



Corso di Laurea Magistrale

in Governance delle organizzazioni pubbliche

Tesi di Laurea

**“Introduzione della tecnologia blockchain
all’interno dei processi di approvvigionamento della
sanità pubblica regionale”**

Relatore

Prof. Stefano Campostrini

Correlatrice

Prof. Francesca Dal Mas

Laureando

Tommaso Tiberio

886767

Anno Accademico

2021/2022

Introduzione

Capitolo I - La Blockchain

1.1 Definizione e caratteristiche.....	12
1.1.1 Definizione.....	12
1.1.2 Il ledger.....	13
1.1.3 I blocchi.....	13
1.1.4 Gli hash.....	13
1.1.5 I nodi.....	14
1.1.6 Le reti.....	14
1.2 Struttura Blockchain	
Privata.....	15
Pubblica.....	15
Consoziata.....	16
1.3 Protocolli di consenso	
1.3.1 Proof of Work.....	17
1.3.2 Proof of Stake.....	17
1.4 Smart contract	
1.4.1 Definizione.....	18
1.4.2 Funzione.....	18
1.5 Altre Tecnologie	
1.5.1 IoT.....	19
1.5.2 AI.....	20
1.5.3 Cloud Computing.....	21
1.6 Impatti con altri settori.....	21

Capitolo II - Blockchain & Sanità

2.1 Introduzione all'analisi della letteratura	
2.1.1 Modello Prisma e tabella testi scelti.....	25
2.1.2. Codifiche in NVivo.....	26
2.1.4 Vantaggi della Blockchain.....	29
2.1.5 Criticità della Blockchain.....	31
2.2 La sanità pubblica in Italia	
2.2.1 I principi.....	34
2.2.2 Caratteristiche e funzionalità.....	34
2.2.3 Analisi degli stakeholders in sanità.....	35
2.2.4 Criticità della sanità pubblica.....	36
2.3 Implementazioni della blockchain apportate alla sanità	
2.3.1 Gestione dati sanitari.....	38
2.3.2 Supply chain del farmaco e dei dispositivi medici.....	42
2.3.3 Ulteriori ambiti applicativi.....	43

2.4 Barriere.....	43
 Capitolo III Blockchain & Supply Chain Farmaceutica	
3.1 Blockchain & Supply Chain Management	
3.1.1 Il Supply Chain Management.....	45
3.1.2 Mappatura degli stakeholders e criticità.....	46
3.1.3 Implementazioni della blockchain apportate al SCM.....	48
3.1.4 Barriere.....	51
3.2 Sistemi di approvvigionamento degli ospedali veneti	
3.2.1 Azienda Zero.....	53
3.2.2 CONSIP.....	55
3.3 Supply Chain del farmaco	
3.3.1 Funzionamento.....	57
3.3.2 Mappatura stakeholder.....	58
3.3.3 Focus: la logistica ospedaliera del farmaco.....	59
3.3.4 Analisi delle criticità.....	61
3.3.5 Discussione elaborazione dati.....	62
 Capitolo IV Interviste semi-strutturate e soluzioni blockchain	
4.1 Interviste semi-strutturate	
4.1.1 Schema interviste.....	65
4.1.2 Risposte esperti di blockchain.....	69
4.1.3 Risposte Provveditori.....	72
4.1.4 Risposte responsabili della logistica di aziende farmaceutiche.....	75
4.3 Tecnologie blockchain da adottare	
4.3.1 HyperLedge Fabric.....	78
Vantaggi	
Criticità	
4.3.2 Ethereum.....	80
Vantaggi	
Criticità	
4.3.3 IOTA.....	82
Vantaggi	
Criticità	
4.4 Discussione e confronto dei risultati relativi alle barriere.....	84
4.5 Quale tecnologia adottare per il settore degli approvvigionamenti farmaceutici e quali sono i benefici per la collettività?.....	85

Conclusioni

Bibliografia

Sitografia

Indice Figure

Indice Tabelle

Ringraziamenti

*“La civiltà moderna ha
posto come proprio fondamento il
principio della libertà, secondo il
quale l'uomo non deve essere un
mero strumento altrui, ma un
autonomo centro di vita.”*
Altiero Spinelli
Manifesto Ventotene, 1944

Introduzione

Il motivo che mi ha spinto a scrivere questa tesi è nato a seguito della mia esperienza di tirocinio presso la Regione Veneto. L'esperienza di stage è stata maturata presso la Commissione Regionale in Investimenti, Tecnologie ed Edilizia (CRITE).

A seguito delle riunioni ed assemblee all'interno dell'ambito lavorativo a cui ho partecipato e avendo ascoltato le necessità dei dirigenti regionali, ho deciso di studiare una soluzione innovativa che potesse implementare il settore degli approvvigionamