bike	Bicincittà	AVM	2010	200	18	No	1 ora	1 euro (seconda ora) 2 euro (dalla seconda ora)	20 euro

* Sistemi free floating

+ Per le bici a pedalata assistita i costi sono 0,25 per la prima mezz'ora, 0,50 per la seconda mezz'ora, 1 per la terza mezz'ora, 2 per la quarta mezz'ora, 4 per ogni ora successiva

Tuttavia, dall'analisi dei servizi attivi presso i capoluoghi regionali italiani è emerso anche che molti sono i Comuni in cui il servizio non è ancora stato implementato. La maggior parte dei sistemi di *bike sharing*, infatti, è stata attivata nel nord Italia. Tale risultato è dovuto a più fattori, quali la morfologia del territorio, sicuramente più pianeggiante al nord rispetto che al sud Italia; la mancata disponibilità di risorse finanziarie, aspetto quest'ultimo strettamente collegato agli elevati costi tecnologici richiesti per l'attivazione dei sistemi di ultima generazione; il verificarsi ancora di fenomeni quali furti di bici o atti vandalici.

Studi futuri potrebbero approfondire i fattori che spingono alla implementazione di un servizio di *bike sharing* e alla scelta di un determinato modello di gestione, estendendo il campo di indagine a tutti i Comuni italiani che hanno implementato un sistema di *bike sharing*, piuttosto che focalizzarsi esclusivamente sui capoluoghi regionali.

Riferimenti bibliografici

- Bachand-Marleau, J., Lee, B. H., & El-Geneidy, A. M. (2012). Better understanding of factors influencing likelihood of using shared bicycle systems and frequency of use. In *Transportation Research Record*, 2314(1), 66-71.
- Bardhi, F., & Eckhardt, G.M. (2012). Access-based consumption: the case of car sharing. In *J Consum Res*, 39(4), 881-898.
- Benevolo, C., Dameri, R.P., & D'Auria, B. (2016). Smart mobility in smart city. In *Empowering Organizations*, 13-28. Springer, Cham.
- Beroud, B., & Anaya, E. (2012). Chapter 11 private interventions in a public service: an analysis of public bicycle schemes. In *Cycling and sustainability*, 269-301. Emerald Group Publishing Limited.
- Botsman, R., & Rogers, R. (2010). *What's mine is yours: The Rise of Collaborative Consumption*, New York: Collins.
- Bührmann, S. (2008). *Bicycles as public-individual transport – European developments*. Köln, Rupprecht Consult Forschung und Beratung GmbH.
- Cohen, B., & Kietzmann, J. (2014). Ride on! Mobility business models for the sharing economy. In *Organization & Environment*, 27(3), 279-296.
- de Chardon, C. M., Caruso, G., & Thomas, I. (2017). Bicycle sharing system 'success' determinants. In *Transportation research part A: policy and practice*, 100, 202-214.
- DeMaio, P. (2009). Bike-sharing: History, impacts, models of provision, and future. In *Journal of public transportation*, 12(4), 3.
- Fishman, E. (2016). Bikeshare: A review of recent literature. In *Transport Reviews*, 36(1), 92-113.
- Fishman, E., Washington, S., & Haworth, N. (2014a). Bike share's impact on car use: Evidence from the United States, Great Britain, and Australia. In *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 31, 13-20.

- Fishman, E., Washington, S., Haworth, N., & Mazzei, A. (2014b). Barriers to bikesharing: an analysis from Melbourne and Brisbane. In *Journal of Transport Geography*, 41, 325-337.
- Fuller, D., Gauvin, L., Kestens, Y., Daniel, M., Fournier, M., Morency, P., & Drouin, L. (2011). Use of a new public bicycle share program in Montreal, Canada. In *American Journal of Preventive Medicine*, 41(1), 80-83.
- Hildebrandt, B., Hanelt, A., & Firk, S. (2018). Sharing Yet Caring. In *Business & Information Systems Engineering*, 60(3), 227-241.
- Jensen, M. C., & Meckling, W. H. (1976). Theory of the firm: Managerial behavior, agency costs and ownership structure. In *Journal of financial economics*, 3(4), 305-360.
- Lohry, G. F., & Yiu, A. (2015). Bikeshare in China as a public service: Comparing government-run and public-private partnership operation models. In *Natural Resources Forum*, 39(1), 41-52.
- Mateo-Babiano, I., Kumar, S., & Mejia, A. (2017). Bicycle sharing in Asia: a stakeholder perception and possible futures. In *Transportation Research Procedia*, 25, 4966-4978.
- Midgley, P. (2009). The role of smart bike-sharing systems in urban mobility. In *Journeys*, 2(1), 23-31.
- Ogilvie, F., & Goodman, A. (2012). Inequalities in usage of a public bicycle sharing scheme: socio-demographic predictors of uptake and usage of the London (UK) cycle hire scheme. In *Preventive medicine*, 55(1), 40-45.
- Oja, P., Titze, S., Bauman, A., De Geus, B., Krenn, P., Reger-Nash, B., & Kohlberger, T. (2011). Health benefits of cycling: a systematic review. In *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 21(4), 496-509.
- Parkes, S. D., Marsden, G., Shaheen, S. A., & Cohen, A. P. (2013). Understanding the diffusion of public bikesharing systems: evidence from Europe and North America. In *Journal of Transport Geography*, 31, 94-103.
- Osservatorio Nazionale sharing Mobility (2017). *2° Rapporto Nazionale sulla Sharing Mobility*. Fondazione per lo sviluppo sostenibile.
- Osservatorio Nazionale sharing Mobility (2018). *3° Rapporto Nazionale sulla Sharing Mobility*. Fondazione per lo sviluppo sostenibile.
- Ricci, M. (2015). Bike sharing: A review of evidence on impacts and processes of implementation and operation. In *Research in Transportation Business & Management*, 15, 28-38.
- Roscia, M., Lazaroiu, G. C., Mingrone, L., & Pignataro, G. (2016, June). Innovative approach of the sharing E-Mobility. In *2016 International Symposium on Power Electronics, Electrical Drives, Automation and Motion (SPEEDAM)*, 1120-1126.
- Santos, G. (2018). Sustainability and shared mobility models. In *Sustainability*, 10(9), 3194, 1-13.
- Shaheen, S. A., Guzman, S., & Zhang, H. (2010). Bikesharing in Europe, the Americas, and Asia: past, present, and future. In *Transportation Research Record*, 2143(1), 159-167.
- Shaheen, S., Bansal, A., Chan, N., & Cohen, A. (2017). *Mobility and the Sharing Economy: Industry Developments and Early Understanding of Impacts*. Institute of Transportation Studies, UC Berkeley.

- Shu, J., Chou, M., Liu, Q., Teo, C. P., & Wang, I. L. (2010). Bicycle-sharing system: deployment, utilization and the value of re-distribution. National University of Singapore-NUS Business School, Singapore.
- Stokes, K., Clarence, E., Anderson, L., & Rinne, A. (2014). Making sense of the UK collaborative economy (pp. 1-47). London: Nesta.
- [TO]Bike e Città di Torino (2014). Indagine sulla soddisfazione degli utenti servizio [TO]Bike. <http://www.comune.torino.it/progettoqualita/>.
- Yang, X. H., Cheng, Z., Chen, G., Wang, L., Ruan, Z. Y., & Zheng, Y. J. (2018). The impact of a public bicycle-sharing system on urban public transport networks. In *Transportation research part A: policy and practice*, 107, 246-256.
- Zhang, Y., & Mi, Z. (2018). Environmental benefits of bike sharing: A big data-based analysis. In *Applied Energy*, 220, 296-301.

5. COME PROTEGGERE LA PUBBLICA AMMINISTRAZIONE DALLE MINACCE ALLA SICUREZZA INFORMATICA

di Luigi Coppolino, Luigi Romano e Luigi Sgaglione

5.1. Introduzione

L'avvento di Internet ha favorito l'emergere di nuove opportunità a favore delle pubbliche amministrazioni locali in termini di miglioramento dell'efficienza, fornendo al contempo servizi migliori destinati ai cittadini, come l'*e-government* e l'*e-health*, tramite la diffusione di un set sempre più ampio di applicazioni. Tali servizi specializzati, tuttavia, presentandosi come potenziali canali di accesso ad informazioni personali, espongono il settore pubblico a nuovi rischi. Il panorama della *cybersecurity*, infatti, sta cambiando e le pubbliche amministrazioni locali stanno rapidamente diventando un bersaglio sempre più attraente per i criminali informatici, i quali sono in grado di accedere in questo modo a determinati set di dati personali ovvero acquisire il controllo delle risorse urbane gestite in modo intelligente tramite le infrastrutture delle PA locali. Le conseguenze delle minacce informatiche possono essere considerevoli, causando interruzioni di attività, perdite di dati e furti di proprietà intellettuale, con un impatto significativo sia per gli individui che per le organizzazioni. Questo documento fornisce una panoramica del progetto UE H2020 COMPACT (*Competitive Methods to protect local Public Administration from Cyber security Threats*), che mira ad incrementare la consapevolezza, le competenze e la protezione delle PA locali contro le minacce informatiche attraverso attività di valutazione del rischio, di formazione basata sul gioco, di monitoraggio e condivisione delle conoscenze condotte utilizzando servizi altamente utilizzabili ed interoperabili, basati sul paradigma del *cloud computing*.

È noto che le minacce informatiche rappresentano oggi il più significativo e crescente rischio che le organizzazioni appartenenti al settore pubblico sono tenute ad affrontare. Studi dimostrano che quasi il 40% degli attacchi *malware* e, in generale, delle minacce informatiche a cui gli enti pubblici

sono stati sottoposti negli ultimi anni (Verizone, 2019) hanno avuto di mira proprio tali organizzazioni. Si tratta di una percentuale superiore rispetto a quella caratterizzante altri settori (ad es. la Finanza) da sempre considerati obiettivi prioritari di tali attacchi. L'interconnessione dei sistemi informatici basati su rete, utilizzati dagli enti pubblici su scala sempre crescente, aggrava tale problema, soprattutto perché i tempi di diffusione dei *malware* (sia fissi che mobili) diventano sempre più brevi (CCN-CERT, 2016). Inoltre, l'incremento della gravità degli attacchi informatici coincide con il boom dell'utilizzo dei dispositivi connessi, nonché con l'enorme espansione della virtualizzazione e dei *cloud* pubblici. I problemi che ostacolano la capacità delle organizzazioni della Pubblica amministrazione locale di migliorare il relativo livello di sicurezza informatica, sono principalmente i seguenti (Microsoft, 2013) – (Fac, 2009; Clayton, 2006; Walter, 2014; Lavigna, 2014):

- 1) l'assenza di una classificazione standardizzata dei dati: il 45% dei soggetti intervistati appartenenti al settore pubblico non utilizza tecniche/procedure standardizzate di classificazione dei dati. Di conseguenza, le PA locali, promuovendo la trasparenza del settore pubblico, corrono maggiormente il rischio di esporre accidentalmente i dati dei privati nel tentativo di conformarsi velocemente alle normative emergenti, sia a livello nazionale che a livello sovranazionale;
- 2) la mancanza di efficaci accordi di non divulgazione (NDA): il 40% delle organizzazioni del settore pubblico fa ancora affidamento ad accordi cartacei, utilizzandoli in modo incoerente. Ciò amplifica i rischi legati al fattore umano, che rappresenta oggi uno dei maggiori problemi di sicurezza, in quanto un dipendente scontento o malevolo, avendo accesso ad importanti risorse informative, può rappresentare una minaccia significativa alla sicurezza di tali informazioni;
- 3) l'assenza di piani di intervento in caso di violazioni della sicurezza e di misure per il ripristino in seguito a disastri (*disaster recovery*): il 36% delle aziende del settore pubblico non ha un piano per rispondere alle violazioni della sicurezza e solo il 10% delle organizzazioni del settore pubblico prende in considerazione lo scenario peggiore;
- 4) L'assenza di politiche di sicurezza applicate in maniera uniforme: il 33% delle organizzazioni del settore pubblico dichiara di non implementare politiche di sicurezza uniformi;
- 5) la mancanza di politiche e pratiche adeguate per lo smaltimento dei dati: il 76% delle organizzazioni del settore pubblico non dispone di politiche e pratiche adeguate per lo smaltimento sicuro e affidabile dei dati. L'applicazione di politiche rigorose per disciplinare il corretto smaltimento di documenti elettronici e cartacei basati su solide linee guida tecniche e

organizzative e migliori prassi è il prerequisito fondamentale per proteggere i dati privati da diffusioni non autorizzate;

- 6) l'assenza di efficaci meccanismi di controllo dell'accesso: il 20% delle organizzazioni del settore pubblico non dispone di figure destinate alla gestione dell'accesso e oltre il 26% non dispone di una procedura ufficiale per i dipendenti licenziati o ricollocati. Ciò crea vulnerabilità, poiché consente un accesso inappropriato alle risorse;
- 7) una gestione inappropriata degli aggiornamenti di sicurezza (patch), nonché l'utilizzo di software obsoleti all'interno di computer, dispositivi mobili e server centrali;
- 8) la presenza di una limitata capacità e motivazione del personale delle pubbliche amministrazioni nel rilevare e segnalare attacchi informatici. Ciò è dovuto ad una serie di fattori interconnessi tra cui (i) l'invecchiamento della forza lavoro delle PA locali, (ii) le limitate capacità tecnologiche in esse presenti e (iii) la mancanza di riconoscimento dei risultati conseguiti dai dipendenti.

Il Progetto europeo H2020 COMPACT (*Competitive Methods to protect local Public Administration from Cyber security Threats*) mira a fornire una piattaforma di servizi, compresi i servizi di formazione, per migliorare il livello di protezione della PA locali al fine di fornire una protezione efficace contro le minacce più rilevanti a cui sono esposte tali organizzazioni.

In particolare, COMPACT svilupperà quattro tipi di strumenti/servizi, tra cui: (i) Strumenti di valutazione del rischio adattati al contesto delle PA locali che consentiranno alle stesse di valutare e monitorare la loro esposizione ai *cyber* attacchi più rilevanti (ad esempio quelli con impatto più elevato). Tali strumenti consentiranno alle suddette amministrazioni di dare la priorità all'adozione di misure preventive e reattive, per massimizzare l'efficienza nell'uso delle risorse a fini di protezione informatica; (ii) Servizi di istruzione che prevedono una formazione dedicata, basata sul gioco ed incentrata, non solo su specifiche minacce informatiche, ma anche su fattori psicologici e comportamentali, in modo tale da massimizzare l'efficacia dell'esperienza di apprendimento, limitando al contempo i tempi di formazione; (iii) Servizi di monitoraggio destinati ad elaborare in maniera continua gli eventi relativi allo stato dell'infrastruttura, correlandoli con le informazioni raccolte dalle sorgenti per la *threat intelligence*, al fine di individuare in maniera tempestiva le eventuali anomalie ed inoltre suggerire le possibili azioni di ripristino che possono essere implementate; (iv) Servizi di condivisione delle conoscenze che includeranno *best practises* e linee guida, focalizzate sulle esigenze specifiche delle amministrazioni locali e facilmente adottabili per incrementare rapidamente il livello di sicurezza informatica di tali organizzazioni.

La restante parte di tale documento è strutturato come segue. La sezione II fornisce un sondaggio relativo alle minacce alla sicurezza informatica riguardanti le pubbliche amministrazioni locali. Nella sezione III si procede, invece, alla descrizione del quadro di sicurezza informatica delineato all'interno del progetto COMPACT, mentre la sezione IV illustra la metodologia di gestione della sicurezza informatica COMPACT basata sul ciclo PDCA (Plan-Do-Check-Act). L'approccio basato sui casi d'uso adottato da COMPACT per validare i risultati dei progetti è presentato nella Sezione V, corredato da un esempio pilota di validazione. Infine, la sezione VI fornisce alcune osservazioni conclusive.

5.2. Un'indagine sulle minacce alla sicurezza informatica delle pubbliche amministrazioni locali

Questa sezione fornisce informazioni sulle minacce più rilevanti per la sicurezza informatica riguardanti le pubbliche amministrazioni locali.

A. Web Defacing

È importante sottolineare che gli attacchi di *defacing* si basano su tecniche relativamente semplici (come SQL injection o Cross-Site Scripting). Pertanto, non richiedono competenze avanzate di *hacking* e sono molto diffuse. L'uso generalizzato delle risorse elettroniche incrementa l'area di attacco all'interno del cyberspazio e, di conseguenza, i relativi potenziali vantaggi criminali che ne derivano, incentivando ulteriormente i soggetti che vogliono attaccare la sicurezza di tali soggetti (CNN-CERT, 2015). A causa della natura politica delle PA locali e del rilevante ruolo di sostegno svolto all'interno delle comunità, esse sono spesso un bersaglio per l'*hacktivism* ed un potenziale bersaglio per azioni terroristiche.

B. Crimeware

Un'altra grave minaccia è rappresentata dal *crimeware* e in particolare dal *ransomware*. Diverse prove e testimonianze confermano, ad esempio, che nell'ambito di una vera e propria ondata di attacchi informatici, gli enti del settore pubblico e i dipartimenti del governo irlandese sono stati oggetto di estorsione per avere accesso ai propri file. Inoltre, le società irlandesi di sicurezza IT confermano che il numero degli attacchi ransomware che colpiscono aziende ed organismi pubblici irlandesi si sono moltiplicati negli ultimi mesi (Wecler, 2016).

C. *Social Engineering-Based Attacks*

I *social engineering-based attacks* (come i tentativi di *phishing*) costituiscono un'altra delle principali minacce informatiche per le pubbliche amministrazioni locali. Come riportato da Symantec (Symantec, 2019), quello pubblico è il secondo settore maggiormente esposto agli attacchi di *phishing*, appena al di sotto di quello del commercio al dettaglio. Il rapporto sottolinea inoltre che al giorno d'oggi le campagne di *phishing* si svolgono principalmente con kit automatizzati, che vengono venduti per pochi dollari (meno di 10) e che non richiedono competenze tecniche elevate per essere gestite. Ciò significa che il *phishing* è diventato una tecnica di base comune per sottrarre in modo efficiente informazioni riservate (come le credenziali dei dipendenti) o persino denaro (ad es. frodi nell'ambito dei trasferimenti bancari) da un'organizzazione. Inoltre, le tecniche di ingegneria sociale stanno diventando sempre più semplici da usare a causa della scansione automatica dei siti di social network (SNS), come Facebook, per raccogliere informazioni di base iniziali sulle future vittime (FOCA). Inoltre, la scansione degli SNS facilita l'automazione degli attacchi fornendo dati in formati leggibili consentendo campagne altamente automatizzate di attacchi di ingegneria sociale (Huber *et al.*, 2009).

5.3. COMPACT Cybeseurity Framework

COMPACT fornirà una serie di strumenti all'interno di una piattaforma integrata, che fornirà cinque categorie di strumenti/servizi, i quali rappresenteranno i "mattoni" del miglioramento della sicurezza informatica delle PA locali. Tale *framework* sarà realizzato a partire da alcune aree selezionate all'interno delle quali verranno realizzati alcuni salti innovativi al fine di ottenere un risultato in grado di fare la differenza attraverso l'effetto "wow"; proprio come i pezzi di un puzzle: una volta combinati insieme creano un *framework* significativo.

A. *Monitoraggio della sicurezza in tempo reale*

Le soluzioni di monitoraggio della sicurezza in tempo reale sono sempre state rappresentate da un componente autonomo completamente distaccato dal fattore umano in grado di rilevare o prevenire una situazione pericolosa e di mitigarne gli effetti. In tal senso, le logiche di rilevamento, i relativi interventi e i processi di protezione rimangono nel contesto dell'automazione, senza influenze significative sulla consapevolezza umana. In tale ambito, un salto innovativo è dato dalla trasposizione di questo tipo di strumento

all'interno del contesto che alimenta il modulo del sistema che interagisce a sua volta principalmente con l'utente per guidarlo durante il processo di apprendimento, guidandolo durante le attività, correggendo le abitudini scorrette e riempiendo lacune pericolose. Il pensiero rivoluzionario dietro questa trasposizione (Perkins, 2000) consente lo scambio di feedback nell'interazione uomo-sistema per suggerire meglio cosa fare per migliorare e controllare ogni progresso.

B. *Addestramento alla consapevolezza della sicurezza e condivisione delle informazioni*

Il training sulla consapevolezza della sicurezza e la condivisione delle informazioni costituiscono due concetti chiave, che appartengono al nocciolo duro delle misure contro le minacce informatiche e l'esposizione ai *social hacking*. È evidente che il software di protezione è essenziale in tale ambito, ma "la migliore protezione è la conoscenza: sicurezza attraverso l'istruzione" (Hadnagy, 2010). L'uso di una piattaforma di apprendimento personalizzata rappresenta il modo migliore per fornire conoscenze con un elevato livello di flessibilità ed ubiquità (ad esempio tramite *app* per *smartphone* e *tablet*). COMPACT fa un ulteriore passo in avanti introducendo approcci all'avanguardia (come la *gamification* ed i giochi di ruolo, lo svolgimento di attività divertenti e la distribuzione di contenuti adattivi) per migliorare la consapevolezza dell'utente. Una volta che l'utente consegue una conoscenza più ampia ed acquisisce esperienza sulle tecniche di difesa cyber e social, è opportuno dargli l'opportunità di condividere questa esperienza con altri utenti. In questo modo viene a realizzarsi un altro salto innovativo, portando il processo di condivisione su due livelli: il primo che consente che la trasmissione delle informazioni si diffonda tra i membri di una stessa organizzazione pubblica; il secondo, che estende questa possibilità ad un livello superiore collegando tutte quelle pubbliche amministrazioni che intendono condividere quegli ideali che costituiscono il pilastro fondamentale del progetto COMPACT (Gotta *et al.*, 2015).

C. *Addestramento alla consapevolezza della cybersicurezza, basata su principi della gamification*

Il "gioco" per definizione è un'attività divertente. Ogni qualvolta che delle persone sentono parlare di "giochi seri" maturano l'errata idea che tali esperienze interattive siano tutt'altro che divertenti. I giochi seri hanno sia una componente educativa che una componente divertente, più o meno sviluppate. Nel complesso, più il gioco è coinvolgente ed appassionante, maggiori sono le possibilità di successo dello stesso. Si tratta di una regola che si

applica ad ogni tipo di gioco: un videogame triple-A come Assassin's Creed di Ubisoft, ad esempio, classificabile come gioco serio a causa del suo contenuto storico, ha ora persino un solido fandom e una diffusione mondiale. COMPACT utilizzerà i contenuti di gioco per realizzare al meglio la propria missione di diffusione della conoscenza, scommettendo su un media così coinvolgente e potente. I macrofattori che determinano il destino di un gioco sono: le modalità di gioco, la possibilità di giocarci più volte, la cooperazione/competizione tra giocatori, la potenza grafica, la progettazione dei livelli, la trama, gli aspetti tecnici, artistici e sonori. Tutti questi elementi non devono necessariamente essere coesistenti; ne bastano un paio perché un gioco sia "accattivante". COMPACT si affida alla *gamification*, la simulazione della vita reale, il lavoro di gruppo e la competizione per consentire agli utenti di immergersi in un'esperienza che li aiuta ad assorbire concetti chiave, comportamenti ed un atteggiamento di sorveglianza contro le minacce informatiche ed i relativi rischi.

D. *Valutazione del rischio*

La valutazione del rischio "è quella parte della gestione del rischio che fornisce un processo strutturato che identifica come gli obiettivi possono essere influenzati ed analizza il rischio in termini di conseguenze e relative probabilità prima di decidere se è necessario un ulteriore trattamento" (IEC/ISO, 2009). Negli ultimi anni sono state sviluppate una serie di tecniche di valutazione del rischio (elencate anche nello standard internazionale IEC / ISO 31010) per identificare e descrivere le minacce a cui è esposto un sistema, nonché per valutare le conseguenze e le probabilità relative alla concretizzazione di un dato rischio. Esempi pertinenti includono tecniche basate su scenari (come l'analisi della causa principale o l'analisi dell'impatto sul business), nonché quelle basate sui rating di rischio qualitativi e semiquantitativi (come la matrice di conseguenza/probabilità).

E. *Threat Intelligence*

Oggigiorno ogni organizzazione deve proteggere i propri dati dietro uno scudo indistruttibile. Sfortunatamente, non esiste né una magia né una protezione speciale che offrano un'adeguata tutela dalle minacce informatiche che mettono a repentaglio la privacy degli utenti, la sicurezza delle informazioni e la solidità delle infrastrutture informatiche. La vera debolezza è spesso rappresentata dalla mancanza di una strategia che preveda misure sufficientemente ampie da coprire quasi tutti i possibili tipi di attacco e di minaccia; le organizzazioni sono solite investire in interventi strettamente correlati ai propri sistemi IT, senza adottare una visione estesa del contesto mon-

diale della sicurezza digitale. Questo è il motivo principale per cui sono nati i sistemi di *Cyber Threat Intelligence* (CTI). Si tratta di piattaforme e di servizi che raccolgono dati da fonti eterogenee al fine di sviluppare una consapevolezza più ampia ed aggiornata circa le attività attualmente implementate ed i possibili rischi. COMPACT adotta e migliora i concetti CTI per offrire alle organizzazioni le soluzioni migliori in termini di gestione della più ampia gamma di minacce possibili ed applicazione di strategie specifiche per il trattamento dei rischi cyber valutati caso per caso.

5.4. Gestione della cybersecurity basata su cicli PDCA

COMPACT propone una specializzazione del noto e consolidato ciclo *Plan-Do-Check-Act* (PDCA) che consente alle pubbliche amministrazioni locali, durante la fase operativa che segue lo sviluppo della tecnologia COMPACT, di innovare il relativo processo di miglioramento della sicurezza informatica, anche – soprattutto – in maniera conforme alle norme EN ISO / IEC 27001 e BS ISO / IEC 27005.

Le quattro fasi del ciclo PDCA sono:

- **PLAN** (pianificare): che consiste nell'identificare ed analizzare il problema;
- **DO** (fare): che consiste nello sviluppare e testare una potenziale soluzione;
- **CHECK** (verifica): che consiste nella misurazione dell'efficacia della soluzione testata e nella valutazione dei possibili margini di miglioramento;
- **ACT** (azione): che consiste nell'implementare completamente la soluzione migliorata.

Secondo lo standard BS ISO / IEC 27005, è necessario adottare un approccio sistematico alla gestione dei rischi per la sicurezza delle informazioni al fine di identificare le esigenze organizzative relative ai requisiti di sicurezza delle informazioni e creare un efficace sistema di gestione della sicurezza delle informazioni (ISMS). Sebbene esistano diversi approcci che possono essere adottati affinché un processo di gestione della sicurezza delle informazioni possa essere eseguito con successo all'interno di un'organizzazione, BS ISO / IEC 27005 propone il ciclo PDCA come metodologia di guida per l'implementazione ed il funzionamento continuo di un ISMS ed allinea le attività di gestione dei rischi di sicurezza delle informazioni con le quattro fasi del processo ISMS basato sul ciclo PDCA.

In particolare, in accordo con lo standard BS ISO / IEC 27005, la definizione del contesto, la valutazione del rischio, lo sviluppo del piano di trattamento del rischio e l'accettazione del rischio compongono la fase "PLAN", mentre la fase "DO" comprende tutte le azioni incluse nel piano di trattamento del rischio. Nella fase di "CHECK" viene eseguito un monitoraggio continuo e viene valutata la necessità di una revisione della valutazione e del trattamento del rischio alla luce degli incidenti e dei cambiamenti del contesto. Infine, la fase "ACT" comprende tutte le azioni necessarie per mantenere e migliorare il processo di gestione del rischio di sicurezza delle informazioni. COMPACT tiene conto di questo allineamento al fine di progettare un *framework* di sicurezza informatica pienamente conforme alle raccomandazioni BS ISO / IEC 27005 e posizionare correttamente i risultati tecnici e procedurali all'interno di un processo ISMS efficace.

A. *PLAN*

La fase *PLAN* della metodologia COMPACT mira a stimare il livello di rischio che interessa la PA da proteggere e a specificare le politiche di sicurezza che verranno applicate al fine di mitigare il rischio stimato durante le successive fasi della metodologia. Durante questa fase il contesto dell'organizzazione viene stabilito mediante la raccolta e l'analisi delle informazioni relative agli aspetti tecnologici e umani. In particolare, verranno identificati gli *asset* e creati i profili del personale della pubblica amministrazione locale. Queste informazioni saranno correlate in tempo reale con i dati provenienti da fonti esterne, come database di vulnerabilità, piattaforme di condivisione delle informazioni di sicurezza ed applicazioni di monitoraggio dei processi aziendali al fine di eseguire l'attività di valutazione del rischio.

B. *DO*

L'obiettivo di questa fase consiste nell'implementare la strategia di trattamento del rischio che è stata progettata nella fase *PLAN*. Tale obiettivo sarà realizzato eseguendo le seguenti azioni principali:

Applicazione delle politiche: finalizzata all'attuazione delle politiche di sicurezza specificate nel piano di trattamento dei rischi e alla gestione della stima dei rischi derivante dalla valutazione dinamica del rischio.

Consapevolezza e training sulla sicurezza basati sul gioco: finalizzate all'acquisizione di un'esperienza diretta dei diversi rischi e minacce esistenti da parte degli utenti. Il modulo di formazione istruisce i dipendenti sul loro ruolo, sugli attacchi più comuni e su come possono proteggere il loro sistema. I giochi saranno adattati ai diversi ruoli presenti nelle pubbliche amministrazioni locali per adattarsi meglio alle esigenze educative di diversi profili, nonché concentrarsi su tipi specifici di minacce (ad esempio Social

Engineering; ransomware e violazioni dei dati). Gli strumenti utilizzati saranno un compromesso tra rapporto costo-efficacia e facilità d'uso, semplificando il più possibile la loro adozione.

C. CHECK

L'obiettivo della fase CHECK è quello di valutare l'efficacia delle azioni di trattamento del rischio realizzate durante la fase precedente. Il monitoraggio della sicurezza in tempo reale e la *threat intelligence* consentiranno di individuare in modo efficace e tempestivo i punti deboli nelle strategie adottate di trattamento del rischio, misurando così il rischio residuo generato dalla loro applicazione. In questo modo viene prodotta una nuova stima del livello di rischio e si procede ad un aggiornamento delle politiche di sicurezza. Verranno inoltre condotti test per raccogliere il feedback degli utenti sull'usabilità degli strumenti COMPACT per individuare possibili miglioramenti.

D. ACT

Nella fase ACT le contromisure e le strategie di trattamento del rischio adottate nelle fasi precedenti vengono adeguate sulla base dell'aggiornamento delle politiche di sicurezza eseguite nella fase CHECK. L'attuazione di questo adeguamento comporterà un nuovo rischio residuo.

5.5. Validazione dei Pilots di COMPACT

Il progetto COMPACT verifica l'efficacia della strategia implementata valutando i diversi componenti del suo lavoro (come ad esempio l'incremento della consapevolezza, delle competenze e della protezione; il favorire lo scambio di informazioni a livello di PA locale e collegare il livello di PA locale a quello sovranazionale) attraverso casi d'uso selezionati.

Complessivamente, i casi d'uso riguardano una varietà di:

- sfide tecniche, quali la riservatezza e l'integrità delle risorse dell'organizzazione, la disponibilità di informazioni e sistemi, il controllo degli accessi, l'accesso non autorizzato ad informazioni sensibili, *ransomware* in grado di bloccare le capacità di lavoro, le politiche di accesso ai dati, lo scambio sicuro di dati, la sicurezza logica e fisica dell'infrastruttura, la dinamica della gestione dei rischi, la conformità a standard e normative, l'autenticazione dell'utente, lo scambio sicuro di dati, la creazione di profili d'utente, la consapevolezza di specifiche minacce informatiche e la capacità di identificarle, i programmi di formazione personalizzati, le analisi approfondite dei rischi informatici, il monitoraggio in tempo reale di eventi relativi alla sicurezza e alle informazioni, la formazione degli utenti sull'uso sicuro delle applicazioni, la

gestione della continuità operativa, le questioni relative all'interazione tra piattaforme/prodotti hardware e software eterogenei;

- aspetti psicologici, come lo scambio di informazioni tra dipendenti tecnici e non tecnici, le barriere alle richieste di aiuto tra i dipartimenti, le barriere alle richieste di aiuto tra diversi livelli gerarchici, la necessità di evitare di chiedere aiuto troppo frequentemente, il rafforzamento della fiducia dei dipendenti. Le implicazioni politiche, legali e sulla privacy, come la privacy e la protezione dei dati personali, la privacy e la protezione dei dati dei dipendenti delle organizzazioni delle PA locali, le politiche di sicurezza dell'organizzazione, l'*empowerment* degli utenti attraverso l'accesso per profilo utente.

Adottando un approccio di tipo “narrativo”, di seguito viene fornita una descrizione che si riferisce al caso d'uso incentrato sull'interazione tra dipendenti esperti e non esperti in cui vengono utilizzati personaggi fittizi per comunicare il focus principale degli scenari. Maria è una dipendente di un Comune incaricata di archiviare domande di autorizzazione ad opere di costruzione da parte di cittadini ed imprese. Ciò comporta la raccolta di documenti dai richiedenti (sia su supporto cartaceo che su supporto non cartaceo), l'estrazione di informazioni pertinenti, l'invio delle stesse al sistema informativo del comune, l'interfacciamento con gli uffici e i dipendenti (del comune e possibilmente di altre organizzazioni della PA) nonché con il pubblico. Intuitivamente, Maria sa che gestisce dati sensibili. Considerando l'attuale approccio, quando Maria è incerta sul da farsi, chiede al suo capo Anna di adottare una decisione definitiva. Come capo dell'ufficio, Anna sa che Maria (ed i suoi colleghi) sono lavoratori coscienti, ma non dispongono di un background completo ed aggiornato necessario ad affrontare le questioni inerenti alla sicurezza del loro lavoro. È anche consapevole che, nel caso in cui Maria (o un altro collega) commetta un errore, lei, in quanto capo, sarebbe in ultima analisi responsabile di quanto accaduto. Anna apprezzerrebbe molto essere in grado di migliorare il processo in modo coerente, per tutto il suo team, includendo la propria esperienza, il supporto e, eventualmente, assistendo i dipendenti durante tutto il processo. Vorrebbe anche assicurarsi che eventuali modifiche e nuovi problemi da prendere in considerazione siano facilmente inclusi nel processo, ma non ha le giuste conoscenze per creare questo supporto, a causa della complessità delle problematiche di sicurezza informatica coinvolte e della continua evoluzione delle minacce. Carlo è un ingegnere nel dipartimento IT del Comune, recentemente reclutato per le sue capacità di sicurezza informatica. Ma a) non ha il tempo b) non ha i mezzi e soprattutto c) non è stato formato su come educare individui non tecnici/non esperti, come Anna, Maria e gli altri, e su come fornire assi-

stenza e/o trasferire conoscenza. Inoltre, un'ulteriore barriera è rappresentata dal fatto che Anna, Maria e il team di dipendenti che hanno esperienza nel processo e che interagiscono con i cittadini non accettano prontamente che il processo debba essere completamente e dinamicamente rivisto per tenere costantemente conto dei nuovi rischi informatici. Questa situazione crea barriere psicologiche che limitano (se non addirittura impediscono del tutto) la possibilità per Carlo, Anna, Maria ed il resto del team di Anna di interagire in modo costruttivo e migliorare le rispettive abilità.

Maria, Anna e Carlo vengono informati del progetto COMPACT. Tutti sono molto entusiasti dei vantaggi che verranno loro offerti dall'approccio e dalla tecnologia COMPACT, ma per motivi completamente diversi. Le funzionalità di valutazione del rischio di COMPACT consentiranno a Maria di prendere decisioni informate sui dati che gestisce. In caso di dubbio, avrà accesso alle funzioni training di COMPACT e sarà in grado di risolvere i problemi senza dover interrompere Anna durante le sue attività. L'approccio *gaming* degli strumenti di formazione di COMPACT incrementerà la conoscenza di base di Maria e dei suoi colleghi e la loro capacità di affrontare i problemi di sicurezza informatica. Di conseguenza, anche il livello di fiducia di Maria e la sua autonomia aumentano. Tutto ciò a sua volta aiuta Anna a ridurre il livello di rischio a cui è esposta, rappresentando un grande sollievo per lei. Riduce anche il tempo impiegato da Anna per rispondere alle richieste, liberandole del tempo che lei impiega per passare dalla risposta reattiva agli investimenti proattivi. Nel complesso, si tratta di un investimento a basso costo con un enorme vantaggio. Le funzionalità di scambio di informazioni COMPACT offrono a Maria l'opportunità di ottenere aiuto/supporto dai suoi colleghi e/o ispirazione accedendo alla banca dati delle *best practises* di COMPACT. Crea inoltre un approccio collaborativo per risolvere i problemi tra i colleghi, il che è vantaggioso in termini di dinamiche umane dell'ufficio e facilitazione dell'efficacia dei servizi offerti dalle PA locali. Con più tempo a disposizione per i propri compiti, Anna utilizzerà le funzionalità di *threat intelligence* di COMPACT, nonché le linee guida COMPACT e l'archivio delle *best practices*, per identificare i colli di bottiglia della sicurezza nel processo. Carlo può facilmente comunicare le conoscenze sulla sicurezza informatica ed i rischi di sicurezza informatica aggiornati utilizzando gli strumenti COMPACT, ma senza impiegare tempo (che non ha) per formare e supportare continuamente i dipendenti non tecnici. Carlo è probabilmente più entusiasta del nuovo livello di visibilità che il suo ruolo acquisisce: con la disponibilità delle avanzate funzionalità di monitoraggio della sicurezza in tempo reale di COMPACT, avrà tutto sotto controllo in ogni momento e sarà in grado di individuare tempestivamente qualsiasi potenziale problema di sicurezza.

5.6. Conclusioni

Le pubbliche amministrazioni locali devono comprendere i rischi informatici a cui sono esposti ed adottare misure adeguate per proteggere le loro infrastrutture dagli attacchi *cyber*, per salvaguardare le informazioni dei cittadini e delle imprese che gestiscono. Questo contributo ha descritto il progetto COMPACT che fornirà strumenti e servizi per aiutare le PA locali a migliorare il loro livello di sicurezza informatica. Gli strumenti ed i servizi COMPACT costituiranno una piattaforma integrata che offrirà un *framework* didattico arricchito dagli aspetti del *gaming*, dalle tecniche avanzate di monitoraggio della sicurezza, dalle funzionalità del *risk assessment* e dalle funzioni di *threat intelligence*.

Acknowledgement

La ricerca che ha portato a questi risultati ha ricevuto finanziamenti dal programma “Ricerca Competitiva” finanziato dall’Università di Napoli “Parthenope” sul tema “Aziende e tecnologie smart: modelli, misurazione delle performance, gestione della conoscenza e soluzioni tecnologiche” e dal programma di ricerca ed innovazione Horizon2020 dell’Unione Europea nell’ambito del *Grant Agreement* n. 740712 (Metodi competitivi COMPACT per proteggere la Pubblica Amministrazione locale dalle minacce alla sicurezza informatica). Questo documento riflette solo le opinioni degli autori e la Comunità non è responsabile per qualsiasi uso che possa essere fatto delle informazioni in esso contenute.

Bibliografia

- CCN-CERT (2016) *Threats and Risk Analysis in Industrial Control Systems (ICS) Report IA-04/16 Centro Criptologico Nacional: Madrid*, January, [online] Available: <https://www.ccn-cert.cni.es/informes/informescncert-publicos/1381-ccn-cert-ia-04-16-amenazas-y-analisis-de-riesgos-en-sistemas-de-control-industrialics/file.html>.
- CCN-CERT (2016), *Cyber-Threats 2015 I Trends 2016 Report IA-09/16 Centro Criptologico Nacional: Madrid*, May, [online] Available: <https://www.ccn-cert.cni.es/informes/informes-ccn-cert-publicos/1554-ccn-cert-ia-09-16-cyber-threats-2015-trends-2016-executive-summary/file.html>.

- Clayton G.E. (2006), *Deflecting and Responding to Data Security Breaches*, February, [online] Available: <https://www.irmi.com/articles/expert-commentary/deflecting-and-responding-to-data-security-breaches>.
- Fac (2009), *Open Government May Exceed Prudent Boundaries*, [online] Available: <https://firstamendmentcoalition.org/2009/06/open-government-may-exceed-prudent-boundaries/>.
- FOCA, [online] Available: <http://www.informatica64.com/herramientas.aspx>.
- Gajili A. (2016), Time to Face up to Cyber Risk, [online] Available: <https://www.publicfinance.co.uk/opinion/2016/03/time-face-cyber-risk>.
- Gotta, M., Drakos, N., & Mann, J. (2015). Magic Quadrant for Social Software in the Workplace, October. Gartner RAS Core Research Note G002070286.
- Hadnagy, C. (2010). *Social Engineering: The Art of Human Hacking*. John Wiley & Sons.
- Huber M., Kowalski S., Nohlberg V & Tjoa, (2009) Towards automating social engineering using social networking sites. In *IEEE Xplore CSE'09*, pp. 117-124, 2009.
- IEC/ISO 31010 (2009), Risk Management-Risk Assessment Techniques, Edition 1. 02009-11, [online] Available: http://www.iso.org/iso/catalogue_detail?csnumber=51073.
- Lavigna R., (2014), *Why Government Workers are Harder to Motivate*, In Harvard Business Review, November, [online] Available: <https://hbr.org/2014/11/why-government-workers-are-harder-to-motivate>.
- Microsoft (2013), Security Trends in Public Sector: Key Findings and Recommendations, [online] Available: <http://download.microsoft.com/download/C/B/0/CB07EFE4-875A-4AD0-8FB0-90959B21E4F8/Security-Trends-in-Public-Sector.pdf>.
- Perkins, D. N. (2000). *Archimedes' Bathtub: The Art and Logic of Breakthrough Thinking*. WW Norton & Company.
- Symantec (2019), [online] Available: <https://www.symantec.com/security-center/threat-report>.
- Verizon Business Ready (2019), 2019 Data Breach Investigations Report, [online] Available: <http://www.verizonenterprise.com/verizon-insights-lab/dbir/2016/>.
- Walker, (2014), *IT Horror Stories: What's the Worst That Could Happen?*, April, [online] Available: <http://www.business2community.com/business-intelligence/horror-stories-whats-worst-happen-0856003>.
- Wecler A. (2016), Government Hit by Extortion Wave in New Cyber Attacks, [online] Available: <https://www.pressreader.com/ireland/sunday-independent-ireland-business-appointments/20160306/281479275506921/textview>.

PARTE TERZA
LE PIATTAFORME INTELLIGENTI

6. BLOCKCHAIN E PIATTAFORME INTELLIGENTI NEGLI SMART COUNTRY: IL CASO E-ESTONIA

di *Alessandro Scaletti e Sabrina Pisano*

6.1. *Smart city* e la variabile tecnologica

L'utilizzo di nuovi termini spesso comporta l'uso improprio degli stessi. La parola *smart city* non si sottrae a questo rischio, divenendo una soluzione *cutting-edge*, spesso utopistica, attraverso cui ottenere il massimo benessere per i cittadini e le comunità moderne. Dal punto di vista epistemologico, il metodo cartesiano suggerisce di scomporre un problema complesso nei suoi elementi costitutivi; nel lavoro di Chourabi (*et al.*, 2012) sull'utilizzo in letteratura della parola *smart city*, gli Autori individuano otto fattori critici presenti all'interno di un progetto di "città intelligente": gestione e organizzazione; tecnologia; *governance*; contesto politico; persone e relative comunità; economia, infrastrutture ICT, ambiente naturale.

Di queste caratteristiche, in questo capitolo, indagheremo la variabile critica legata alla tecnologia con particolare riferimento all'utilizzo di una infrastruttura tecnologica detta *blockchain*.

Le *smart cities* si sviluppano attraverso infrastrutture tecnologiche ICT e soluzioni *smart computing*¹ capaci di fornire in tempo reale sia la conoscenza, che la relativa elaborazione di dati finalizzati alla risoluzione ottimale delle scelte di chi è presente nella rete.

Le ICT rappresentano, indubbiamente, l'elemento fondante delle *smart cities*, offrendo grandi opportunità in termini di servizi offerti a chi fa parte della rete; tuttavia, come noto, il ricorso alle ICT può comportare l'insorgere di

¹ In un documento tratto da Forrester research, Inc. (2010) sono definite soluzioni *smart computing*: "A new generation of integrated hardware, software, and network technologies that provide IT systems with real-time awareness of the real world and advanced analytics to help people make more intelligent decisions about alternatives and actions that will optimize business processes and business balance sheet results". http://public.dhe.ibm.com/partnerworld/pub/smb/smarterplanet/forr_help_cios_und_smart_city_initiatives.pdf.

trade-off negativi con riferimento alle difficoltà di accesso alla rete e di sicurezza dei dati informatici presenti sulla rete. Le modalità di accesso alla rete dei servizi offerti e la scarsa fiducia circa la sicurezza informatica della stessa, rappresentano, difatti, importanti ostacoli all'espansione delle *smart cities*².

Vedremo nei prossimi paragrafi come le *blockchain* rappresentino una soluzione molto promettente per lo sviluppo di *smart communities*.

Nei successivi paragrafi, oltre alla descrizione delle principali caratteristiche e applicazioni delle *blockchain*, verrà descritta l'esperienza dell'Estonia, Paese pioniere nella digitalizzazione dei servizi amministrativi offerti ai cittadini, tra i primi ad aver introdotto e implementato una *blockchain*.

Vedremo come, grazie al ricorso alla *blockchain*, l'Estonia abbia esteso i propri confini istituzionali, divenendo il primo caso di *smart city globale*.

6.2. Le caratteristiche della blockchain e il ruolo della fiducia

Partendo dal presupposto che fra soggetti che interagiscono esistano asimmetrie informative capaci di favorire comportamenti opportunistici³, risulta importante la diffusione delle informazioni e la relativa certificazione.

In uno scenario teorico caratterizzato da un'informazione perfetta e da un perfetto allineamento di interessi tra le controparti, la fiducia non avrebbe alcun significato economico; nella realtà, invece, gli individui si trovano a dover decidere se attuare i propri comportamenti secondo un principio di sfiducia o di fiducia; la fiducia crea la conoscenza per comporre le informazioni e risolvere i problemi decisionali (Mancini, 2005) legati alle interazioni tra le parti (Scaletti, 2010). La fiducia tra i soggetti si manifesta in modi diversi e può avere molte origini, Rousseau (*et al.*, 1998:399) distingue la “fiducia relazionale” (*relational trust*), la “fiducia basata sul calcolo” (*calculus-based trust*) e la “fiducia istituzionale” (*institution-based trust*).

La “fiducia relazionale” nasce da un'interazione ripetuta tra due o più soggetti; la fiducia è, in genere, tanto più elevata quanto più l'esito delle precedenti relazioni si sia rilevato positivo per le parti, favorendo la continuità nel tempo della relazione con una conseguente riduzione dei costi di transazione. La fiducia, quindi, oltre ad incoraggiare l'affidabilità e la reputazione nella fase di

² Taluni parlano al riguardo di veri fenomeni di emarginazione sociale per quanti, a vario titolo, sono esclusi dalle ICT.

³ Si ricorda ad esempio il problema della “selezione avversa” studiato dal premio Nobel per l'economia George Akerlof, la cd. “teoria del mercato dei bidoni”, in inglese *The market for lemons*.

selezione dei partner, cresce con l'intensificarsi delle interazioni⁴.

Nell'era di *internet*, i soggetti effettuano transazioni senza mai incontrarsi o sentirsi, spesso con soggetti sempre diversi. Nel mutato contesto economico appare essere variato il concetto di rapporto fiduciario; per evitare comportamenti fraudolenti, nel mondo di *internet*, si fa ricorso a meccanismi “reputazionali” per valutare, ad esempio, l'affidabilità/identità di un potenziale venditore/acquirente. Tuttavia, gli attuali sistemi di reputazione non sono infallibili, né repentini nell'individuare falsi profili (Cai & Zhu, 2016). A quest'ultimo esempio fa riferimento la “fiducia basata sul calcolo”, che si basa sostanzialmente su considerazioni e informazioni credibili, quali, appunto, le reputazioni frutto delle esperienze dei partecipanti a una *community*.

La “fiducia istituzionale”, si basa sui controlli istituzionali e/o legali ovvero sull'attività di certificazione delle informazioni affidata a soggetti terzi accreditati istituzionalmente o dal mercato; quando ci sono forti interessi da tutelare, la certificazione, la gestione e la custodia della memoria dei fatti scaturenti dai rapporti tra i soggetti, di varia natura (sociale, economica, giuridico-amministrativa e politica) spesso è affidata a terzi, la cui autorevolezza è riconosciuta e tutelata dalle istituzioni e/o dal mercato.

La *blockchain* rivoluziona in chiave ICT il concetto di fiducia, basandosi sull'assioma che nessuna autorità sia infallibile e completamente imparziale e sul fatto che le informazioni contenute negli archivi documentali possano essere modificate/falsificate/distrutte.

La *blockchain* si basa su un sistema collettivo e decentralizzato per la certificazione e gestione delle transazioni, offrendo nuovi meccanismi per lo sviluppo della fiducia tra le parti, riassumibili in: *trustless computing*, *smart contract* e *network security*. La tecnologia *blockchain* si propone come soluzione efficace per la riduzione dei costi di transazione nei rapporti tra attori, superando il problema della costruzione delle conoscenze alla base della fiducia, poiché offre a tutti i partecipanti la possibilità di verificare, la presenza e la registrazione degli atti in archivi condivisi, immuni da alterazioni o corrotte.

Il funzionamento della *blockchain* si basa sull'esecuzione di contratti digitali secondo una logica *peer-to-peer*, senza il ricorso a intermediari⁵ esterni alla rete.

⁴ La fiducia è il presupposto per il consolidamento di relazioni stabili nel tempo, tuttavia essa cresce e si sviluppa nel tempo, come indica Tomkins questa relazione sembra essere il “paradosso della fiducia”. Cfr. Tomkins C. (2001).

⁵ Più in dettaglio, il meccanismo di crittografia della *blockchain* si spiega nei seguenti punti. Ogni blocco di transazioni è rappresentato da una stringa alfanumerica di riferimento – ossia da una funzione algoritmica informatica non invertibile – chiamata “hash”, che lega indissolubilmente ciascun blocco successivo a quello precedente. Così collegati, questi blocchi formano una catena, per cui ciascun blocco addizionale contiene anche l'*hash* di quello precedente, rinforzandolo. Affinché la singola transazione sia “registrata” nel blocco, questa deve

La *blockchain* consente la creazione e gestione di un *database* diffuso, strutturato in “blocchi”, per la gestione di transazioni tra i nodi di una rete; ogni blocco contiene transazioni crittografate e validate dalla rete. Ogni blocco validato si aggiunge a quelli in precedenza validati, creando appunto una catena di blocchi. Nelle reti centralizzate, invece, è un’ autorità centralizzata che gestisce il tutto, ne consegue che il livello di fiducia, in queste strutture, dipenda dall’autorevolezza del soggetto che gestisce il *database*.

A differenza di altre reti *peer-to-peer* i contenuti e i beni/servizi oggetto delle transazioni, così come i relativi contratti digitali sottostanti, non sono presenti su un singolo computer o *cloud*, ma sono distribuiti in N registri crittografati – detti *ledger* – fisicamente presenti nei computer che partecipano alla rete. Il principale vantaggio cui cerca di tendere una piattaforma *blockchain* è quello di creare un ambiente sicuro per l’esecuzione delle transazioni, senza ricorrere a intermediari che certifichino l’identità degli attori e/o l’esecuzione di quanto prescritto nel contratto; ad esempio, attraverso il ricorso a *device* IoT, i contratti commerciali, al verificarsi delle condizioni pattuite, si risolvono contestualmente e contemporaneamente senza che nessuno dei partecipanti possa intraprendere comportamenti opportunistici e senza la necessità di ricorrere a intermediari terzi per la gestione della transazione.

Dal punto di vista tecnologico, il vero cambiamento è rappresentato dall’architettura *distributed ledger* che, priva di un unico centro, è retta da una *governance* basata sulla consapevolezza dei partecipanti che le informazioni contenute nei blocchi possano essere modificate solo con il consenso di tutti.

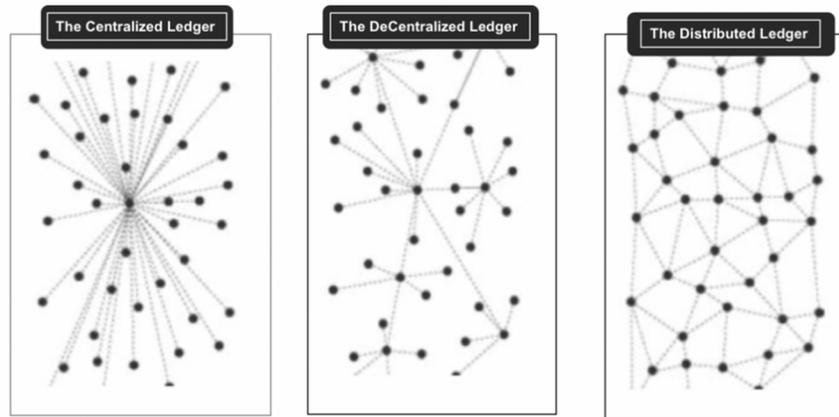
Se equipariamo i *ledger* a dei registri, il funzionamento della *blockchain* può essere paragonato a quello di un sistema contabile.

Il sistema *blockchain* consente lo scambio di informazioni (riferite a valori e beni di vario genere), via *internet*, attraverso il ricorso ad un “registro pubblico” (o libro mastro digitale), gestito direttamente dai singoli fruitori della rete; il libro mastro digitale è un *database* funzionale alla gestione di operazioni crittografate (archivate su una rete “decentralizzata” *peer to peer*), corredate da un marcatore temporale (cd. *timestamp*⁶) e raccolte in cd. “blocchi” (mastrini), concatenati e divisi in ordine cronologico (alla stregua di un libro giornale).

essere validata mediante uno specifico meccanismo di consenso, il più comune dei quali è chiamato “*proof of work*” (Prova del Lavoro) che invia la transazione rappresentata informaticamente a determinati pc (detti “*miners*” – Minatori) all’interno della rete (composta da tutti i singoli utenti, chiamati “nodi”) affinché vi abbinino un cd. PoW: il primo tra i miners che è in grado di elaborarlo – sfruttando la potenza computazionale del proprio computer – lo invia agli altri, i quali lo controllano e lo accettano solo se non risulta che la transazione corrisponda ad un’altra già inserita in un blocco validato in precedenza.

⁶ Tale meccanismo oltre a impedire che la transazione validata possa essere successivamente modificata o cancellata, assume anche un’importante valenza legale poiché associa alla transazione una data e ora certa e opponibile a terzi.

Fig. 6.1 – Diverse tipologie di ledger



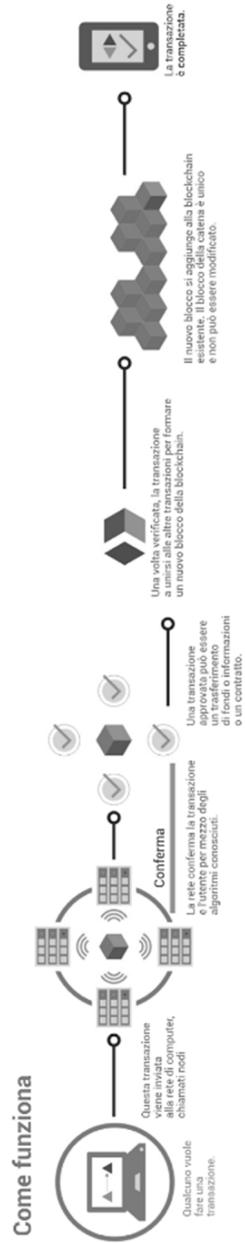
Fonte: ns. adattamento da blockchain4innovation.it

Il registro pubblico così formato è detto decentralizzato (o “distribuito”), non essendo controllato da nessuna autorità di vertice né da specifici organismi centrali, ma gestito direttamente dai fruitori della piattaforma.

La piattaforma *blockchain* è, dunque, una rete diffusa che consente, a chiunque sia in possesso delle informazioni temporali e/o di chi abbia effettuato un’operazione, di verificare se quest’ultima è presente nella contabilità del Mastro, dal momento che ogni utente ne possiede una copia sul suo computer di accesso; in tal modo, si previene il rischio che una somma di denaro venga spesa più volte ovvero che una transazione venga ripetuta più volte (ad esempio lo stesso bene sia venduto a più soggetti, cd. *double spending*). Ne deriva che la sicurezza di una *blockchain* sia legata all’esistenza di un congruo numero di utenti e di “certificatori” (*miners*) che gestiscono il flusso dei dati crittografati.

Le transazioni, prima di essere depositate nel libro mastro della *blockchain*, sono scomposte e criptate per poi essere allocate in blocchi di dati che, una volta validati dai nodi della rete e previa assegnazione delle marche temporali, sono inseriti nel registro pubblico, aggiungendosi in modo irreversibile ai blocchi precedenti (Bellezza, 2017).

Fig. 6.2 – Il funzionamento della blockchain

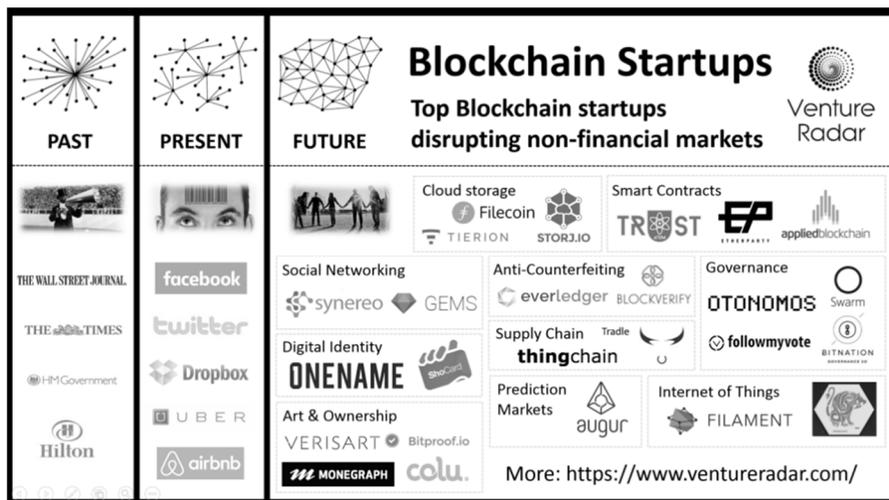


Fonte: blockchain4innovation.it

Da un punto di vista economico-aziendale, la piattaforma *blockchain* è una rete di operatori che creano valore fornendo un servizio avanzato di certificazione, trasmissione e stoccaggio dei dati, la cui peculiarità risiede nel fatto che maggiori sono gli attori che vi partecipano maggiore è il valore creato (misurabile in termini di affidabilità e sicurezza) a vantaggio di tutti i partecipanti della rete.

Il mantenimento della *blockchain* ha, tuttavia, un costo che si compone, oltre che del consumo energetico (dato dai *server* e dalla connessione *internet* per il traffico dei dati), del costo relativo alle ore uomo di quanti si occupano della gestione e dell'implementazione della sicurezza della rete. Ai *miners* è riconosciuta spesso una *fee* per ogni blocco di dati validato⁷. Il consumo energetico rappresenta il *trade-off* negativo di qualsiasi gestione informatica dei dati, ma il livello di efficienza è di gran lunga superiore se paragonato ai normali costi di gestione di un'archiviazione fisica dei dati (si pensi ai costi sostenuti per la manutenzione e gestione dei catasti, delle anagrafi, delle conservatorie e degli archivi civili).

Fig. 6.3 – Possibili applicazioni blockchain



Fonte: www.ventureradar.com

⁷ Nella *blockchain* dei Bitcoin ogni *miners* si occupa della validazione dei blocchi e dell'emissione della moneta virtuale, cui spetta una *fee* ad oggi di 30 Bitcoin.

6.3. *Blockchain e smart cities*

Nel 2008 Satoshi Nakamoto⁸ lanciò la prima *blockchain* come piattaforma per le transazioni delle valute digitali.

Se da un lato è universalmente riconosciuto che la *blockchain* sia nata per i Bitcoin, in molti si interrogano circa le futuribili applicazioni della *blockchain* a settori, quali la finanza, l'*accounting* e il diritto.

Taluni hanno già segnato il percorso di sviluppo della *blockchain* attraverso tre fasi (Zhao et al., 2016):

- Blockchain 1.0 per le valute digitali (Shi, 2016);
- Blockchain 2.0 per la finanza digitale (Guo & Liang 2016);
- Blockchain 3.0 per la società digitale (Sun et al., 2016).

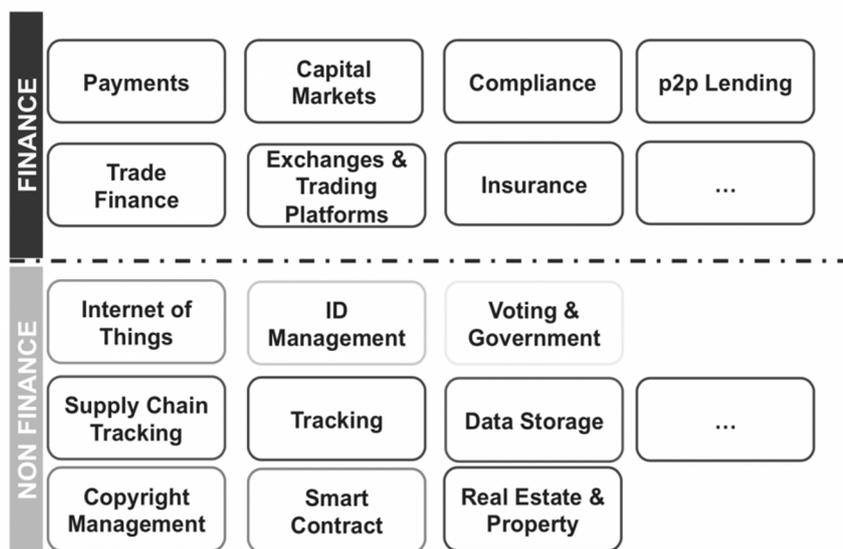
Dal percorso evolutivo si potrebbe dire che il concetto di *blockchain* sia passato da applicazione tecnologica fino ad elevarsi a paradigma innovativo per la gestione delle informazioni in un *new business ecosystem*. Come in precedenza trattato la *blockchain* nasce per evitare il fenomeno del *double spending*, associato al rischio che uno stesso *asset* digitale (nella fase 1.0 il Bitcoin) possa essere utilizzato più volte e per più transazioni; la *blockchain* per contrastare tale rischio assegna, a ogni *asset* oggetto di possibili transazioni, uno specifico codice ID, che per le caratteristiche dei blocchi non è alterabile.

Se consideriamo l'identità di una persona come *asset* digitale il passaggio alla comunità virtuale è breve; infatti, il presupposto per l'accesso alla rete dei servizi della *smart city*, risiede nel possesso di un'identità digitale, senza di essa nessun utente può entrare nella rete dei servizi offerti.

Il ricorso alla *blockchain* per la certificazione dell'identità apre nuovi scenari per lo sviluppo delle *smart cities*, segnando l'inizio della fase 3.0 e lo sviluppo di interessanti applicazioni per gli *smart building* e le *smart city* fino ad arrivare al concetto di *smart country*, come vedremo a breve.

⁸ Probabilmente è lo pseudonimo di un gruppo di sviluppatori vista la complessità della sua architettura.

Fig. 6.4 – Possibili applicazioni della blockchain 3.0



Fonte: Osservatorio blockchain del Politecnico di Milano (2017)

6.3.1. Il progetto e-Residency vs. la smart city globale

La pubblica amministrazione può anch'essa beneficiare dell'applicazione della *blockchain* e degli *smart contracts* per snellire la burocrazia e mirare all'ottenimento di migliori livelli di qualità dei servizi offerti ai propri cittadini.

La Repubblica dell'Estonia, tra le più giovani di Europa, fin dalla sua nascita 1991, per la sua strutturazione amministrativa, ha da subito puntato sulle nuove tecnologie, vantando il primato di essere tra i Paesi con la maggiore diffusione di ICT.

Nel 1997 la Repubblica Estone avvia il progetto "e-Estonia" per la ricerca di soluzioni innovative per le interazioni tra Stato e cittadini. Oggi, i cittadini estoni possono accedere alla quasi totalità dei servizi offerti dalla pubblica amministrazione attraverso il ricorso alla piattaforma e-Estonia, presente su *internet*. Con un unico supporto, la carta di identità digitale, gli estoni possono accedere ai servizi pubblici e/o ottenere certificati; nel resto dell'EU, gli altri cittadini europei per ottenere gli analoghi servizi/certificati devono ricorrere ad almeno una decina di supporti cartacei o magnetici (la patente di guida, il passaporto, la carta di debito e credito, il certificato elettorale, la

tessera sanitaria e assicurativa, i biglietti e gli abbonamenti ai trasporti pubblici) e spesso la modalità di accesso *on-line* non è prevista.

La spinta innovativa dell'Estonia non si è fermata al progetto e-Estonia, ma grazie allo sviluppo della propria piattaforma *blockchain*, dal 1° dicembre 2014 è operativo il progetto *e-Residency*, che consente anche a cittadini non estoni di avere accesso ad alcuni dei servizi della pubblica amministrazione estone: accesso *on-line* e diretto alle Camere di Commercio per la costituzione di aziende, agli istituti di credito per la richiesta di apertura dei conti correnti e di finanziamenti, all'Erario per il pagamento delle tasse sia in moneta locale che virtuale.

La *e-Residency*, o residenza elettronica, viene erogata dallo Stato Estone mediante la consegna di uno *smart ID* a chiunque desideri diventare un *e-resident* estone. A questo programma possono accedere professionisti, startup e aziende europee previo pagamento di una tassa di iscrizione pari a €100⁹. La *e-Residency*, ad esempio, consente agli imprenditori digitali di gestire il loro business ovunque essi siano e interamente *online*, senza la necessità di aprire fisicamente una sede legale in Estonia.

L'ambizione del programma di *e-Residency* è quella di estendere i confini di uno Stato, che geograficamente è di piccole dimensioni, fino a renderlo globale insieme al suo mercato e alla sua economia. La *e-Residency* si basa su un sistema di identità digitale gestito da una piattaforma del tipo *blockchain*; quest'ultima è a garanzia della sicurezza e dell'efficacia dei servizi presenti su e-Estonia, oltre a rappresentare un terreno fertile per la creazione e implementazione di nuovi servizi (e di start-up innovative che rispondano a tali bisogni) che concorrono ad accrescere l'*appeal* del progetto e-Residency.

Da quando l'Estonia si è posta l'obiettivo strategico di diventare uno dei primi *e-State*, ha investito parallelamente nella sicurezza informatica; il governo estone ha iniziato a testare la tecnologia *blockchain* già a partire dal 2008, mentre dal 2012 è usata per conservare e criptare *database* contenenti informazioni sensibili, quali quelle sanitarie e giudiziarie. Un palese e importante riconoscimento del successo raggiunto dall'Estonia nella sicurezza dei dati, è rivedibile nell'utilizzo dell'architettura della *blockchain* estone da parte della NATO, del Dipartimento di Stato degli USA e dell'UE come architettura di sicurezza dei dati.

Il sistema Estone, dal punto di vista tecnico, a differenza degli approcci tradizionali che utilizzano una chiave crittografica asimmetrica, utilizza un

⁹ Si veda <https://blogs.thomsonreuters.com/answeron/e-estonia-power-potential-digital-identity/>.

sistema *Key Signature Infrastructure* (KSI) con funzioni di *hashing* e la presenza di un registro pubblico (piattaforma *blockchain*).

All'interno del sistema informativo estone, il Riigi Infosüsteemi Amet (RIA), la *blockchain* è utilizzata per offrire sicurezza al sistema attraverso la tracciabilità delle azioni svolte dagli utenti. Secondo fonti governative estoni (e-estonia.com) i servizi pubblici digitali in Estonia sono ampiamente adottati dalla cittadinanza; nelle scorse consultazioni del 2019 l'i-Voting è stato utilizzato da 247.232 cittadini (poco meno del 25% degli aventi diritto al voto). Di pari passo va anche la migrazione verso il digitale dei documenti giuridici grazie al riconoscimento legale delle firme crittografiche, che in Estonia sono vincolanti al pari di quelle cartacee; va ricordato che la *blockchain* assicura che tutti i file giuridici siano autentici e consultabili in ogni istante grazie al registro distribuito.

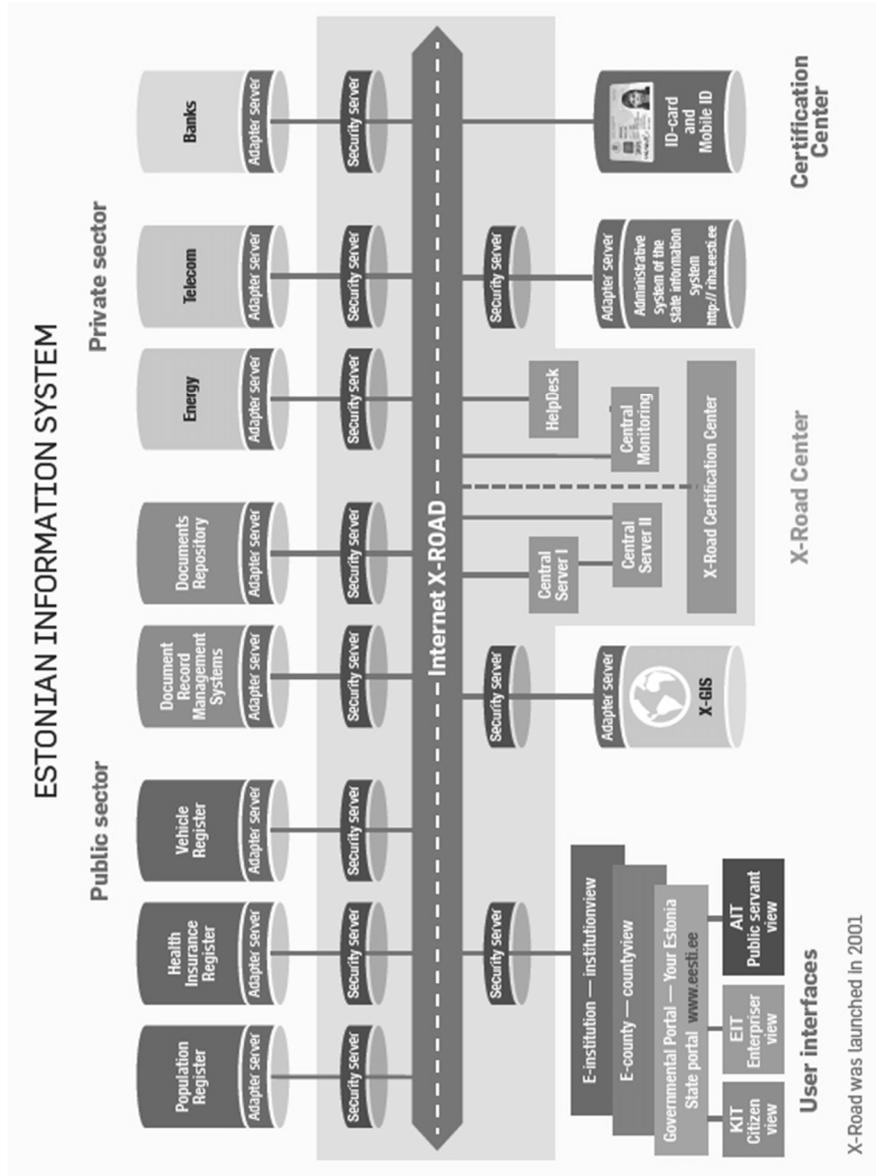
Possiamo agevolmente descrivere il RIA grazie alle seguenti caratteristiche:

- piattaforma aperta, chiunque abbia una e-Identity può accedervi
- decentrata, non esiste un database centrale
- dinamica, in costante evoluzione
- interconnessa, grazie al progetto x-Road e *internet* saranno collegati tutti i *database* sia pubblici che privati.

Tutti i governi Estoni hanno il mandato di rispettare il progetto x-Road, al fine di rendere sempre più “familiari” le tecnologie digitali ai propri cittadini, consapevoli del fatto che al crescere degli utenti cresce la convenienza al passaggio alle infrastrutture digitali.

Il passaggio ai servizi online è stato graduale, permettendo così sia ai cittadini che alle imprese di assimilare il cambiamento. L'offerta di tali servizi è in continua crescita anche oltre i confini geografici nazionali, proponendo identità digitali speciali; il progetto e-Residency ha favorito l'attività dell'incubatore Funderbeam che, grazie alle opportunità offerte dalla *blockchain*, è capace di attirare sia gli investitori, sia imprenditori; questi ultimi, coniugando i servizi dell'incubatore con quelli di e-Residency, possono avviare e svolgere la propria attività in remoto.

Fig. 6.5 – Il percorso x-Road



Fonte: <https://e-estonia.com/>

6.4. Considerazioni conclusive

L'esempio dell'Estonia dimostra come l'utilizzo delle tecnologie *smart* abbia consentito a un Paese geograficamente limitato di poter espandere la propria economia e richiamare l'interesse di investitori internazionali attraverso una burocrazia snella, telematica e certificata; se è, tuttavia, già noto che l'avvento di *internet* abbia offerto la possibilità a imprese di respiro nazionale – o addirittura locale – di diventare *glocal*, nel caso trattato si osserva come le tecnologie *smart* su piattaforma *blockchain*, abbiano permesso all'Estonia di espandere i propri confini istituzionali, divenendo il primo caso di *smart city globale*. L'ambizione del programma di e-Residency è stata appunto quella di rendere globale l'economia di uno Stato giovane e poco noto.

Il ricorso alla *blockchain* ha sicuramente favorito lo sviluppo dell'Estonia in tal senso; la facilità e la sicurezza nell'accesso alla rete dei servizi offerti è alla base del successo del progetto e-Residency, che a sua volta è parte del percorso di sviluppo x-Road intrapreso dal Paese.

La tecnologia *blockchain* di per sé non offre soluzioni più efficienti o efficaci di altre, ma il suo valore aggiunto risiede nella spinta innovativa che può offrire rispetto agli attuali paradigmi relazionali tra cittadini, istituzioni e imprese. La disintermediazione resa possibile dalle *blockchain* può stravolgere i tradizionali processi di interazione tra le parti in causa, inducendo una spinta verso il cambiamento dei modelli di “*business*”, sia delle aziende che delle istituzioni pubbliche. Più in generale, nell'attuale scenario della *share economy* non cambiano solo i modelli di distribuzione e fruizione, ma anche la natura stessa del bene e del servizio offerto, sempre più identificato nel dato informatico; in sintesi, si creano ecosistemi nuovi e complessi nei quali mutano i ruoli, i processi, e le strutture delle relazioni tra soggetti. In un futuro non tanto lontano, le persone potrebbero essere spinte a trasferirsi nelle *smart city* o *smart country* con le migliori soluzioni *smart* sia per il benessere proprio che di quello della relativa *smart communities*.

L'Estonia grazie alla digitalizzazione ha già raccolto un importantissimo primato, registrando il maggior numero di “*unicorn companies*” pro capite rispetto a qualsiasi altro Paese al mondo; Taxify, Skype, Transferwise e Playtech sono aziende il cui valore supera il miliardo di dollari. Se consideriamo che l'Estonia ha una popolazione di appena 1,3 milioni di persone, cioè 300 mila in meno rispetto alla popolazione di Barcellona e che la Spagna conta solo una *unicorn company* dei motivi devono esserci; il naturale sviluppo futuro di questo lavoro è lo studio dei *drivers* di crescita che un ambiente economico basato su *blockchain* può offrire per la nascita e l'affermazione di start up innovative.

Bibliografia

- Bellezza M. (2017), *Blockchain*, in Paracampo M.T. (a cura di), *FinTech*, Giappichelli, Torino.
- Cai Y., Zhu D., (2016), Fraud Detections for Online Businesses: A Perspective from Blockchain Technology. In *Financial Innovation*, 2(20), 1-10.
- Chourabi, H., Nam, T., Walker, S., Gil-Garcia, J. R., Mellouli, S., Nahon, K., & Scholl, H. J. (2012), Understanding smart cities: An integrative framework. In *2012 45th Hawaii international conference on system sciences*, 2289-2297. IEEE.
- Cuccuru, P. (2017). Blockchain e automazione contrattuale. Riflessioni sugli smart contract. In *La Nuova giurisprudenza civile commentata*, 33(1), 107-119.
- Faioli, M., Petrilli, E., & Faioli, D. (2016). Blockchain, contratti e lavoro. La rivoluzione del digitale nel mondo produttivo e nella PA. In *Economia & lavoro*, 50(2), 139-158.
- Finocchiaro, G. (2018). Il contratto nell'era dell'intelligenza artificiale. *Rivista trimestrale di diritto e procedura civile*, 72(2), 441-460.
- Guo, Y., & Liang, C. (2016), Blockchain Application and Outlook in the Banking Industry. In *Financial Innovation*, 2(24), 1-12.
- Mainelli, M., & von Gunten, C. (2014). Chain of a lifetime: How blockchain technology might transform personal insurance. *Long Finance and Z/Yen Group*.
- Mancini, D. (2005). *Le condizioni di efficacia del sistema di controllo aziendale*, Giappichelli, Torino.
- Rousseau, D. M., Sitkin, S. B., Burt, R. S. & Cameren, C. (1998). Not so different after all: a cross-discipline view of trust. In *Academy of Management Review*, 3.
- Scaletti, A. (2010). *Logiche e strumenti di controllo delle relazioni interaziendali di natura cooperativa*, FrancoAngeli, Milano.
- Shi, N. (2016). A New Proof-Of-Work Mechanism for Bitcoin. In *Financial Innovation*, 2(31), 1-8.
- Sun, J., Yan, J. & Zhang, K. (2016). Blockchain-based Sharing Services: What Blockchain Technology Can Contribute to Smart Cities. In *Financial Innovation*, 2(26), 1-9.
- Tomkins, C. (2001). Interdependencies, trust and information in relationships, alliances and networks. In *Accounting, organization and Society*, 26.
- Zhao, J. L., Fan, S., & Yan, J., (2016). Overview of business innovations and research opportunities in blockchain and introduction to the special issue. In *Financial Innovation*, 2(28), 1-7.

Sitografia

- <https://blogs.thomsonreuters.com/answeron/e-estonia-power-potential-digital-identity/>
- <https://www.blockchain4innovation.it/>
- <https://e-estonia.com/>

<https://cointelegraph.com/>. “Estonia’s LHV Bank: the Bitcoin blockchain is the most tested and secure for our applications”
<https://cloudfront.net>. “Use of Blockchain in Estonian Government Infrastructure”
<https://venturebeat.com>. “e-Estonia: how this EU country runs its government like a startup”
www.politics.ox.ac.uk. “Estonian e-Residency: redefining the Nation-State in the Digital Era”

7. PORT COMMUNITY SYSTEM E SMART PORT PER IL MIGLIORAMENTO DELLA PERFORMANCE: IL CASO DEL SISTEMA PORTUALE DI AMBURGO

di Assunta Di Vaio e Luisa Varriale

7.1. Introduzione

Il sistema portuale e la complessiva *sea-land supply chain* rappresentano un campo interessante per studiare gli effetti derivanti dall'adozione di tecnologie digitali per la gestione efficace ed efficiente dei processi operativi ed organizzativi nella loro complessità.

Negli ultimi trenta anni, i porti hanno dovuto affrontare numerose sfide ascrivibili alla ratifica di convenzioni internazionali e al recepimento delle direttive europee soprattutto in materia di gestione dei flussi informativi dei sistemi portuali, in particolare al loro grado di digitalizzazione. D'altra parte, i sistemi portuali sono chiamati a gestire anche le criticità connesse ai mutamenti del commercio internazionale, all'introduzione di navi di grandi dimensioni, ai cambiamenti nella domanda di servizi e allo sviluppo delle tecnologie sia a bordo delle navi, sia nelle infrastrutture portuali fino così ad assumere una posizione strategica come "*hub port*" (Keceli *et al.*, 2008). In particolare, con riguardo alle innovazioni strettamente connesse alla navigazione marittima, nell'ultimo decennio, l'Unione Europea (UE) ha promosso *e-maritime*, cioè un'iniziativa focalizzata sull'*Information Communication Technology* (ICT) per migliorare la competitività, la sicurezza e la sostenibilità in materia di navigazione marittima (Pipitsoulis, 2009). Questa iniziativa, derivata dal concetto di *e-navigation* introdotto dall'*International Maritime Organization* (IMO), si pone l'obiettivo di promuovere e suggerire modelli efficienti e semplificati grazie al supporto delle tecnologie digitali per favorire la cooperazione e l'interconnettività tra tutti gli attori della filiera marittima. Dunque, l'obiettivo dell'iniziativa *e-maritime* e della strategia di *e-navigation* dell'IMO è di raccogliere, integrare, scambiare e analizzare le informazioni marittime a bordo delle navi e in mare aperto (IMO, 2005).

Nonostante il settore marittimo continui a registrare una crescente e considerevole adozione di tecnologie digitali sia a bordo delle navi, sia a terra, gli studi su questo tema appaiono ancora frammentari (Joszczuk-Januszewska, 2012, 2013, 2014).

Solo recentemente lo studio e lo sviluppo di sistemi informativi per migliorare l'efficienza, la sicurezza e la sostenibilità dell'intero settore marittimo sta accogliendo un crescente interesse da parte della comunità scientifica. In questa direzione, il presente studio mira ad investigare le principali implicazioni nella gestione delle informazioni tra più *player* dovute a scelte di digitalizzazione dei processi organizzativi e operativi. In particolare, l'attenzione è posta sulle possibili relazioni fra l'adozione di “*digital platform*”, “*accounting information system*” e “*sustainable performance*” nei sistemi portuali. Questo studio dopo aver verificato l'adozione di “*smart technologies*” quali *Industrial Internet of Things* (IoT), *Industrial Analytics* e *Cloud Manufacturing* (Information Technology – IT) e *Advanced Automation*, *Advanced Human Machine Interface* e *Additive Manufacturing* (*Operational Technologies* – OT) in uno dei principali sistemi portuali in Europa, quale è Amburgo, si sofferma sul ruolo assunto dalle piattaforme digitali come il “*port community system*” (PCS) nei processi organizzativi e operativi e nelle possibili interconnessioni con l'*Accounting Information System* (AIS) e *Management Control System* (MCS).

Il presente capitolo fornisce un'analisi di queste principali modalità esecutive attraverso le quali l'IT può migliorare le operazioni portuali e i processi globali. Questo capitolo, infatti, fornisce una breve *review* della regolamentazione a livello internazionale, europeo e nazionale e della letteratura sul tema delle tecnologie *smart* applicate ai porti portando alla definizione dei c.d. *smart port* nell'ottica di migliorare la loro performance anche realizzando propriamente una performance sostenibile. Si focalizza l'attenzione su una specifica piattaforma digitale centralizzata per la gestione dei flussi di traffico nella comunità portuale, quale il PCS. Tale piattaforma digitale è investigata anche illustrando la sua funzione e ruolo nell'utilizzo combinato con gli strumenti di *Accounting Information System* (AIS) e *Management Control System* (MCS). Il capitolo, inoltre, si conclude con una interessante analisi di un caso rappresentativo di *smart port*, ossia il sistema portuale di Amburgo.

7.2. Il ruolo delle “tecnologia” nella regolamentazione per porti “smart”

Il sistema di regolamentazione nell’ambito dell’industria portuale si presenta molto articolato e complesso, in quanto costituisce il risultato di interventi approfonditi e laboriosi da parte di diverse istituzioni, tra le quali la *European Port Community Systems Association* (EPCSA), l’Unione Europea (UE), l’autorità portuale pubblica e i rappresentanti dei governi nazionali.

Nell’ambito della vasta regolamentazione dei sistemi portuali si distinguono diversi livelli per le norme specifiche adottate al fine di definire ed eseguire le attività correlate (World Bank, 2007). Le normative hanno fornito dettagli riguardanti aree specifiche, come la condotta delle navi, la sicurezza, il rispetto e la protezione dell’ambiente nell’area portuale, la gestione delle informazioni e dei dati soprattutto la documentazione in relazione ai flussi di traffico e così via. Secondo la World Bank (2007), il processo di gestione delle informazioni e dei dati relativo ai flussi di traffico nei porti richiede l’adozione di tecnologie informatiche innovative, ovvero sofisticati strumenti di comunicazione e gestione. In effetti, solo i messaggi e gli strumenti digitali per la gestione dei flussi di traffico sono stati sempre più accettati dai porti moderni. Inoltre, la comunicazione e la condivisione delle informazioni tra gli utenti del porto, come la dogana, le agenzie di navigazione e le autorità portuali, sono sempre più condotte elettronicamente.

In questo scenario, le normative sul traffico introdotte dalle convenzioni IMO, le direttive UE e tutte le altre leggi e norme a livello nazionale e internazionale, possono contribuire a definire e sviluppare piattaforme digitali centralizzati per la gestione dei flussi di traffico nella comunità portuale, come ad esempio i *Port Community Systems* (PCSs).

Nel contesto europeo, più specificamente, la Direttiva UE n. 2010/65/UE ha invitato gli utenti dei porti ad adottare procedure digitali al fine di raccogliere e gestire informazioni e dati, anche nella prospettiva di migliorare e stimolare le relazioni inter-organizzative tra tutti gli attori di una comunità portuale (Bisogno *et al.*, 2015). Tale direttiva doveva essere definitivamente adottata da ciascun paese dell’UE entro agosto 2015. In effetti, la direttiva UE mira a promuovere processi di gestione e condivisione delle informazioni e dei dati più efficaci ed efficienti tra tutti gli utenti portuali, ovvero le compagnie di navigazione, i terminal, le autorità doganali e marittime. Secondo la direttiva, al fine di semplificare e omogeneizzare profondamente le formalità all’interno del mercato dell’Unione, tutti i membri dell’UE devono stimolare la cooperazione e il coordinamento tra tutti gli utenti portuali, in particolare le autorità competenti, come le dogane, il controllo delle frontiere e

le autorità di sicurezza e di trasporto. In questa direzione, l'obiettivo finale da perseguire consisteva nell'utilizzare in modo più efficace ed efficiente i sistemi elettronici di trasmissione e scambio di informazioni, riducendo anche le barriere esistenti tra la comunità del trasporto marittimo e lo spazio europeo del trasporto marittimo. Sebbene gli Stati membri abbiano dovuto adottare e diffondere i mezzi elettronici generali di trasmissione dei dati per tutte le formalità di segnalazione entro giugno 2015, questi cambiamenti significativi sono ancora in corso. In sintesi, i principali effetti derivati dalla direttiva riguardano il modo in cui i dati e le informazioni devono essere gestiti e condivisi, ovvero lo scambio di informazioni tra tutti gli utenti del porto avviene esclusivamente elettronicamente attraverso un'unica finestra al fine di adempiere alle formalità di segnalazione.

Focalizzando l'attenzione sulle relazioni inter-organizzative tra l'Autorità Portuale (AP) e tutti gli altri utenti al fine di gestire e condividere le informazioni e i dati cruciali attraverso una piattaforma digitale, alcuni studiosi hanno sottolineato che l'adozione di una visione cooperativa, superando l'alto orientamento alla competitività, in particolare tra gli attori dei porti privati e pubblici, rappresenta il fattore chiave per facilitare le relazioni inter-organizzative nella prospettiva di un obiettivo condiviso (Bisogno *et al.*, 2015). Si assiste dunque ad una crescente ricerca di strumenti più efficaci ed efficienti, tecnologie informatiche avanzate o *smart technology* per gestire e condividere informazioni e dati utili a supportare i processi decisionali delle organizzazioni, pubbliche e private, che formano un sistema portuale.

Pertanto, il quadro normativo, principalmente identificato in *United Nations Conference on Trade and Development* (UNCTAD), *International Maritime Organization* (IMO), e *European Union* (EU) (Report European Union, 2015), per "*smart port*" mira a migliorare la sostenibilità dei porti, motivare l'implementazione di nuove tecnologie e fornire standard per la valutazione delle prestazioni portuali.

Nello specifico, l'attenzione ruota intorno agli elementi chiave e i problemi associati che includono le operazioni (ad es. congestione, ritardi, errori operativi e mancanza di informazioni condivise; Braveboy, 2015), ambiente (ad es. aria, inquinamento idrico e acustico, smaltimento dei rifiuti, edilizia e attività di espansione; Acciaro *et al.*, 2014), energia (ad es. aumento del consumo di energia, aumento dei costi energetici e impatti di interruzione di energia sulle attività portuali; Abbasi *et al.*, 2019; Buiza *et al.*, 2015), sicurezza (es. Ormeaggio impatti, collisioni tra navi e colpire all'ormeaggio; Cho *et al.*, 2018; Pak *et al.*, 2015), e sicurezza (ad es. rapina a mano armata, problemi di sicurezza informatica, atti illeciti, clandestini, traffico di stupefa-

centi, uso di porti come condotto per lo spostamento di armi e attacchi terroristici; Biobaku *et al.*, 2016; Lim *et al.*, 2018).

D'altra parte, nonostante i numerosi e sporadici tentativi di fornire una definizione di “*smart port*” non ne esiste una universalmente accettata. Questo sembrerebbe essere dovuto alla mancanza di una definizione concettuale del termine “intelligente” in ambito marittimo-portuale

Secondo Molavi *et al.* (2019), l'approccio tecnologico al concetto di “*smartness*” si riferisce ai principi di “automazione”; come anche, seguendo gli studi di urbanistica il concetto “*smart*” è legato a “crescita intelligente”, cioè crescita senza depauperamento delle risorse e incremento dei costi delle strutture pubbliche (Nam & Pardo, 2011). Così, il termine “crescita intelligente” si riferisce a un approccio (pubblico o privato) alla gestione dello sviluppo che porta ad una economia avanzata senza congestione e ambientale degradazione. Essere “intelligenti” implica anche una specifica strategia associata al raggiungimento del successo politico, come ad esempio l'introduzione di “case intelligenti, edifici, aeroporti, ospedali, porti e così via” che sono dotati di dispositivi mobili.

In questa prospettiva, Molavi *et al.* (2019) definiscono “*digital port*” il porto che combina l'infrastruttura delle comunicazioni a banda larga, l'infrastruttura informatica flessibile e orientata ai servizi e i servizi innovativi per soddisfare le esigenze.

Un “porto intelligente” ha dunque tutte info-strutture di IT e le tecnologie più recenti nelle telecomunicazioni, elettronica e meccanica. Il porto è così progettato per incoraggiare il nutrimento della conoscenza, questo perché l'“infrastruttura intelligente” (software e hardware) nei porti può aumentare i livelli di efficienza operativa e di sostenibilità in tempo reale con particolare riguardo alla raccolta, elaborazione e condivisione delle informazioni. In sintesi, gli autori identificano quattro importanti “*pillars*” per individuare uno “*smart port*” e cioè: operazioni; ambiente; energia; *safety* e *security*.

Questo significa che “*smart port*” è un concetto ampio che comprende vari aspetti delle attività portuali e che le connessioni create fra più unità organizzative si connotano in funzione della progettazione dell'architettura infrastrutturale, come si realizza, ad esempio, con le piattaforme digitali fra cui PCSs.

7.3. Le funzioni del PCSs nel *framework degli “Smart port”*

L'IT e tutte le nuove tecnologie qualificabili come “*smart technologies*” assumono sempre più un ruolo cruciale nei porti, difatti, queste organiz-

zazioni percepiscono una crescente necessità di adottare strumenti IT per supportare i loro processi decisionali, in particolare con riguardo al traffico passeggeri e containerizzato. Grazie alle nuove tecnologie, i “*port users*” sono in grado di gestire dati e informazioni in merito ai flussi di merci e passeggeri e alla disponibilità delle strutture portuali in tempo reale. Inoltre, l’IT consente alle navi e ai terminal di operare insieme, assumendo un orientamento collaborativo come parte di un’infrastruttura integrata di ufficio (World Bank, 2007). In questo modo, i porti possono svolgere il controllo doganale in modo efficace ed efficiente adottando strumenti informatici (Long 2009). In quei porti che implementano l’IT, tutti i “*port users*” coinvolti, ossia l’amministrazione portuale, gli operatori portuali, i trasportatori, le dogane, gli spedizionieri, i vettori, gli agenti navali e altre organizzazioni, sono collegati elettronicamente dal sistema IT, migliorando la condivisione di informazioni e dati all’interno dell’intera comunità portuale (World Bank, 2007).

Al fine di facilitare il processo di comunicazione e lo sviluppo delle relazioni inter-organizzative tra gli attori della comunità portuale attraverso l’adozione di sistemi IT, sono state introdotte piattaforme digitali, quali i PCSs.

Diversi contributi in letteratura forniscono definizioni interessanti e variegate del concetto di PCSs, focalizzando la loro attenzione sul ruolo, sulle funzioni o sulla natura della rete. Ad esempio, Srour *et al.* (Liu, 1995; Srour *et al.*, 2008: 3) definiscono i PCSs come “hub olistici e geograficamente limitati nelle catene di approvvigionamento globali che servono principalmente l’interesse di un collettivo eterogeneo di società portuali”. In questa definizione, le società eterogenee coinvolgono principalmente gli operatori dei terminali, i vettori (marittimi, stradali e ferroviari), gli spedizionieri, le agenzie di controllo (ovvero le dogane), le autorità portuali, i vari gruppi di lobby (compresi i sindacati dei lavoratori, gli ambientalisti e altri responsabili politici) e altri azionisti nel trasporto marittimo (Srour *et al.*, 2008; Aydogdu & Aksoy, 2015). I PCSs sono stati anche definiti come reti in grado di connettere il porto con tutti gli utenti dei diversi porti all’interno e oltre i confini nazionali (Rodon & Ramis-Pujol, 2006). In alternativa, l’EPCSA (2011) concettualizza un PCS come “una piattaforma elettronica che consente la connessione di più sistemi gestiti da una varietà di organizzazioni che compongono una comunità portuale, spiegando l’integrazione di ciascuna organizzazione nel sistema della comunità portuale” (Rodon & Ramis-Pujol, 2006: 1). In effetti, alcuni studiosi hanno definito i PCSs come “reti che collegano il porto con tutte le società che lo utilizzano” (Keceli *et al.*, 2008; Keceli, 2011). Pertanto, i PCSs facilitano lo scambio rapido e sicuro di informazioni e dati tra organizzazioni private e pubbliche con l’obiettivo

specifico di migliorare la competitività dei porti (Vincent, 2003: 2-4) e, allo stesso tempo, questa piattaforma elettronica è in grado di omogeneizzare utenti portuali e autorità marittime diversi e variegati, quali vettori (marittimi, stradali e ferroviari), spedizionieri, agenzie di controllo (ad esempio dogane), autorità portuali e vari gruppi di lobby (compresi sindacati dei lavoratori, ambientalisti e altri responsabili politici) (Iacovou *et al.*, 1995).

I PCSs consentono “uno scambio di informazioni facile, rapido ed efficiente” (Srouf & Ruoff, 2004: 1), ovvero le dichiarazioni doganali, la gestione elettronica di tutte le informazioni relative alle operazioni organizzative e operative per le attività di importazione ed esportazione, la tracciabilità dei flussi di traffico lungo la catena di approvvigionamento, i rapporti e le statistiche e così via (Srouf & Ruoff, 2004). L’adozione dei PCSs mira a ridurre le pratiche burocratiche, migliorare la qualità dei dati, integrare i dati tra le diverse parti interessate e supportare la gestione delle operazioni portuali. Pertanto, i PCSs promuovono lo scambio rapido e sicuro di informazioni tra organizzazioni con l’obiettivo specifico di migliorare la competitività dei porti (Tsamboulas *et al.*, 2012; Carlan *et al.*, 2015, 2016).

Inoltre, PCSs facilitano la collaborazione e l’integrazione, consentendo ai membri della comunità di accedere immediatamente ai dati rilevanti e di interagire e controllare i dati, migliorandone la qualità tra le parti interessate e impedendo la replica (Hoffer *et al.*, 2005). Allo stesso modo, Carlan *et al.* (2015: 1) definiscono PCSs come “una piattaforma elettronica che collega i molteplici sistemi di comunicazione di ciascuno dei suoi membri”. Questa definizione si basa sui principali compiti attribuiti ai PCSs, che consistono nel migliorare l’efficienza delle operazioni portuali e aumentare la competitività lungo la catena di approvvigionamento terra-mare, che richiede la cooperazione tra tutte le parti interessate private e pubbliche. Pertanto, tutti i “*port users*”, e più in generale tutti gli *stakeholder*”, si ritrovano a cooperare e collaborare attraverso i PCSs su processi operativi in comune.

Gli attori della comunità portuale, grazie ai PCS, sono in grado di gestire dati e informazioni in tempo reale e senza carte e dossier sui flussi di traffico, collaborando come parte di un’infrastruttura integrata (Iacovou *et al.*, 1995; Keceli *et al.*, 2008; Carlan *et al.*, 2015; 2016). Allo stesso tempo, alcuni attori mostrano però ancora resistenze nell’adottare i PCSs sebbene gli studiosi e gli operatori abbiano riconosciuto un ruolo rilevante a tale nuovo sistema (Keceli *et al.*, 2008) come avviene per alcuni importanti porti in Germania, Francia, Regno Unito, Stati Uniti, Singapore e così via (Srouf *et al.*, 2007; Keceli *et al.*, 2008; Carlan *et al.*, 2015; 2016).

In breve, tutti i tipi di architettura dei PCSs, indipendentemente dalla loro definizione, sono prevalentemente caratterizzati dall’adozione di Electronic

Data Interchange (EDI), soprattutto da parte di porti che sopportano costi elevati per gli investimenti iniziali (Iacovou *et al.*, 1995). Questo significa che per i porti di piccole dimensioni le sfide per attuare l'EDI appaiono più complesse (Muller, 1999; Peterson, 2003; Srouf & Ruoff, 2004; Srouf *et al.*, 2007; Di Vaio & Varriale, 2016).

7.4. I PCSs nell'ambiente MCS-AIS

La letteratura prevalente focalizzata sui PCSs sottolinea che questi sistemi sono implementati da alcuni porti importanti in diversi paesi del mondo (ad esempio Germania, Francia, Regno Unito, Spagna, Belgio, Cina, Stati Uniti, Paesi Bassi, Corea del Sud e Singapore) (Srouf *et al.*, 2008; Keceli *et al.*, 2008). Alcuni studiosi hanno sistematicamente analizzato i principali contributi della letteratura sull'adozione dei PCSs da parte dei porti dal 1994 al 2011, evidenziando che l'adozione si è basata principalmente sui costi e sui benefici dei PCSs (Carlan *et al.*, 2016). I risultati di questa *review* hanno anche evidenziato che ci sono molti studi di natura descrittiva (Donselaar & Kolkman, 2010; Tijan & Sasa, 2014), basati su casi di studio o una metodologia di analisi comparativa, mentre pochi studi sono gli studi focalizzati sui principali porti operativi maggiormente interessati dalle piattaforme digitali (Wan *et al.*, 1992; Kia *et al.*, 2000; Paik & Bagchi, 2000; Bagchi & Paik, 2001; Golob & Regan, 2001; Angeles, 2005; Crainic, Gendreau & Potvin, 2009; Keceli, 2011; Alderton & Saieva, 2013; Wu *et al.*, 2013), nonché studi circoscritti si concentrano sull'identificazione di indicatori di performance (Duran & Cordova, 2012).

Inoltre, la letteratura mostra che i primi porti che hanno adottato tali piattaforme sono in Germania (Amburgo e Brema), Francia (Le Havre), Regno Unito (Felixstowe) e Singapore. Tra questi diversi porti, Portnet nel porto di Singapore è la piattaforma PCSs maggiormente investigata nella letteratura a causa del suo modello organizzativo e delle sue peculiarità; infatti, questa piattaforma presenta elevati livelli di sviluppo che consentono al sistema di comunità portuale rappresentativo e al sistema operativo terminale (CITOS) e al sistema di dichiarazione personalizzata (TradeXchange) del governo di Singapore di essere strettamente collegati (Keceli *et al.*, 2008). Inoltre, altri porti hanno adottato le piattaforme della comunità portuale, come i porti di Los Angeles e Long Beach (USA) che hanno adottato eModal; i porti di Amsterdam e Rotterdam (Paesi Bassi) che sono stati rispettivamente implementati prima di Portnet e poi di Portbase; il porto di Hong Kong (Cina) che è un porto pubblico (porto di servizio) in cui è stato implementato prima Trade-

link e poi OnePort (Keceli *et al.*, 2008; Carlan *et al.*, 2015). Il lento sviluppo di questi sistemi potrebbe essere giustificato considerando gli alti costi dell'investimento (Carlan *et al.*, 2015) e anche altre variabili, come la formazione e l'istruzione, invece la dimensione dei porti non sembra davvero cruciale per influenzare la scelta di adottare i PCSs (Keceli *et al.*, 2008).

La presenza di infrastrutture tecniche più avanzate nei porti facilita in modo significativo l'adozione di PCSs perché i dipendenti sono più a loro agio e in grado di utilizzare le piattaforme, soprattutto a causa della loro maggiore esperienza e crescente conoscenza esclusiva dei PCS. D'altra parte, la maggior parte degli studi ha dimostrato che la fiducia diventa sempre più rilevante quando l'affidabilità del sistema tende a diminuire (Keceli *et al.*, 2008).

Partendo da tali considerazioni, matura anche la necessità di studiare a fondo gli effetti di tali tecnologie sulle operazioni portuali in termini di processi, e in particolare sui processi di relazione inter-organizzativa nella filiera di approvvigionamento marittimo-terrestre, anche con riferimento ai sistemi di controllo, quali Management Control Systems (MCS) (Di Vaio & Varriale, 2016). In questa prospettiva di analisi, alcuni studiosi hanno riconosciuto il software come il principale fattore nella gestione e nel supporto della condivisione di conoscenze, informazioni e dati, a causa del ruolo cruciale svolto dal controllo come motore chiave per il funzionamento efficace del processo di gestione (Marchi, 1993; Mancini, 2010). Grazie a un sistema informativo integrato, la gestione e lo scambio di informazioni consentono il coordinamento e il controllo delle attività tra le aziende in qualsiasi settore di attività economica (Choe, 2008). Inoltre, al fine di stimolare i partner ad assumere comportamenti "orientati alle prestazioni" e coordinare il processo di informazione input-output all'interno della relazione, il controllo nelle relazioni inter-organizzative svolge un ruolo cruciale (Dekker, 2004).

Nell'ambito dei sistemi portuali e nella complessiva *sea-land supply chain* sono stati adottati strumenti IT innovativi per raccogliere e gestire le informazioni e i dati dei flussi di traffico. I sistemi di gestione contabile e di controllo possono facilitare e supportare tutti i processi organizzativi, in particolare il processo decisionale, nella comunità portuale raccogliendo e analizzando informazioni e dati. Diversamente, negli ultimi due decenni, come già evidenziato, il ruolo dell'IT nei sistemi portuali è stato ampiamente riconosciuto dalla maggior parte degli studiosi (Kia *et al.*, 2000; Lee-Partridge *et al.*, 2000; Park *et al.*, 2005); infatti, l'IT costituisce una parte cruciale nel miglioramento dei sistemi operativi nella movimentazione delle merci e dei passeggeri con riferimento al trasferimento e al trattamento di ampi volumi di dati all'interno delle organizzazioni portuali (Kia *et al.*, 2000). Allo stesso modo, il sistema informativo di gestione portuale è molto importante, soprat-

tutto a causa del coinvolgimento di operatori privati nella *ownership structure* delle aziende concessionarie di infrastrutture, a causa della complessità dei dati e delle informazioni da gestire (Park *et al.*, 2005).

In passato, gli utenti portuali usavano solitamente metodi cartacei, come l'invio di fax o il ritiro di documenti direttamente per la consegna delle merci così come ad un continuo ricorso alle e-mail, grazie al canale Internet, per inviare i documenti. Tuttavia, le informazioni e i dati dovevano essere digitati di nuovo ogni volta nei sistemi informativi del porto, richiedendo più tempo e aumentando il rischio di commettere errori nella fase di imputazione dati (Keceli *et al.*, 2008). Perciò, la tecnologia adottata dagli utenti dei porti ha offerto vantaggi interessanti e rilevanti nella comunità portuale, in particolare considerando le tecnologie informatiche integrate utili per i sistemi di controllo di gestione (MCS). In questa direzione, la gestione e la condivisione delle informazioni e dei dati relativi ai processi all'interno della comunità portuale richiedono maggiore attenzione per essere effettivamente fornite. Pertanto, la comunità portuale deve gestire e condividere molte informazioni, sia interne che esterne, rendendo più complesso il processo decisionale (Kia *et al.*, 2000).

I PCSs, gestendo dati i più player, forniscono una funzione più ampia rispetto ai sistemi di MCS nella comunità portuale, infatti possono controllare e riportare le attività di tutti gli attori della comunità portuale in base al modello infrastrutturale della stessa piattaforma (Langfield-Smith, 1997; Langfield-Smith & Smith, 2003). In questa prospettiva, combinando i PCS e i sistemi MCS si potrebbero creare condizioni positive per il miglioramento delle relazioni tra l'Autorità Portuale (AP) e tutti gli utenti della comunità portuale, rendendo anche più efficaci ed efficienti i diversi modelli organizzativi portuali.

Nello scenario tradizionale in cui gli utenti portuali si ritrovavano ad utilizzare metodi cartacei (Keceli *et al.*, 2008), l'adozione della tecnologia offre vantaggi interessanti e rilevanti nella comunità portuale, in particolare considerando le tecnologie integrate di formazione utili per i sistemi di informazione contabile (AIS).

Gli attori nella comunità portuale possono così ottenere – se opportunamente condivisi – conoscenze e dati rilevanti con dettagli sulle aree contabili e finanziarie e, di conseguenza, sul valore dei porti. In conclusione, l'AIS può lasciare che i dati e le informazioni “parlino da soli” tra tutti gli utenti, supportando il loro processo decisionale. L'implementazione di un sistema informativo integrato, piuttosto che l'uso di fogli di calcolo, consente alle aziende di produrre informazioni di qualità superiore diventando più rapide ed efficienti. La maggior parte degli studi teorici ed empirici mostra gli effetti

positivi, in termini anche di sostenibilità economico-ambientale, dell'IT sulla performance delle aziende evidenziando il ruolo chiave per supportare le attività di contabilità di gestione e facilitare lo scambio di informazioni tra aziende pubbliche e private (Rom & Rohde, 2007).

Cosicché i PCSs, posti a confronto con l'AIS nella comunità portuale, sembrerebbero fornire una funzione più ampia che consiste nel controllo e nella comunicazione delle attività di tutti gli attori della comunità portuale a seconda del modello infrastrutturale della stessa piattaforma. In questa direzione, la combinazione tra AIS e PCS potrebbe creare condizioni positive in grado di migliorare le relazioni tra l'autorità portuale e tutti gli utenti della comunità portuale. In effetti, nella filiera terra-mare appare interessante indagare come l'adozione dell'IT, in particolare piattaforme digitali come PCSs, apporti cambiamenti, ripensando la catena di approvvigionamento interpretandola come un ambiente nuovo e ridisegnato. Allo stesso tempo, si potrebbe considerare la combinazione del PCS con AIS e MCS. Sarebbe, quindi, opportuno dimostrare come le intersezioni e le connessioni tra tutti gli attori all'interno e oltre la filiera siano cambiate in seguito all'adozione delle piattaforme digitali anche con riferimento alla funzione di *accounting e reporting*.

7.5. Il sistema portuale di Amburgo¹

Il sistema portuale di Amburgo (da questo momento *Hamburg port*) rappresenta uno dei casi più emblematici in cui investigare il tema oggetto di studio del presente capitolo. Tale porto, infatti, costituisce una esperienza di grande successo davvero rappresentativa in termini di adozione di un sistema digitale integrato, attraverso i PCSs, in cui si opera anche per avere un sistema informativo tale da poter essere integrato con AIS e MCS.

Lo studio è stato condotto attraverso un'analisi di una vasta documentazione (articoli scientifici, report di settore, documenti pubblicati) e raccolta di informazioni e dati anche attraverso sito web dello stesso *Hamburg port*, nonché altri siti ufficiali di riferimento di carattere specialistico nel settore marittimo-portuale.

Hamburg port mostra un totale orientamento alle *smart technologies* infatti ha da anni adottato un sistema di gestione del porto basato su una piattaforma digitale e “intelligente” che consente l'interfaccia interna ed esterna

¹ Per un approfondimento delle informazioni circa gli aspetti descrittivi di “smartPORT” si rinvia al seguente link: <https://www.hamburg-port-authority.de/>.

con tutti gli operatori e *stakeholder* coinvolti nelle proprie operazioni e processi organizzativi e gestionali per il traffico merci e passeggeri (Report European Union, 2018).

L'Autorità Portuale di Amburgo (APA, *Hamburg Port Authority* – HPA) è, infatti, considerata come rappresentativa di una buona pratica in un'ottica di “*smart port*” anche in relazione alla realizzazione di una performance sostenibile. *Hamburg's smart port*, cioè il “porto intelligente” di Amburgo guidato da HPA è orientato alla crescita economica sostenibile massimizzando il valore per i clienti e riducendo al minimo gli impatti ambientali attraverso la sua filosofia “*smartPORT*”. In tale porto, così come in altre realtà portuali di successo qualificabili come “*smart port*”, le buone pratiche sono finalizzate a migliorare i sottosistemi di gestione del porto stesso, nonché a contribuire alle esternalità favorevoli (soluzioni di rete tra attori portuali, politiche e regolamenti applicabili).

“*smartPORT*”, che si basa sul concetto di “*Intelligent networking*”, appare come una piattaforma digitale molto più ampia dei PCSs – che si erigono principalmente sulla gestione documentale relativa ai processi di importazione ed esportazione – ed è identificabile in un sistema di gestione portuale intelligente (*intelligent port management system*) che comprende una varietà di progetti diversi. Una delle sue principali aree di interesse è la modellizzazione e la pianificazione dei processi logistici e dei sistemi di traffico, nonché l'infrastruttura del porto e delle aree circostanti. Il progetto logistico “*smartPORT*” riguarda la creazione di soluzioni intelligenti per il flusso di trasporto e merci nel porto di Amburgo, sia dal punto di vista economico che ambientale. Nel caso investigato, il concetto di “*smartPORT*” è rilevante per la gestione dei porti principalmente con riferimento a due campi, *smartPort Logistics* e *smartPort Energy*. Lo “*smartPORT*” consente una raccolta ottimale dei dati e un rapido scambio di informazioni, permettendo ai fornitori di servizi logistici di trasporto, agli spedizionieri e agli agenti, di poter scegliere la modalità di trasporto più efficiente. Il concetto di “*smartPORT*” potrebbe essere adattabile e trasferito anche ad altre aree di intervento, a condizione che siano disponibili tutti i requisiti e gli standard tecnici. *Hamburg port* dunque, attraverso reti e digitalizzazione all'avanguardia, si identifica esso stesso nello “*smartPORT*”.

SmartPort Logistics combina aspetti economici ed ecologici in tre sotto-settori: flussi di traffico, infrastrutture e flusso di merci. Un centro intermodale *PortTraffic* per il trasporto marittimo, ferroviario e stradale costituisce la base per collegare in rete il flusso del traffico. Il collegamento, attraverso la creazione di una rete intelligente, è un prerequisito per un trasporto regolare ed efficiente nel porto di Amburgo e, in definitiva, per il flusso di merci:

un'acquisizione ottimale dei dati e una rapida condivisione delle informazioni consentono ai gestori della logistica, ai vettori e agli agenti di selezionare i mezzi di trasporto più efficienti per le loro merci; *smartPort Energy* aiuta a limitare la sua dipendenza dalla potenza generata in modo convenzionale, nonché permette di ridurre le emissioni e risparmiare denaro. Si concentra su tre aree principali: energie rinnovabili, efficienza energetica e mobilità. Pertanto, è anche uno degli obiettivi promuovere la mobilità rispettosa dell'ambiente e promuovere una riduzione del consumo di energia.

L'APA ha sviluppato le seguenti specifiche aree di intervento attraverso le quali si esplica il suo modello di "*smartPORT*": navigazione in tempo reale; potere puntuale delle energie rinnovabili; punto ferroviario intelligente; sensore universale mobile; manutenzione intelligente; deposito virtuale; *Port Monitor*; mobilità elettronica nel porto; parcheggio per professionisti; energie rinnovabili.

Con riferimento alla navigazione in tempo reale, poiché migliaia di camion attraversano quotidianamente *Hamburg port*, al fine di garantire che il traffico possa scorrere in modo efficiente, APA combina vari servizi e funzioni. Chiunque guidi intorno al porto beneficia di una navigazione personalizzata. Oltre alle informazioni sulla situazione del traffico all'interno e intorno al porto, è possibile avere accesso anche alle informazioni su parcheggi e infrastrutture, chiusure di ponti mobili, nonché le ultime informazioni su operazioni importanti.

Il concetto di "*smartPORT*" è stato sviluppato per coordinare in modo efficiente il traffico crescente e i flussi di merci nel porto e per creare una rete. Come porto interno, *Hamburg port* deve affrontare la sfida incrementare la produttività dei container in un'area limitata e non espandibile. Insieme a SAP e T-Systems è stato sviluppato anche il sistema di informazione e comunicazione basato su *cloud SPL*, aperto a tutti i soggetti coinvolti nella catena di trasporto. In questo modo, aziende, partner e clienti di *Hamburg port* possono collegarsi in rete e coordinare i loro processi in tempo reale. L'attuale situazione del traffico viene, inoltre, visualizzata in tempo reale. Lo sviluppo di "*smartPORT*" ha funzionato anche in parallelo con la digitalizzazione della città di Amburgo, che si stava muovendo verso un modello di città intelligente.

L'APA ha gestito alcuni ostacoli, come ad esempio, la limitata presenza di utenti per la piattaforma logistica di "*smartPORT*". Ciò dimostra anche che è necessario integrare costantemente le diverse parti interessate coinvolte nel processo di elaborazione di tale concetto per garantire che venga utilizzato a lungo termine. In questo esempio di buone pratiche, la partnership svolge un ruolo importante, in quanto lo sviluppo di "*smartPORT*" è stato un processo

continuo e costantemente sviluppato. Sono coinvolti numerosi partner diversi, ad esempio università, società di software (SAP) e partner commerciali.

Il concetto di “*smartPORT*” potrebbe essere adattabile ad altri porti, ma solo nel caso in cui sussistano tutti i requisiti e standard tecnici. Sebbene la maggior parte dei porti sia consapevole della necessità di promuovere l’integrazione digitale, solo pochi hanno agito in modo proattivo per diventare uno “*smartPORT*”. Anche i porti europei con il più alto livello di implementazione della *smart technologies* (nello specifico *Internet of Things*, IoT), oggi usano la tecnologia principalmente per l’analisi adattativa.

La tecnologia e l’innovazione, come IoT, sono la forza trainante della produttività di “*smartPORT*”. Questo tipo di tecnologia, sotto forma di infrastruttura fisica e IT, appare come il miglior modo per vedere i benefici in un ambiente portuale intelligente.

L’interazione tra la tecnologia dei sensori, i sistemi di raccolta e analisi, previsione e informazione, offrono enormi miglioramenti in termini di efficienza. Quindi, si può vedere che non c’è solo un vantaggio per le aziende, ma “*smartPORT*” fornisce anche un importante contributo all’ambiente, consentendo all’APA e a tutti gli attori della vasta filiera di poter realizzare performance sostenibili.

L’APA ha anche introdotto il sensore universale mobile, ossia lo sviluppo di un sensore GPS mobile che inoltra in modalità wireless i dati al sistema IT così da consentire di rispondere ad alcuni interrogativi, come ad esempio: Quale veicolo di emergenza è più vicino all’incidente? Tale sensore universale intelligente è previsto non solo per la flotta intelligente, ma si prevede l’utilizzo anche per altre misurazioni, quali temperatura, velocità e direzione del vento, inquinamento dell’aria e così via.

All’interno di *Hamburg port* si assiste anche ad una manutenzione intelligente, dove l’infrastruttura nel porto di Amburgo è monitorata mediante dispositivi mobili, come *tablet* o *smartphone*. Quando controllano strade, ponti e binari, questi dispositivi inviano automaticamente misurazioni ai sistemi IT a valle, dove i dati vengono elaborati, archiviati e modificati. L’obiettivo è rendere i processi di manutenzione più efficaci ed efficienti e migliorare la qualità delle notifiche.

Nell’ambito del deposito virtuale, in risposta al dannoso fenomeno ambientale dei viaggi in camion con container vuoti, l’APA ha sviluppato il cosiddetto deposito virtuale per ottimizzare il movimento dei contenitori vuoti tra le società di imballaggio. Il sistema *cloudased* informa gli operatori partecipanti su quali contenitori devono essere riconsegnati al deposito. In tal caso, la società di imballaggio richiede direttamente i container, e come risultato, non si registrano più viaggi vuoti non necessari al deposito.

Il software della sala di controllo, *Port Monitor*, consente di tenere aggiornati tutti gli stakeholder nel porto di Amburgo. Numerose informazioni vengono raccolte a livello centrale e sono anche accessibili da remoto, come schede elettroniche, posizioni delle navi, dati sul livello dell'acqua, ormeggi, siti di costruzione attuali, immersioni pianificate e altezze e larghezze dei ponti. Informazioni importanti sono, quindi, sempre accessibili a tutti coloro che sono coinvolti sulla terra e in acqua.

Nell'ottica di mobilità elettronica nel porto (*e-Mobility in the port*), i veicoli elettrici stanno diventando sempre più comuni nel trasporto su strada. L'APA sta inoltre rivedendo i modi per estendere la mobilità elettronica al traffico passeggeri e merci completamente in tutta l'area. L'APA sta quindi spingendo molto verso con l'infrastruttura di ricarica, in collaborazione con gli operatori dei pilastri di ricarica pubblici. Al terminal delle navi da crociera, l'APA prevede di utilizzare i taxi elettronici preferenziali.

Grazie al sistema di parcheggio per professionisti, è possibile sapere sempre dove si trova il parcheggio gratuito più vicino e preferibilmente prenotandolo, l'APA mira a soddisfare questo requisito con l'App di logistica "*smartPORT*" per i camion. La sua gestione completa dei parcheggi garantisce un utilizzo ottimale degli spazi di parcheggio per camion esistenti e futuri all'interno del porto. Le caratteristiche del sistema includono il rilevamento e la gestione dei parcheggi, in particolare al fine di alleviare la pressione nei distretti delle città vicine.

Concentrandosi sulle tecnologie innovative, l'APA sta assumendo un ruolo pionieristico in Germania sulla questione di un'inversione di tendenza nella politica energetica. Al centro di ciò vi è l'uso efficiente e l'espansione delle reti esistenti, e soprattutto le opzioni per la generazione di energie rinnovabili. L'APA sta attualmente rivedendo l'energia eolica e solare e persino la bioenergia, perché dopo tutto si accumulano anche grandi quantità di biomassa nell'area del porto e nei dintorni. Sviluppare uno "*smartPORT*" non è facile. È un approccio graduale in cui un porto trasforma la sua modalità operativa da reattiva (porta automatizzata) a proattiva (porta intelligente) e infine a un porto predittivo (*smart port*).

Inoltre, la comunicazione machine-to-machine (M2M) tra i dispositivi combinata con l'analisi dei dati multiplatforma consente ai dispositivi di interagire tra loro, proprio come gli umani hanno interagito su Internet negli ultimi dieci anni. Come investimento nell'infrastruttura "*smartPORT*", l'APA sta incorporando sensori e capacità comunicative nelle principali attività materiali del porto. Ciò include l'illuminazione intelligente, che illumina solo le aree necessarie, in base al rilevamento del movimento, che consente di risparmiare sui costi energetici. Inoltre, in futuro l'illuminazione po-

trebbe essere regolata automaticamente in modo da porre maggiore enfasi su oggetti o luoghi specifici che richiedono attenzione durante un'attività, alimentati da un sistema intelligente che sa esattamente quale tipo di attività si sta svolgendo.

Oltre il coinvolgimento nel porto intelligente, nella città e nello stato di Anche Amburgo e il Ministero federale dei trasporti, dell'edilizia e dello sviluppo urbano svolgono naturalmente un ruolo fondamentale per il porto redditività economica attraverso la manutenzione e l'espansione delle infrastrutture di trasporto interno e l'espansione e l'ammodernamento dei parchi industriali al di fuori dell'area portuale.

Oltre alle partnership pubbliche, l'APA ha anche formato una serie di partnership private con fornitori di tecnologia per lo sviluppo della porta intelligente, per consentire la realizzazione di soluzioni personalizzate completamente integrate. I principali fornitori di soluzioni IT di HPA sono Cisco, SAP e Deutsche Telekom.

7.6. Considerazioni conclusive

Questo studio contribuisce alla letteratura esistente sul tema "*smart port*" con l'impiego delle *smart technologies* e specificamente attraverso l'analisi di una piattaforma digitale integrata, "*smartPORT*", che permette di organizzare e gestire le operazioni e i processi del sistema portuale e dell'intera filiera mare-terra in modo efficace ed efficiente anche in ottica di una performance sostenibile.

L'attenzione si è focalizzata sui PCSs che rappresenta una piattaforma digitale in grado di favorire il coordinamento nelle relazioni tra gli utenti dei porti. Il PCS attraverso l'adozione di interventi e soluzioni innovativi supportati dalle nuove tecnologie, consente, quindi, di raggiungere elevati livelli di prestazione anche nel rispetto della sostenibilità.

L'analisi del caso Hamburg port ci consente di rappresentare in modo più ampio il ruolo delle piattaforme digitali integrate ad altre *smart technologies* che formano un ambiente denominato "*smartPORT*", la cui funzione di raccolta, gestione, rendicontazione e prevalentemente di coordinamento delle informazioni può "sposarsi" con i sistemi di AIS e MCS.

L'APA costituisce un esempio di primo piano in cui si assiste alla formazione di uno "*smartPORT*" che attraverso diverse aree di intervento mirate riesce a conseguire anche obiettivi di sostenibilità soprattutto ambientale ed economica. Tra l'altro tale esperienza sottolinea anche come l'adozione di tecnologie avanzate consente di migliorare l'efficienza organizzativa portan-

dola ai massimi livelli attraverso l'adozione di sistemi di *accounting* e di controllo efficaci, quali AIS e MCS. Infatti, il sistema impiegato *Hamburg port* è qualificabile come un'architettura del sistema di relazioni inter-organizzative di tipo *hub* di orchestrazione centrale, tale da consentire la possibilità di connettersi a molti utenti all'interno e all'esterno della comunità portuale con collegamenti minimi.

Bibliografia

- Abbasi, S., Barati, M., & Lim, G. J. (2019), A parallel sectionalized restoration scheme for resilient smart grid systems. In *IEEE Transactions on Smart Grid*, 10(2), 1660-1670.
- Acciaro, M., Vanelslander, T., Sys, C., Ferrari, C., Roumboutsos, A., Giuliano, G., & Kapros, S. (2014), Environmental sustainability in seaports: a framework for successful innovation. In *Maritime Policy & Management*, 41(5), 480-500.
- Alderton, P., & Saieva G. (2013), *Port management and operations*. Taylor & Francis.
- Angeles, R. (2005). RFID technologies: supply-chain applications and implementation issues. In *Information systems management*, 22(1), 51-65.
- Aydogdu Y. V., & Aksoy S. (2015). A study on quantitative benefits of port community systems. In *Maritime Policy & Management*, 42(1), 1-10.
- Bagchi, P. K., & Paik, S. K. (2001). The role of public-private partnership in port information systems development. In *International Journal of Public Sector Management*, 14(6), 482-499.
- Baihaqi, I., & Sohal, A. S. (2013). The impact of information sharing in supply chains on organisational performance: an empirical study. In *Production Planning & Control*, 24(8-9), 743-758.
- Baird, A. (1995). Privatisation of trust ports in the United Kingdom: review and analysis of the first sales. In *Transport Policy*, 2(2), 35-143.
- Biobaku, T., Lim, G. J., Bora, S., Cho, J., & Parsaei, H. (2016). An optimal sonar placement approach for detecting underwater threats under budget limitations. *Journal of Transportation Security*, 9(1-2), 17-34.
- Bisogno, M., Nota, G., Saccomanno, A., & Tommasetti, A. (2015). Improving the efficiency of Port Community Systems through integrated information flows of logistic processes. In *The International Journal of Digital Accounting Research*, 15, 1-31.
- Braveboy, J. A. (2015). *Worldwide Seaport Congestion. Master's Capstone Thesis. Master's thesis*, American Public University, Charles Town, WV.
- Buiza, G., Cepolina, S., Dobrijevic, A., del Mar Cerbán, M., Djordjevic, O., & González, C. (2015). Current situation of the Mediterranean container ports regarding the operational, energy and environment areas. In *2015 International Conference on Industrial Engineering and Systems Management (IESM)*, 530-536.

- Carlan, V., Christa, S. & Thierry V. (2015). *Port Community Systems costs and benefits: from competition to collaboration within the supply chain*, 1-27. Paper presented at WCTRS-SIG2 (11-12/5/2015), Antwerp.
- Carlan, V., Sys, C., & Vanelslander T. (2016). How port community systems can contribute to port competitiveness: Developing a cost-benefit framework. In *Research in Transportation Business & Management*, 19, 51-64.
- Cho, J., Lim, G. J., Kim, S. J., & Biobaku, T. (2018). Liquefied natural gas inventory routing problem under uncertain weather conditions. In *International Journal of Production Economics*, 204, 18-29.
- Choe, J. M. (2008). Inter-organizational relationships and the flow of information through value chains'. In *Information & Management*, 45, pp. 444-450.
- Crainic, T. G., Gendreau, M., & Potvin J. Y. (2009). Intelligent freight-transportation systems: Assessment and the contribution of operations research. In *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 17(6), 541-557.
- Dekker, H. C. (2004). Control of inter-organizational relationships: evidence on appropriation concerns and coordination requirements. In *Accounting, Organizations and Society*, 29(1), 27-49.
- Di Vaio, A., & Varriale, L. (2016). Information management and control systems in the port community: insights and challenges from regulations. In *International Journal of Auditing Technology*, 3(2), 113-127.
- Di Vaio, A., & Varriale, L. (2017). AIS and reporting in the port community systems: an Italian case study in the landlord port model. In *Reshaping Accounting and Management Control Systems*, 153-165, Springer, Cham.
- Donselaar, P. W. V., & Kolkman, J. (2010). Societal costs and benefits of cooperation between port authorities. In *Maritime Policy and Management*, 37(3), 271-284.
- Duran, C., & Cordova, F. (2012). Conceptual analysis for the strategic and operational knowledge management of a port community. In *Informatica Economica*, 16(2), 35-44.
- EPCSA (2011). *The role of Port Community Systems in the development of the Single Window*. White Paper.
- European Port Community Systems Association (EPCSA), White Paper (2011). *The role of Port Community Systems in the development of the Single Window*.
- Fernande'z-Alles, M. D. L. L., & Valle-Cabrera R. (2006). Reconciling institutional theory with organizational theories; How neoinstitutionalism resolves five paradoxes. In *Journal of Organizational Change Management*, 19(4), 503-517.
- Ferretti, M., & Schiavone, F. (2016). Internet of Things and business processes redesign in seaports: The case of Hamburg. In *Business Process Management Journal*, 22(2), 271-284.
- Forward, K. (2003). *Recent developments in port information technology*. London: Digital ship Ltd.
- Golob, T. F., & Regan, A. C. (2001). Impacts of information technology on personal travel and commercial vehicle operations: research challenges and opportunities. In *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 9(2), 87-121.
- Grandori, A. (2001). *Organization and economic behavior*, Routledge Press, London.

- Heilig, L., Schwarze, S., & Voß S. (2017). An analysis of digital transformation in the history and future of modern ports. In *Proceedings of the 50th Hawaii International Conference on System Sciences "Intelligent Decision Support and Big data for Logistics and Supply Chain Management"*. (available at <https://aisel.aisnet.org/cgi/viewcontent.cgi?article=1198&context=hicss-50>).
- Hoffer, A., George, J. F., & Valacich, J. S. (2005). *Modern systems analysis and design*. Upper saddle River, NJ: Pearson Education.
- Iacovou, C. L., Benbasat, I., & Dexter, A. S. (1995). Electronic data interchange and small organizations: Adoption and impact of technology. *MISQ Quarterly*, 19(4), 465-485.
- IMO (2005). Casualty-Related Matters, Reports on Marine Casualties and Incidents: Revised harmonized reporting procedures – reports required under SOLAS regulation I/21 and MARPOL 73/78, articles 8 and 12. London (MSC-MEPC.3/Circ.1).
- Jimenez-Martinez, J., & Polo-Redondo, Y. (2004). The influence of EDI adoption over its perceived benefits. In *Technovation*, 24(1), 73-79.
- Joszczuk-Januszewska, J. (2012). The Benefits of Cloud Computing in the Maritime Transport. In: Mikulski J. (eds.). *Telematics in the Transport Environment. TST 2012. Communications in Computer and Information Science*, 329, 258-266. Springer, Berlin, Heidelberg.
- Joszczuk-Januszewska, J. (2013). Importance of Cloud-Based Maritime Fleet Management Software. In: Mikulski, J. (eds.). *Activities of Transport Telematics. TST 2013. Communications in Computer and Information Science*, 395, 450-458. Springer, Berlin, Heidelberg.
- Joszczuk-Januszewska, J. (2014). *Development a cloud-based ship management platforms*. Archives of Transport System Telematics, 7.
- Kaplan, R. S., & Norton, D. P. (2000). Having trouble with your strategy? Then map it', in Focus Your Organization on Strategy-with the Balanced Scorecard. In *Harvard Business Review*, 51-61.
- Kaplan, R. S., & Norton, D. P. (1996). Using the balanced scorecard as a strategic management system'. In *Harvard Business Review*, 74(1), 75-85.
- Keceli, Y., Choi, H. R., Cha, Y. S., & Aydogdu, Y. V. (2008). A Study on Adoption of Port Community Systems According to Organization Size' in *Proceedings of Third 2008 International Conference on Convergence and Hybrid Information Technology*, IEEE Computer Society Washington, DC, USA, 493-501.
- Keceli, Y. (2011). A proposed innovation strategy for Turkish port administration policy via information technology. In *Maritime Policy and Management*, 38(2), 151-167.
- Kia, M., Shayan, E., & Ghotb, F. (2000). The importance of information technology in port terminal operations. In *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 30 (3/4), 331-344.
- Langfield-Smith, K. (1997). The management control systems and strategy: A critical review'. In *Accounting, Organizations and Society*, 22(2), 207-232.
- Langfield-Smith, K., & Smith, D. (2003). Management control systems and trust in outsourcing relationships'. In *Management Accounting Research*, 14, 281-307.

- Lee-Partridge, J. E., Teo, T. S., & Lim, V. K. (2000). Information technology management: the case of the Port of Singapore Authority. In *The Journal of Strategic Information Systems*, 9(1), 85-99.
- Lim, G. J., Cho, J., Bora, S., Biobaku, T., & Parsaei, H. (2018). Models and computational algorithms for maritime risk analysis: a review. In *Annals of Operations Research*, 271(2), 765-786.
- Liu, Z. (1995). Owner and productive efficiency: The experience of British ports. In McConville, J., & Sheldrake, J. (eds.). *Transport in transition: Aspects of British and European experience*, 163-182. Aldershot: Avebury.
- Long, A. (2009). Port community systems. In *World Customs Journal*, 3(1), 63-72.
- Mancini, D. (2010). *Il sistema informativo e di controllo relazionale per il governo della rete di relazioni collaborative d'azienda*, Giuffrè, Milano.
- Marchi, L. (1993). *I sistemi informativi aziendali*, Giuffrè, Milano.
- Molavi, A., Lim, G. J., & Race, B. (2019). A framework for building a smart port and smart port index. In *International Journal of Sustainable Transportation*, 1-13.
- Muller, G. (1999). *Intermodal Freight Transportation. Eno Transportation Foundation and Intermodal Association of North America*, Washington, DC.
- Nam, T., & Pardo, T. A. (2011). Conceptualizing smart city with dimensions of technology, people, and institutions. In *Proceedings of the 12th annual international digital government research conference: digital government innovation in challenging times*, 282-291. ACM.
- Paik, S. K., & Bagchi, P. K. (2000). Process reengineering in port operations: a case study. In *The International Journal of Logistics Management*, 11(2), 59-72.
- Pak, J. Y., Yeo, G. T., Oh, S. W., & Yang, Z. (2015). Port safety evaluation from a captain's perspective: The Korean experience. In *Safety Science*, 72, 172-181.
- Park, N. K., Choi H. R, Lee C. S., Kang M. H., & Yang, J. W. (2005). Port management information system towards privatization. In *Proceedings of International Association of Maritime Economists (IAME)*, Limassol, Cyprus.
- Peterson, D. M. (2003). Power to the BPEL: A technology for Web services. In *Business Communications Review*, 33(6), 54-54.
- Pipitsoulis, C. (2009). *E-Maritime: Concept and Objectives*. European Commission, DG Energy and Transport, 26th March.
- Report European Union (2015). The Motorways of the Sea Digital Multi-Channel Platform. Detailed Implementation Plan. MOVE/B1/2015-201 | STUDY ON THE TEN-T MOTORWAYS OF THE SEA HORIZONTAL PRIORITY.
- Report European Union (2018). Good Practices Report on Port Management Models. Management Models – Work Package 4 – Activity 4.2 – PP Responsible: HFIP - Date: 18/05/2018 – Project co-funded by European Union funds (ERDF, IPA) Interreg European Union. Danube Transnational program Daphne.
- Rodon, J., & Ramis-Pujol, J. (2006). 'Exploring the Intricacies of Integrating with a Port Community System' 19th Bled eConference eValues, Bled, Slovenia.
- Rom, A., & Rohde, C. (2007). Management accounting and integrated information systems: A literature review. In *International Journal of Accounting Information Systems*, 8(1), 40-68.
- Srouf, F. J., van Oosterhout M., van Baalen, P. & Zuidwijk, R. (2007). Port Community System Implementation: Lessons Learned from an International Scan. In

- Proceedings of Transportation Research Board 87th Annual Meeting*, Washington, DC, 1-16.
- Srour, F. J., & Ruoff, K. (2004). Transportation XML: Building a Framework for the Next Paradigm of Web Services and Federated Databases. In *Proceedings of Transportation Research Board 83rd Annual Meeting*, Washington, DC.
- Srour, F. J., van Oosterhout, M., van Baalen, P., & Zuidwijk, R. (2008). Port community system implementation: Lessons learned from international scan. In *Transportation Research Board 87th Annual Meeting*, Washington.
- Tijan, E., Agatić, A., & Hlača, B. (2012). The necessity of port community system implementation in the Croatian seaports. In *PROMET-Traffic & Transportation*, 24(4), 305-315.
- Tijan, E., & Sasa, A. (2014). Seaport cluster information systems-A foundation for Port Community Systems' architecture. In *Information and Communication Technology, Electronics and Microelectronics (MIPRO)*, 37th International Convention on. IEEE.
- Tsamboulas, D., Moraiti, P., & Lekka, A. M. (2012). Port Performance Evaluation for Port Community System Implementation. In *Journal of Transportation Research Board*, 2273, 29-37.
- van Heck, E. & Ribbers, P. M. (1999). The Adoption and Impact of EDI in Dutch SME's. In *Proceedings of the 32nd Hawaii International Conference on System Sciences*, Hawaii.
- Vincent, S. (2003). Making EDI work in India, Article 4: Port Community Systems and EDI in the future, Exim India.
- Wan, T. B., Wah, E. L. C., & Meng, L. C. (1992). The use of information technology by the port of Singapore authority. In *World Development*, 20(12), 1785-1795.
- World Bank (2007). Port Reform Tool Kit – Module 2 – The evolution of ports in a competitive world, 2nd ed.
- Wu, H., Sun, K., Ding, S., & Xing, Y. (2013). Topology derivation of nonisolated three-port DC–DC converters from DIC and DOC. In *IEEE Transactions on Power Electronics*, 28(7), 3297-3307.

8. SMART BUILDING NELLE ORGANIZZAZIONI INTELLIGENTI: POSSIBILI IMPLICAZIONI ECONOMICO-AZIENDALI

di Daniela Mancini e Palmira Piedepalumbo

8.1. Introduzione

Al giorno d’oggi, nella gestione della propria attività, le aziende non possono non prendere in considerazione due forze: l’innovazione dirompente rappresentata dalle tecnologie digitali e di comunicazione e, come secondo elemento, la crescente attenzione e sensibilità verso i temi della sostenibilità. Le tecnologie digitali e delle telecomunicazioni – come *Internet-of Things* (IoT), dispositivi intelligenti, intelligenza artificiale, *cloud computing* e così via – hanno un profondo impatto su individui e aziende perché cambiano radicalmente il modo, il tempo e lo spazio in cui persone e macchine interagiscono tra loro (Lamboglia *et al.*, 2018). Dipendenti e manager possono interagire con altre persone o con macchine, monitorando i processi e prendendo decisioni ovunque, in qualsiasi momento, utilizzando diversi dispositivi perché oggi sono immersi in un ecosistema digitale (Scornavacca *et al.*, 2016). Inoltre, grazie all’implementazione delle tecnologie digitali nella gestione dei processi, le aziende possono raccogliere e fare affidamento su un’enorme quantità di dati dettagliati. Infine, tali tecnologie contribuiscono a ridefinire il modello di business delle imprese e, in alcuni casi, determinano la nascita di business innovativi.

Le aziende focalizzano la loro attenzione sulla sostenibilità e sulle questioni sociali, in particolare oggi c’è una crescente sensibilità verso l’uso sostenibile delle risorse naturali e, di conseguenza, una crescente attenzione verso la misurazione e la divulgazione di informazioni sulle prestazioni non finanziarie e i risultati di sostenibilità (Fiorentino *et al.*, 2016; Lamboglia *et al.*, 2019). Recentemente l’Unione Europea ha emesso la direttiva “per la comunicazione di informazioni di carattere non finanziario e di informazioni sulla diversità da parte di talune società e di taluni gruppi di grandi dimensioni”, che richiede alle società europee la divulgazione di informazioni stan-

ardizzate e comparabili su politiche, iniziative, risultati, impatti e rischi riguardanti l'ambiente, l'inclusione, l'etica e così via (EU, 2014). Inoltre, l'International Integrated Reporting Council (IIRC) ha condiviso un *position paper* sul Reporting Integrato, cioè un rapporto attraverso il quale le aziende devono fornire informazioni sul proprio modello di business e la connessione tra capitale, risorse e attività coinvolte nel processo di creazione di valore, considerando non solo il capitale finanziario e i risultati, ma anche elementi informativi non finanziari (IIRC, 2013).

Secondo la teoria e la pratica, oggi in alcuni casi le tecnologie dell'informazione e della comunicazione (TIC) e la sostenibilità sono dimensioni che si integrano, ciò significa che prodotti e servizi TIC hanno spesso implicazioni sostenibili, così come progetti di sostenibilità spesso richiedono strumenti e infrastrutture TIC. L'Unione Europea, ad esempio, sta investendo ingenti quantità di risorse finanziarie nella digitalizzazione della società nella convinzione che le TIC possano svolgere un ruolo chiave nel raggiungimento degli obiettivi ambientali e sociali (Akande *et al.*, 2019).

In effetti, la digitalizzazione dei processi aziendali (ad esempio e-commerce, e-health ecc.) o l'implementazione del cloud computing spingono verso un uso più efficace ed efficiente delle risorse, ma sono anche considerati degli strumenti abilitanti fondamentali per la riduzione dell'inquinamento e delle emissioni di gas, per lo sviluppo di strategie per il cambiamento climatico, per la riduzione del consumo di carta e così via.

Le TIC, in aggiunta, sono un supporto fondamentale per raccogliere dati per una migliore misurazione, monitoraggio e pianificazione delle strategie di sostenibilità. Ad esempio, l'IoT può aiutare le aziende a raccogliere dati sulla salute ambientale, sull'inquinamento acustico, per tenere sotto controllo il consumo di pesticidi in agricoltura e così via.

Inoltre, recentemente assistiamo ad una convergenza tra i concetti di sostenibilità e di tecnologie intelligenti, in altre parole diventare *smart*, mediante l'impiego di tecnologie appropriate, spesso significa essere anche sostenibili, ed essere sostenibili spesso richiede l'implementazione di tecnologie intelligenti.

Tra le diverse tecnologie intelligenti l'*Internet of Things* (IoT) consente a una molteplicità di dispositivi di comunicare tra loro, svolgendo in modo indipendente, ma coordinato, attività e processi e raccogliendo dati, misure e risultati relativi a tali attività e processi. Queste tecnologie possono essere applicate a differenti settori come l'agricoltura, i trasporti, l'università, e oggetti come case, macchine, ecc. Esse consentono alle aziende di fare affidamento su macchine intelligenti interconnesse e su un grande ammontare di dati e di informazioni (*Big Data*) con cui sviluppare nuovi tipi di servizi utili

a migliorare la vita di ogni giorno. In particolare, l'IoT applicato agli edifici viene utilizzato oggi per ridurre il consumo di energia e introdurre un nuovo concetto di edificio, il cosiddetto edificio intelligente, basato sulla condivisione, con altre strutture e cose, di energia e di informazioni. Un edificio intelligente è definito come un edificio che incorpora tecnologie di rete, integrate nella sua architettura, per monitorare e controllare gli elementi che lo compongono, per consentire lo scambio di informazioni tra gli utenti, il sistema e l'edificio (Boyd *et al.*, 1993; Le *et al.*, 2019).

Questo contributo intende analizzare le implicazioni economico-aziendali che possono discendere dalla coesistenza tra IoT, edifici e questioni di sostenibilità. In particolare, si intende investigare come la possibilità di raccogliere mediante gli *smart buildings* una grande mole di dati può impattare sui processi decisionali e, in particolare, sui cicli di pianificazione e controllo di gestione. Infatti, la principale preoccupazione per le aziende che si avviano verso percorsi di sviluppo basati sull'implementazione di tecnologie *smart* riguarda il modo in cui acquisire conoscenze sfruttando i dati raccolti in automatico, il come integrare i diversi tipi di dati per produrre nuove informazioni e interpretazioni del business, utili per stimolare la creazione di valore dell'azienda. Questo studio presenta una revisione sistematica della letteratura incentrata sugli *smart building*. Tale letteratura è vasta e in crescita, ma si concentra principalmente nelle discipline dell'ingegneria e dell'informatica, minore attenzione viene prestata a questo tema nell'ambito degli studi di economia aziendale. Ricerche e casi studio molto limitati riguardano questioni e implicazioni in materia di contabilità e controllo di gestione.

Lo scopo di questa ricerca è identificare, mediante una analisi della letteratura, l'attuale stato dell'arte degli studi sull'IoT e lo *smart building*, identificando i principali filoni di ricerca in campo economico-aziendale rispetto ad altre discipline, come l'informatica e l'ingegneria. Inoltre, intendiamo indagare la relazione tra l'uso degli *smart building* per la transizione energetica delle aziende e le problematiche di contabilità, pianificazione e controllo di gestione.

La revisione della letteratura mostra che negli ultimi anni il tema degli edifici intelligenti sta guadagnando una crescente attenzione tra i ricercatori e la società in generale, perché il consumo di energia negli edifici rappresenta circa il 40% del consumo totale di energia del mondo. Gli studi che trattano questo argomento si concentrano principalmente su questioni tecnologiche, cercando di comprendere e prevedere come gli edifici intelligenti siano in grado di ridurre al minimo i costi dell'elettricità, mentre minore attenzione viene prestata all'utilizzo intelligente delle informazioni che si possono raccogliere.

8.2. Le fasi della ricerca

La ricerca si basa sull'analisi della letteratura articolata nelle seguenti fasi.

- Analisi preliminare della letteratura funzionale alla definizione delle parole chiave per la selezione degli articoli da includere nella revisione estesa della letteratura.

Al fine di identificare utili parole chiave per eseguire la revisione della letteratura strutturata, abbiamo deciso di effettuare una rapida ricerca nel database Scopus e Web of Science (WoS) utilizzando “smart* building*” come parola chiave nei campi titolo, abstract e parole chiave. Leggendo gli articoli sono state identificate tre parole principali solitamente utilizzate per indicare un edificio integrato con TIC o collegato a questioni ambientali e di sostenibilità: “*smart building*”, “*intelligent building*” e “*green building*”.

- Selezione del *dataset* di articoli per l'analisi della letteratura estesa. A tal fine sono stati selezionati i database WoS e Scopus cercando tra gli articoli e gli articoli in stampa, in lingua inglese, pubblicati su riviste scientifiche, e relativi esclusivamente al campo dell’“*accounting, management and business*”. Sono stati ottenuti 36 articoli.
- Selezione degli articoli rilevanti. In seguito alla lettura dell'abstract, si è deciso di non prendere in considerazione gli articoli selezionati con la parola chiave “green building” in quanto non coerente con l'obiettivo della ricerca dato che l'espressione viene utilizzata in relazione alla bioedilizia, pertanto si tratta di edifici verdi che non implicano necessariamente l'utilizzo delle TIC, ma di solito si riferisce all'uso di materiale naturale, materiali a basso impatto ambientale come il riciclo materiali, risparmio energetico attraverso progetti di costruzione o utilizzo di arredi eco-compatibili. Da questa ulteriore selezione sono stati infine presi in considerazione 8 articoli.

Il contenuto degli articoli selezionati è stato esaminato nel dettaglio al fine di analizzare la definizione di edificio intelligente, i principali modelli proposti e le implicazioni manageriali.

8.3. Il concetto di edificio intelligente

Dagli articoli esaminati si evidenzia che non esiste ancora un concetto generalmente condiviso di *smart building*, ma c'è una evoluzione dal concetto di *intelligent* a quello di *smart building*. Gli articoli pubblicati tra il

1990 e il 2010 utilizzano l'espressione *intelligent building*, mentre successivamente prevale l'espressione *smart building*. Nella tabella 8.1 sono riportate le definizioni del concetto di edificio intelligente espresso come “*intelligent building*” e “*smart building*”.

Tab. 8.1 – Le principali definizioni di edificio intelligente

n.	Concetto	Definizione	Autore/i
1	intelligent building	Intelligent buildings is those buildings that make extensive use of information technology for building applications, and business applications, and that are responsive to organisational and technological change .	Oades (1989)
2	intelligent building	It is a building which creates an environment that maximises the efficiency of the occupants of the building while at the same time allowing effective management of resources with minimum lifetime costs . [...]	Robathan, 1991a
3	intelligent building	The interconnection of devices, actuators, monitors and control units to form a unified system of control for a building or campus appears to be the perfect solution to achieving the intelligent building.	Robathan 1991b
4	intelligent building	Intelligent building has come into the spotlight recently and they will require an ever more specialised approach to building maintenance as a result of the complex integration of various systems including fire, security, access, air conditioning and communications .	Sidney, 1992
5	intelligent building	Thus, it is the performance of the intelligent building that is important and what intelligence does is manage the interfaces between the building, the organisation and the user, now and in the future. [...] As well as the integration of the building, organisation and the user , an intelligent building must work within the global and local environmental constraints. In this way the building can respond to future changes in legislation and social expectations and provide a healthy environment for its users.	Boyd et al., 1993
6	smart building	The addition of micro-electronic devices , such as sensor, can enable the setting up and operation of the so-called smart buildings and smart ships.	Fox et al., 2013
7	smart building	Smarter building the use of sensor to collect data and develop analytics for identifying energy saving opportunities in building by modelling and analyzing how energy is consumed in buildings.	Lee et al., 2014
8	smart building	IoT-based application have opened up a growing market for smart building, intelligent building or smart-home projects and business models. [...] The mosaic of involved layers and components of the system, specifically: (1) the sensing, delivery and management layer [...]; (2) the data processing and modeling layer [...]; the smart building services buildings layer [...]. The entire building would be completely covered by the smart devices , which control all the intra-activities of resident and objects . This also facilitates the inter-system connection with other parties' systems inserted such as a services providers, local authorities and other peripheral actors, which ultimately constitutes the larger ecosystem of smart-areas or even smart cities.	Le et al., 2019

È possibile classificare le definizioni di Tabella 1 in tre gruppi che condividono alcune parole chiave:

- le definizioni incentrate sui dispositivi tecnici (*equipment centred*) che esaltano l'uso delle tecnologie per gestire e integrare diversi servizi negli edifici, quali servizi di costruzione, strutture di manutenzione e comunicazioni (Oades, 1989; Fox *et al.*, 2013). L'edificio è visto come una complessa rete di attrezzature che devono essere gestite e organizzate. Inizialmente i dispositivi e gli oggetti in un edificio intelligente sono costituiti da cavi, sensori, mentre con il passare del tempo la costruzione diventa più complessa e aggiunge all'infrastruttura iniziale un sistema articolato di sensori ecc. in grado di comunicare tra loro. Questa è essenzialmente una definizione statica che sottolinea la complessità dell'infrastruttura di un edificio intelligente;
- le definizioni incentrate sulle prestazioni (*performance-centred*) stressano le implicazioni di un edificio intelligente in termini di output e risultati (Robathan, 1991a; Boyd *et al.*, 1993; Lee *et al.*, 2014). Queste definizioni considerano lo *smart building* come un ambiente in grado di produrre output e utilizzare risorse in modo efficiente ed efficace per gli occupanti, per il contesto locale e globale. Si sottolinea, dunque, che i risultati prodotti da un edificio intelligente non sono solo quantitativi ma anche finanziari, ambientali e di sostenibilità. Questa è una definizione dinamica che evidenzia il modo in cui l'edificio produce tali risultati, il processo e la combinazione di elementi in grado di influire su questioni finanziarie, sociali, commerciali, ambientali e sostenibili;
- le definizioni incentrate sul concetto di ecosistema sono complesse, e considerano l'edificio intelligente come una combinazione di sistemi in grado di interagire all'interno e all'esterno, e di produrre impatti quantitativi e qualitativi, finanziari e non finanziari. Tali definizioni sottolineano l'importanza del rapporto tra i diversi e numerosi componenti dello *smart building*, sottolineano le interconnessioni e l'integrazione tra oggetti e attori (Robatan, 1991b; Sydney, 1992; Le *et al.*, 2019).

Tra le definizioni complesse si cita in particolare quella di Robathan, che nel suo lavoro sottolinea che il moderno concetto di edificio intelligente si basa sull'integrazione di diversi sistemi attraverso uno schema di cablaggio integrato gestito con un unico quadro di controllo. In questo modo, l'edificio «inizia a rispondere al suo ambiente in modo efficace». Questo nuovo concetto di edificio è uno spartiacque poiché l'attenzione non si concentra sull'integrazione di sistemi e reti all'interno dell'edificio, ma sul «modo in cui gli edifici sono consapevoli o si adattano all'ambiente circostante [...]».

8.4. I modelli di edificio intelligente

La letteratura non concorda con un modello uniforme di costruzione intelligente.

Secondo Robatan (1991a) (Fig. 8.1) un edificio intelligente è come il corpo umano perché contiene diverse parti che possono esistere in modo indipendente, ma unendole attraverso un sistema di cablaggio completo e integrato e collegando i vari sottosistemi attraverso un unico quadro di controllo, abbiamo un «functioning living body [...] carrying out its major functions automatically, while being adaptable and resilient» (Robatan, 1991a: 162). Un edificio intelligente include alcuni elementi chiave che possono essere sintetizzati nelle seguenti categorie: il sistema di gestione delle strutture, il sistema di gestione delle informazioni, la connettività, il sistema di controllo generale. Il sistema di gestione delle strutture include l'automazione dei servizi tradizionali per un edificio come il controllo degli incendi, la gestione della sicurezza, la gestione dell'energia, la gestione degli spazi ecc. Il sistema di gestione delle informazioni include i dispositivi utilizzati per automatizzare la gestione delle informazioni e delle strutture (computer, infrastrutture di cablaggio ecc.). La connettività riguarda gli elementi utilizzati per consentire la comunicazione interna ed esterna e l'integrazione con altri servizi (strumenti di telecomunicazione e di rete come l'*electronic data interchange*, l'*open systems interconnections* ecc.). Il controllo generale si riferisce all'integrazione dei servizi di costruzione, gestione delle informazioni e connettività al fine di raccogliere dati sull'uso dei servizi, di gestire e controllare le strutture di servizio a livello centrale. Il grado di integrazione tra i componenti di un edificio intelligente misura la sua intelligenza. Al centro del modello ci sono i principali attori dell'edificio come occupanti, manager, proprietari, sviluppatori.

Secondo Boyd (1993) (figura 8.2) un edificio intelligente deriva dall'intersezione di alcuni contesti ed elementi diversi: l'edificio, l'organizzazione, l'utente, l'ambiente locale, l'ambiente globale.

Il modello di Boyd considera l'edificio come un'interfaccia intelligente che gestisce le esigenze dell'organizzazione e delle persone, attualmente e in prospettiva. La gestione dell'edificio si realizza mediante alcuni sistemi: il sistema di gestione dell'edificio (*building management system*), un sistema di gestione delle informazioni (*management information system*) e un sistema di controllo delle strutture e dell'ambiente (*facilities and environmental control*). Essi hanno un ruolo fondamentale nella gestione e nella soddisfazione delle esigenze degli utenti e dell'organizzazione. Le esigenze degli utenti possono essere riassunte in termini di salute, comfort, piacere, stimo-

lazione e controllo legate all'ambiente di lavoro e a quello in cui vivono; mentre i bisogni dell'organizzazione possono essere sintetizzati in termini di controllo, efficienza, qualità, flessibilità e immagine/identità legate alla gestione dell'edificio. L'ambiente locale e l'ambiente globale fanno riferimento alla legislazione e alle aspettative sociali riguardanti questioni ambientali come la salubrità e la qualità dello spazio (es. vento, rumore, luce, polvere ecc.), l'inquinamento (es. effetto serra, ozono, pioggia acida ecc.), la sostenibilità e il consumo delle risorse (es. energia, materiali ecc.). Secondo questo modello, le prestazioni dell'edificio potrebbero essere misurate rispetto alle esigenze degli utenti, alle esigenze dell'organizzazione, alle esigenze ambientali globali e locali.

Fig. 8.1 – Il modello di edificio intelligente di Robatan (1991a)

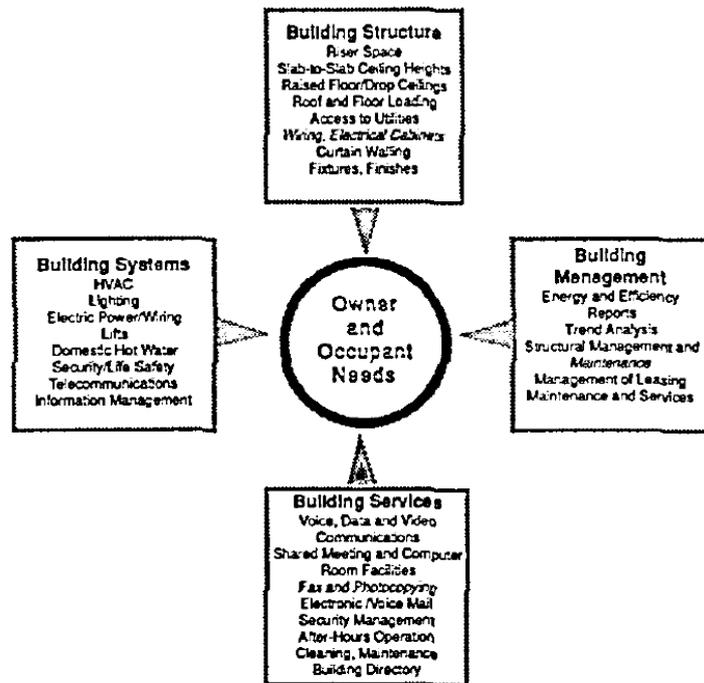
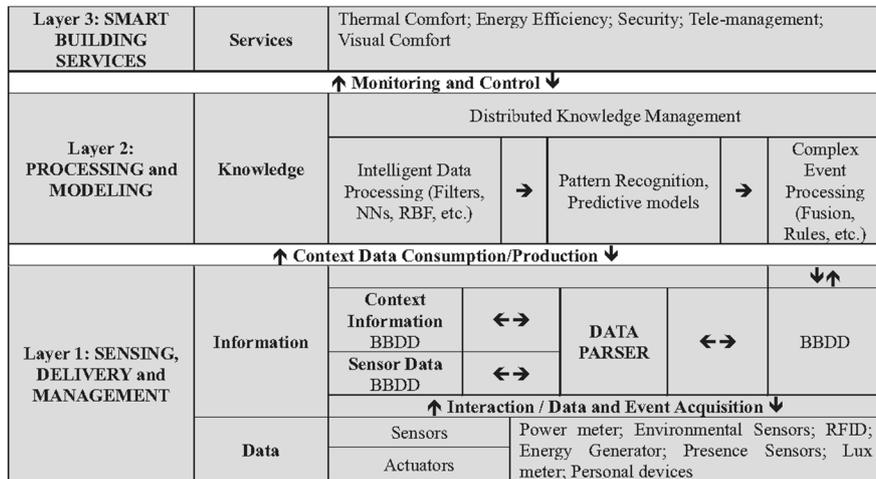


Fig. 8.2 – Il modello di edificio intelligente di Boyd et al. (1993)



Secondo Le et al. (2019) (Fig. 8.3) un edificio intelligente si basa su tre tipi di tecnologie: (a) *sensing delivering and management*, (b) *processing and modelling*, (c) *smart building services*. Il primo strato è un sistema di sensori distribuito nell'edificio in grado di raccogliere dati in tempo reale che, successivamente, vengono codificati e tradotti in informazioni standardizzate. Il secondo livello è un sistema utilizzato per elaborare dati e informazioni al fine di generare conoscenze per lo sviluppo e la fornitura di servizi personalizzati e incentrati sull'utente in base al contesto specifico. Il terzo livello è una piattaforma, capace di connettere persone e dispositivi all'interno e all'esterno dell'edificio, attraverso la quale è possibile fornire e utilizzare servizi personalizzati.

Fig. 8.3 – Il modello di edificio intelligente di Le et al. (2019)



Considerando questi tre modelli di edifici intelligenti è possibile sviluppare alcune considerazioni.

Il primo osserva l'edificio intelligente per quelle che sono le sue componenti *hard*. Infatti, le strutture e i sistemi sono essenzialmente la parte tangibile di un edificio, mentre i servizi e la gestione dell'edificio riguardano il modo in cui i dati e le informazioni vengono utilizzati al fine di fornire servizi e ottenere informazioni dettagliate sul consumo dei servizi stessi.

Il secondo modello ha evidenziato in particolare il rapporto dell'edificio con attori e oggetti in diversi contesti: l'ambiente degli utenti, l'organizzazione, l'ambiente locale e quello globale.

Il terzo modello, il più recente, si concentra principalmente sulle componenti immateriali dell'edificio intelligente che sono legate alla conoscenza e alle risorse immateriali. In effetti, due dei tre livelli sono l'elaborazione e la modellazione dei dati e la piattaforma interattiva in cui vengono forniti e utilizzati servizi innovativi. Tali servizi sono sviluppati utilizzando analisi (*insight*) e conoscenza profonda (*deep knowledge*) dei dati raccolti e vengono realizzati mediante immagini, grafici, suoni, funzioni e sezioni nell'interfaccia utente. Inoltre, il primo strato, anche se riguarda i sensori e gli altri dispositivi impiegati per raccogliere dati, diventa rilevante perché dalla sua configurazione specifica (il modo con cui vengono dislocati i dispositivi e il tipo di dispositivi utilizzati) dipendono i dati e le informazioni raccolte. Possiamo affermare, quindi, che l'organizzazione deve considerare i propri edifici intelligenti come risorse produttive ibride dotate di una doppia anima: il

tradizionale bene materiale composto dall'edificio e dagli altri dispositivi intelligenti pertinenti, utilizzati per raccogliere dati; l'*asset* immateriale che consiste nel modo in cui i dispositivi sono organizzati, nel modello e negli strumenti adottati per gestire i dati, generare e fornire conoscenza e nei servizi innovativi distribuiti attraverso la piattaforma che monitora, controlla e gestisce l'edificio.

8.5. L'analisi estesa della letteratura

Dopo aver esaminato la definizione di edificio intelligente, aver individuato i principali modelli di rappresentazione di tali edifici, abbiamo condotto una analisi dettagliata degli 8 articoli al fine di classificarli in base al focus di ciascun articolo e considerando alcuni parametri:

- prospettiva di analisi adottata nello studio degli edifici intelligenti;
- il ruolo delle TIC;
- il riferimento a specifiche questioni manageriali;
- il riferimento alle implicazioni relative all'area della contabilità e del controllo manageriale.

Nella Tabella 8.2 è stato sintetizzato il contenuto di ciascun articolo esaminato utilizzando i 4 parametri indicati.

L'articolo di Oades (1989) è incentrato sull'importanza del sistema di cablaggio in un edificio intelligente e sottolinea gli elementi principali che possono influenzare una strategia di cablaggio. Esso identifica le quattro caratteristiche che rendono un edificio intelligente:

- l'*office automation*, cioè un elevato livello di servizio di automazione d'ufficio fornito dal proprietario dell'edificio, sia per la propria organizzazione sia per gli utenti;
- telecomunicazioni avanzate, cioè la possibilità per gli occupanti dell'edificio di accedere a una vasta gamma di sofisticati servizi di telecomunicazione;
- automazione dell'edificio, cioè l'integrazione attraverso l'elettronica di vari sottosistemi quali la gestione degli edifici, la sicurezza, il controllo degli accessi, la gestione dell'energia;
- reattività al cambiamento, cioè la capacità degli edifici di adattarsi nel tempo ai cambiamenti organizzativi e tecnologici.

Oades (1989) sostiene che gli edifici intelligenti sono basati sulle TIC, ma devono anche essere flessibili e in grado di rispondere ai cambiamenti. In altre parole, il QI (livello di intelligenza) di un edificio intelligente corrisponde non solo alla quantità di tecnologia che incorpora, ma anche al modo

in cui è progettato e alla flessibilità della sua infrastruttura. Il sistema di cablaggio (cioè la rete di trasporto del segnale; il sistema di distribuzione dei cavi attorno all'edificio; i sistemi di gestione delle informazioni, – ovvero l'implementazione, l'archiviazione e l'elaborazione dei dati relativi al sistema di cablaggio – per una configurazione efficace e efficiente del sistema) ha un impatto essenziale sulla flessibilità dell'edificio e sulla sua capacità di adattarsi alle esigenze degli utenti.

Lo studioso specifica che per avere un edificio intelligente non è sufficiente investire in tecnologie digitali, ma l'infrastruttura TIC deve essere flessibile mediante una strategia di cablaggio che si basa su alcuni principi:

- l'edificio e le TIC che include non devono essere considerati come spese generali, ma come *asset* da gestire;
- la flessibilità di un edificio intelligente è essenziale per evitare la sua obsolescenza prematura;
- l'edificio intelligente è una risorsa complessa costituita da elementi diversi con una durata di vita diversa (ad esempio circa tre anni per i personal computer, circa 50 anni per l'edificio, circa 15 anni per il sistema di cablaggio);
- la valutazione dei costi e dei benefici dell'investimento abbisogna dell'utilizzazione di un approccio basato sul ciclo di vita;
- le informazioni raccolte potrebbero essere utilizzate per supportare i processi di pianificazione, previsione, gestione e controllo del sistema di cablaggio in termini di capacità, rapporto qualità-prezzo, servizio agli utenti, costo del supporto.

Robathan (1991a) si focalizza sulla definizione di edificio intelligente e sulla individuazione delle sue componenti e dei vantaggi rispetto agli edifici tradizionali. Partendo dall'analogia con il corpo umano, vede lo *smart building* come un insieme di elementi indipendenti, integrati in modo sistemico dallo schema di cablaggio e dal quadro di controllo che rendono l'edificio sensibile e reattivo in modo efficace all'ambiente circostante (ad es. flessibilità dell'edificio alle variabili condizioni climatiche). I vantaggi di un edificio intelligente rispetto a uno tradizionale per i soggetti che ruotano intorno ad esso sono:

- per gli utenti, la possibilità di lavorare in un contesto più efficiente in termini di risorse fisiche e infrastrutture di comunicazione;
- per i gestori dell'edificio, in un migliore controllo costi/prestazioni sui servizi e i sistemi, e nella disponibilità di feedback automatici forniti dall'infrastruttura che consentono di gestire in automatico la preparazione dei programmi di manutenzione, i programmi di manutenzione preventiva, gli ordini di lavoro correlati e la stima dei costi;

- per i proprietari, i costi di sviluppo sono più facilmente prevedibili e i costi per la gestione e il funzionamento dell'edificio durante la sua vita si riducono;
- per i costruttori dell'edificio, la possibilità di disporre di alcuni servizi intelligenti che rendono prevedibili le caratteristiche di costo/prestazioni dell'edificio e rendono anche conveniente il rinnovamento o la ristrutturazione di vecchi edifici.

Le componenti di un edificio intelligente sono 4: 1) le strutture che gestiscono i servizi principali, quali il controllo e la rilevazione degli incendi, la sicurezza e il controllo degli accessi, la gestione dei documenti, il sistema per la continuità dell'energia elettrica, il sistema per la gestione dell'energia, i sistemi per la gestione degli spazi ecc.; 2) la gestione delle informazioni che è l'infrastruttura per raccogliere dati e informazioni (computer, infrastruttura di cablaggio ecc.); 3) l'infrastruttura di telecomunicazione e di rete in grado di connettere dispositivi, attori e servizi, all'interno e all'esterno dell'edificio; 4) il controllo complessivo cioè la disponibilità di un sistema efficiente in grado di raccogliere i dati sull'utilizzo dei servizi e di prevederne l'evoluzione prospettica.

Robathan (1991b), partendo dall'importanza dell'interconnessione degli oggetti in un edificio intelligente, analizza i protocolli aperti come una soluzione per una perfetta integrazione dei dispositivi dell'edificio intelligente. Essi possono comunicare tra loro con costi convenienti e in modo efficiente. L'autore adotta la prospettiva del settore industriale delle tecnologie per il controllo degli edifici e sottolinea le implicazioni per il cliente della mancanza di standard di comunicazione. In effetti l'adozione di diversi standard di comunicazione per ciascuna rete (vale a dire sistemi telefonici, reti di computer, processo produttivo e sistema di controllo dell'edificio, ecc.) è una soluzione inefficace dal punto di vista del cliente. Il modo migliore per soddisfare le esigenze del cliente è consentirgli di scegliere la migliore combinazione di attuatori, dispositivi di monitoraggio, sistemi di controllo, indicatori nel breve e nel lungo periodo e non essere legato a un fornitore specifico. In altre parole, la soluzione più economica al problema del controllo integrato richiede lo sviluppo di uno standard internazionale di comunicazione.

Tab. 8.2 – Una analisi comparativa della letteratura selezionata

n.	Prospettiva di analisi	Ruolo TIC	Implicazioni manageriali	Implicazioni contabili e di controllo	Autori
1	Professionisti del settore immobiliare	Infrastruttura di cablaggio influenza il livello di intelligenza e flessibilità dell'edificio	Necessità di introdurre nei <i>team</i> tradizionali degli esperti di sistemi di cablaggio degli edifici	<ul style="list-style-type: none"> ● l'edificio intelligente diventa un <i>asset</i> e non un costo ● le componenti dell'edificio hanno una diversa durata ● occorre utilizzare un approccio di gestione riferito al ciclo di vita dell'immobile ● una questione critica è la pianificazione e la gestione efficiente e efficace del sistema di cablaggio 	Oades (1989)
2	Utenti, gestori dell'edificio, proprietari, costruttori dell'edificio	L'infrastruttura di rete e di telecomunicazione connette dispositivi, attori e servizi interni e esterni; l'infrastruttura informativa raccoglie dati e informazioni; lo schema di cablaggio e il quadro di controllo rendono l'edificio reattivo al contesto.	La gestione integrata dei servizi dell'edificio, e il controllo centralizzato delle <i>facilities</i> sono fondamentali per rispondere ai cambiamenti ambientali in modo efficace	<ul style="list-style-type: none"> ● rilevante la qualità del sistema di controllo per i servizi, le strutture e i sistemi dell'edificio intelligente: ● i <i>feedback</i> vengono forniti direttamente dall'infrastruttura di dispositivi e reti, ● il controllo sui costi e sulle performance dell'edificio ● la pianificazione e il controllo della manutenzione dell'edificio 	Robathan , 1991a
3	Clienti dell'industria dei dispositivi di controllo degli edifici	I protocolli aperti (<i>open protocols</i>) come tecnologia utile per integrare la comunicazione tra ogni componente dell'edificio intelligente	Lo <i>smart building</i> migliora la comunicazione tra i sistemi e i dispositivi a tutti i livelli all'interno dell'organizzazione, comporta la gestione dei costi legati al sistema di controllo dell'edificio	Tenere sotto controllo i costi di integrazione dei diversi dispositivi e obiettivi	Robathan 1991b

(continua)

(segue)

4	Aziende di manutenzione e gestori dell'immobile	Rilevante progettare un sistema computerizzato per la gestione della manutenzione	È rilevante pianificare la manutenzione preventiva e predisporre un reporting per i costi e le attività di manutenzione	La pianificazione e il controllo dei costi di manutenzione dei servizi di manutenzione e la conservazione dell'edificio nel tempo	Sidney, 1992
5	Organizzazioni e utenti residenti nell'edificio		È preferibile gestire la transizione verso gli smart building mediante la ristrutturazione degli edifici tradizionali piuttosto che la costruzione ex novo	<ul style="list-style-type: none">• la misurazione delle performance dell'edificio secondo diversi tipi di esigenze• il costo e il valore della ristrutturazione	Boyd et al., 1993
6	Aziende di progettazione degli edifici	I dispositivi microelettronici (sensori) sono specifici di progetto e contesto	L'uso dei Big Data consente di conseguire risultati informativi e di trasformazione dell'edificio	<ul style="list-style-type: none">• il costo dell'implementazione e della gestione del sistema tecnologico• la valutazione del costo opportunità di altre tecnologie• i modelli predittivi per i servizi di manutenzione• il monitoraggio remoto e il reporting delle prestazioni dell'edificio in uso• relazioni con la catena di fornitura	Fox et al., 2013
7	Gestori dell'immobile, operatori nel settore delle <i>facilities</i> e inquilini, comuni	I sistemi di <i>analytics</i> e predittivi basati su modelli matematici, statistici e fisici sono rilevanti per la gestione degli edifici	L'uso degli <i>analytics</i> per identificare le opportunità di risparmio energetico nell'edificio	<ul style="list-style-type: none">• comprendere i comportamenti di utilizzo dell'energia• comprendere come il comportamento degli utenti influenza il consumo di energia• simulare l'impatto dei possibili cambiamenti nei comportamenti• visualizzazione del consumo di energia dell'edificio	Lee et al., 2014
8	Aziende di gestione delle <i>facilities</i>	Le piattaforme intelligenti sono utili per coordinare i servizi e per connettere i diversi attori degli edifici intelligenti (proprietari, utenti e aziende di servizio)	Disegnare un business model per i servizi erogati attraverso la piattaforma intelligente dell'edificio	Raccogliere informazioni sui comportamenti degli utenti per migliorare l'offerta di servizi dell'edificio	Le et al., 2019

Sidney (1992) discute l'importanza di gestire, in modo efficace, la manutenzione dei sistemi complessi e integrati che sono inclusi in un edificio intelligente (es. il sistema di gestione degli incendi, della sicurezza, degli accessi, dell'aria condizionata, delle comunicazioni). L'autore considera l'interfaccia tra gli appaltatori della manutenzione e i gestori dell'immobile e sottolinea la necessità di tenere sotto controllo i costi di manutenzione implementando un sistema computerizzato per pianificare, prevenire e comunicare quel tipo di attività e costi.

L'articolo di Boyd (1993) si concentra sull'importanza di spendere risorse nella ristrutturazione dell'edificio per renderlo sostenibile. L'autore suggerisce che, quando le caratteristiche fisiche dell'edificio lo consentono, la ristrutturazione di un edificio tradizionale, per trasformarlo in edificio intelligente, potrebbe essere più efficace rispetto alla costruzione di un nuovo edificio, perché è un percorso più sicuro, più veloce e più rispettoso dell'ambiente. L'autore, adottando una visione dell'edificio intelligente focalizzata sulle prestazioni, suggerisce di attuare un processo di ristrutturazione intelligente che considera non solo la fattibilità finanziaria, ma anche la compatibilità ambientale globale e locale.

Fox *et al.* (2013) analizzano il caso di utilizzo di dispositivi microelettronici come i sensori negli edifici e nelle navi, evidenziando i meccanismi causali e di contesto che consentono di raccogliere e fornire nuove informazioni per il coordinamento e la collaborazione tra i dispositivi e le decisioni che riguardano l'immobilizzazione (ad esempio nella previsione dello stato di funzionamento, di quali lavori di manutenzione, riparazione o sostituzione sono necessari ecc.). Gli autori affermano che l'implementazione di tali tecnologie, che consentono la raccolta di Big Data utili per supportare la gestione dell'immobilizzazione, è diversa da caso a caso e deve considerare anche i costi di implementazione e gestione di tali tecnologie (salari di esperti, prezzo dell'hardware ecc.) e il costo opportunità di altri tipi di tecnologie intelligenti. Con riguardo all'implementazione dei sensori gli autori ne sottolineano la complessità dovuta a diversi fattori: a) la necessità di utilizzare dispositivi diversi a seconda del tipo di dati da raccogliere, di situazione, di contesto perché dati/situazione/contesto diversi potrebbero richiedere dispositivi diversi; b) la necessità di assicurare la compatibilità e integrazione tra i diversi dispositivi; c) l'impatto che sull'uso efficace di tali tecnologie esercitano le capacità, le competenze e le conoscenze personali relativamente all'installazione dei dispositivi, al funzionamento dei sistemi reali e all'interpretazione dei dati; d) l'effetto che il tipo di processo monitorato, la disponibilità e l'affidabilità di strumenti di comunicazione hanno sul modo

con cui possono essere rappresentate e presentate le informazioni prodotte e i risultati del sistema.

Lee (2014) sviluppa uno strumento di analisi per supportare l'identificazione e l'implementazione degli interventi di risparmio energetico. Lo strumento è in grado di valutare il consumo di energia degli edifici delle scuole pubbliche di New York City e visualizzare le prestazioni di consumo di energia degli edifici scolastici. Lo strumento di previsione è utile, nella prospettiva della municipalità che gestisce una città, per simulare e ottimizzare i consumi energetici considerando: a) la raccolta di dati da diverse fonti (contatori, sensori, bolletta energetica, condizioni meteorologiche e caratteristiche dell'edificio); b) la simulazione di diversi tipi di cambiamenti che influenzano il consumo di energia e la stima delle prestazioni in termini di consumo di energia, costi ed emissioni di gas serra; c) l'ottimizzazione degli investimenti nella gestione degli edifici (ovvero piano di adeguamento di un insieme di edifici) con budget limitato per massimizzare i risparmi energetici (quantità di risparmi energetici e relativi costi). Le simulazioni possono essere eseguite ipotizzando cambiamenti strutturali nell'edificio, oppure cambiamenti operativi nel modo in cui viene utilizzato, oppure cambiamenti nel comportamento degli occupanti dell'edificio oppure cambiamenti esterni.

Le *et al.* (2019) analizzano il caso di un fornitore di soluzioni per sistemi di gestione di edifici intelligenti al fine di definire un modello di business Canvas generale per le aziende del settore. Un sistema di gestione di edifici intelligenti è una piattaforma, basata su Internet, tecnologia mobile e IoT, in grado di connettere attori che ruotano intorno agli edifici intelligenti, come utenti o come fornitori di servizi nuovi (ad esempio, come i clienti: condomini o gestori di proprietà, fornitori di servizi relativi agli appartamenti, proprietari di appartamenti, singoli proprietari di case, residenti o inquilini; come i partner: società IoT, agenzie immobiliari, agenzie di comunicazione e media ecc.). Questo tipo di piattaforme viene utilizzato per fornire servizi innovativi a persone diverse per una gestione più efficiente ed efficace dell'edificio (affitto online, pagamenti di servizi online, requisiti di servizi di manutenzione, notifiche elettroniche, consultazione elettronica, valutazione elettronica dei servizi, sicurezza monitoraggio e controllo, monitoraggio del consumo di energia, controllo degli apparecchi e controllo dell'illuminazione) e sono in grado di connettere e controllare le attività svolte internamente tra gli utenti e le cose e le connessioni tra i diversi sistemi che compongono l'edificio e le terze parti. Le risorse principali che utilizzano queste piattaforme sono la grande quantità di informazioni sui clienti, le abitudini di consumo, i registri di accesso al sistema e i comportamenti di utilizzo che possono essere utilizzati per sviluppare nuovi modelli e servizi di business.

8.6. Discussione e possibili implicazioni per la contabilità e il controllo di gestione

La convergenza tra tecnologie intelligenti e l'attenzione verso lo sviluppo sostenibile ha aperto la strada verso l'utilizzo delle tecnologie *smart* per perseguire obiettivi di sostenibilità economica, sociale e ambientale. Nell'ambito delle diverse esperienze in tal senso la realtà degli edifici intelligenti costituisce una esperienza di primo piano. In questo articolo è stata condotta una analisi della letteratura per comprendere quale sia lo stato dell'arte degli studi con particolare riferimento all'impatto che la transizione verso l'utilizzo di edifici intelligenti può avere nelle aziende, con particolare riguardo alla contabilità e al controllo di gestione.

Dalla letteratura esaminata è possibile evidenziare che effettivamente la transizione verso edifici intelligenti apre diverse questioni rilevanti dal punto di vista tecnologico, per la necessità di coordinare tutti i dispositivi elettronici che rendono intelligente l'edificio e per la necessità di controllare in un unico centro tali dispositivi mediante l'elaborazione delle informazioni raccolte. Il valore degli edifici intelligenti risiede proprio nella capacità di produrre dati e informazioni che consentono di adattare l'edificio alle esigenze degli utenti e del contesto in cui si trova. Infatti, il livello di intelligenza dell'edificio non dipende solo dalla quantità di tecnologia in esso incorporata ma, soprattutto, dalla possibilità di utilizzare le informazioni raccolte per adeguare l'assetto dell'edificio in modo flessibile.

La rilevanza delle informazioni raccolte mediante i dispositivi elettronici diventa ancora più fondamentale se l'edificio viene gestito mediante una piattaforma informatica che costituisce il luogo virtuale in cui si incontrano gli utenti, i fornitori di servizi, i proprietari e i gestori dell'edificio. In tal caso l'attività svolta da tali attori nella piattaforma consente di amplificare la quantità di dati raccolti e di personalizzare i servizi offerti, individuandone di nuovi.

Dal punto di vista economico-aziendale, tale transizione comporta un cambiamento sostanziale delle caratteristiche degli immobili costituiti da edifici intelligenti, essi infatti non costituiscono più un costo pluriennale o un semplice *asset* tangibile pluriennale mediante il quale l'azienda realizza il processo di trasformazione fisico tecnica, ma la "*smartization*" degli edifici implica la loro trasformazione in *asset ibrido* formato da una componente tangibile (la struttura fisica, tecnica, informatica, ingegneristica della rete e dei dispositivi che utilizza) e una prevalente componente intangibile costituita dai dati, dalle informazioni, dagli strumenti software necessari per controllare l'edificio e produrre nuovi servizi. La conversione, infatti, da edificio tradizionale a edificio intelligente comporta un cambiamento radicale della

natura di questo *asset* per le aziende, che si riflette sul modo con cui si forma il suo valore e il suo contributo alla combinazione produttiva. Dal primo punto di vista il suo valore in quanto fattore produttivo pluriennale scaturisce dalla combinazione di elementi tangibili e intangibili che esprimono il suo livello specifico di IQ, il valore pertanto dell'immobilizzazione è funzione del suo valore fisico e della sua capacità di catturare dati e informazioni rilevanti per l'azienda. L'edificio intelligente partecipa alla creazione di valore dell'azienda non più soltanto come costo di un fattore produttivo pluriennale da ripartire nel tempo mediante l'ammortamento, ma anche come ricavo dai servizi che è in grado di offrire (si pensi ad esempio alla produzione di energia rinnovabile, o ai servizi che si possono erogare ai dipendenti e agli altri *stakeholders*) o come beneficio per le ricadute positive in termini di sostenibilità ambientale e sociale (si pensi ad esempio all'impatto positivo sul clima aziendale derivante dal lavorare in un contesto salubre e confortevole).

Da questo punto di vista occorre evidenziare che tra le diverse definizioni fornite di edificio intelligente (*equipment-centred*; *performance-centred*; *interconnected-centred*) manca una visione unitaria e manca soprattutto una definizione che evidenzii il ruolo dell'edificio intelligente all'interno di una combinazione produttiva, nel processo di creazione del valore di un'azienda, come *asset* in grado di interconnettersi agilmente con dispositivi, con persone, con altri edifici per realizzare un processo integrato di creazione del valore sostenibile, adattandosi con la massima flessibilità alle esigenze di individui, uffici, processi ecc.

Sebbene gli autori abbiano optato per restringere l'attenzione sugli articoli scientifici pubblicati nel campo dell'*accounting*, *management* e *business*, si può notare che sono ancora pochi gli studi che adottano effettivamente una prospettiva economico-aziendale, prevalgono lavori che utilizzano una prospettiva legata all'utente, sia esso l'inquilino o il proprietario o il manager dell'edificio. Sono ancora pochi gli studi che affrontano le implicazioni degli edifici intelligenti nella prospettiva delle aziende che effettuano la transizione degli edifici tradizionali o che si occupano dell'offerta di servizi intelligenti per gli *smart buildings* mediante la realizzazione delle piattaforme digitali. Inoltre, mancano studi che si concentrano sulle implicazioni e gli impatti che l'utilizzo di edifici intelligenti, in luogo di quelli tradizionali, può avere sui sistemi informativi e di controllo nell'ambito delle aziende anche soltanto in considerazione della mole di dati e informazioni che vengono raccolte.

Data la natura di questo *asset* è possibile formulare alcune considerazioni in merito all'impatto di tali edifici nell'ambito dei sistemi informativo-contabili e dei processi di amministrazione e controllo della gestione aziendale.

In particolare, la natura complessa degli edifici intelligenti e la capacità di raccogliere dati e informazioni di natura diversa, consente di sviluppare le seguenti considerazioni:

- gli edifici intelligenti permettono alle aziende di raccogliere dati e informazioni non finanziarie che possono completare il normale flusso di informazioni finanziarie raccolte dal sistema informativo contabile, come ad esempio i dati sui consumi di energia, le informazioni di accesso al sistema, la qualità dell'aria. Tali dati possono essere utilizzati per il reporting non finanziario e alimentare in modo automatico il flusso informativo che oggi spesso nelle aziende è gestito in modo semi-automatico e frammentario nei diversi uffici;
- la connessione degli edifici intelligenti con altri oggetti, soggetti e entità consente all'azienda di ampliare il suo ecosistema informativo cioè il contesto nell'ambito del quale raccoglie e dissemina informazioni. Questo fenomeno viene ulteriormente rafforzato se si abbina, all'edificio intelligente, l'uso di piattaforme informatiche per la gestione dei servizi e dei flussi informativi;
- la natura complessa dell'edificio intelligente, inoltre, pone diversi interrogativi alla determinazione del suo valore ai fini della contabilizzazione in bilancio, sia perché l'edificio è composto da diversi elementi che hanno una vita utile molto diversa, sia perché la sua componente intangibile è strettamente connaturata a quella tangibile.

Analogamente, dal punto di vista del sistema di controllo, interpretato come un pacchetto di meccanismi operativi, è possibile individuare delle direttrici di impatto della transizione verso gli *smart buildings* e, dunque, del loro utilizzo diffuso all'interno delle aziende. Gli impatti che ne scaturiscono riguardano:

- il controllo dei risultati in termini di nuove opportunità ai fini della contabilità dei costi e della definizione dei budget dei costi operativi e degli investimenti in immobili intelligenti. Tali opportunità scaturiscono dal fatto che è possibile rilevare informazioni sull'impiego di tali risorse intangibili che consentono un calcolo più preciso dei consumi;
- il controllo di clan grazie alla possibilità di misurare i comportamenti, ad esempio i comportamenti degli individui e dell'organizzazione nel suo complesso con riguardo al consumo di energia elettrica, mediante misure nuove a supporto del controllo delle azioni e dei comportamenti, ma utili anche a stimolare una cultura del controllo della sostenibilità.

Bibliografia

- Akande, A., Cabrall, P., & Casteleyn, S. (2019). Assessing the Gap between Technology and the Environmental Sustainability of European Cities. In *Information Systems Frontiers*.
- Boyd, D., & Jankovic, L. (1993). The limits of intelligent office refurbishment. In *Property Management*, 11(2), 102-113.
- European Union (2014). Direttiva 2014/95/UE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 22 ottobre 2014 recante modifica della direttiva 2013/34/UE per quanto riguarda la comunicazione di informazioni di carattere non finanziario e di informazioni sulla diversità da parte di talune imprese e di taluni gruppi di grandi dimensioni.
- Fiorentino, R., Garzella, S., Lamboglia, R., & Mancini, D. (2016). Strategie di sostenibilità: dalle motivazioni ai sistemi di misurazione della performance. In *Management Control*, 2, 115-142.
- Fox, S., & Do, T. (2013). Getting Real About Big Data: Applying Critical Realism to Analyse Big Data Hype. In *International Journal of Managing Projects in Business*, 6(4), 739-760.
- Gazzola, P., Del Campo, A. G., & Onyango, V. (2019). Going green vs going smart for sustainable development: Quo vadis? In *Journal of Cleaner Production*, 214(20), 881-892.
- IIRC (2013). *Il framework internazionale*, Reporting Integrato, pp. 1-35.
- Lamboglia, R., Cardoni, A., Dameri, R. P., & Mancini, D. (2018). Network, Smart, and Open. Three Keywords for Information Systems Innovation, Lecture Notes in Information Systems and Organisation, Springer International Publishing AG, vol. 24.
- Lamboglia, R., Fiorentino, R., Mancini, D., & Garzella, S. (2018). From a garbage crisis to sustainability strategies: The case study of Naples' waste collection firm. In *Journal of Cleaner Production*, 186, 726-735.
- Le, D. N., Tuan, L. L., & Tuan, M. N. D. (2019). Smart-building management system: An Internet-of-Things (IoT) application business model in Vietnam. In *Technological Forecasting & Social Change*, 141, 22-35.
- Lee, Y. M., An, L., Liu, F., Horesh, R., Chae, Y. T., & Zhang, R. (2014). Analytics for Smarter Buildings. In *International Journal of Business Analytics*, 1(1), 1-15, January-March.
- Oades, R. (1989). Cabling in intelligent buildings. In *Property Management*, 7(1), 25-29.
- Robathan, P. (1991a). BRIEFING: Intelligent buildings. In *Property Management*, 9(2), 162-176.
- Robathan, P. (1991b). Open protocols – the Holy Grail or the Tower of Babel. In *Property Management*, 9(4), 343-347.
- Scornavacca, E., Za, S., Carillo, K. (2016). Special Issue on Ubiquitous Media Systems: Guest Editors' Introduction. In *Journal of theoretical and applied electronic commerce research*, 11(3), i-vii.
- S. Fox Tuan Do (2013). Getting real about Big Data: applying critical realism to analyse Big Data hype. In *International Journal of Managing Projects in Business*, 6(4), 739-760.
- Sidney, R. (1992). Planned preventive maintenance and the maintenance contractor. In *Property Management*, 10(1), 10-16.

Luigi Coppolino è Professore associato di Sistemi di elaborazione delle informazioni e docente di Programmazione dei calcolatori elettronici presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Università degli Studi di Napoli Parthenope.

Salvatore D'Antonio è ricercatore di Sistemi di elaborazione delle informazioni e docente di Sicurezza delle reti presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Università degli Studi di Napoli Parthenope.

Assunta Di Vaio è Professore associato di Economia aziendale e docente di Governance dei sistemi portuali presso il Dipartimento di Giurisprudenza dell'Università degli Studi di Napoli Parthenope.

Daniele Leone è assegnista di ricerca di Economia e gestione delle imprese presso il Dipartimento di Studi Aziendali e Quantitativi dell'Università degli Studi di Napoli Parthenope.

Vito Morreale è responsabile del Laboratorio Settore Industria e Sicurezza, Ricerca e Innovazione di Engineering

Palmira Piedepalumbo è ricercatore di Economia aziendale e docente di Strategia e politica aziendale presso il Dipartimento di Studi Aziendali ed Economici dell'Università degli Studi di Napoli Parthenope.

Sabrina Pisano è Professore associato di Economia aziendale e docente di Bilancio e principi contabili presso il Dipartimento di Giurisprudenza dell'Università degli Studi di Napoli Parthenope.

Luigi Romano è Professore ordinario di Sistemi di elaborazione delle informazioni e docente di Sicurezza dei sistemi informatici presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Università degli Studi di Napoli Parthenope.

Vincenzo Sanguigni è Professore ordinario di Economia e gestione delle imprese e docente di Economia e gestione delle imprese di servizi presso il Dipartimento di Studi Aziendali e Quantitativi dell'Università degli Studi di Napoli Parthenope.

Alessandro Scaletti è Professore associato di Economia aziendale e docente di Valutazione d'azienda presso Dipartimento di Studi Aziendali ed Economici dell'Università degli Studi di Napoli Parthenope.

Francesco Schiavone è Professore associato di Economia e gestione delle imprese e docente di Gestione dell'innovazione presso il Dipartimento di Studi Aziendali e Quantitativi dell'Università degli Studi di Napoli Parthenope.

Eusebio Scornavacca è Professore ordinario di Digital innovation e docente di Management information systems presso la University of Baltimora, USA.

Luigi Sgaglione è assegnista di ricerca di Sistemi di elaborazione delle informazioni presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Università degli Studi di Napoli Parthenope.

Luisa Varriale è Professore associato di Organizzazione aziendale e docente di Gestione delle risorse umane presso il Dipartimento di Scienze Motorie e del Benessere dell'Università degli Studi di Napoli Parthenope.

Collana Sistemi Informativi, Management e Controllo
diretta da Daniela Mancini

Ultimi volumi pubblicati:

MARCO GIULIANI La valutazione del capitale intellettuale

RAFFAELE TREQUATTRINI, ALESSANDRA LARDO Il governo delle aziende
copyright-based nell'era digitale

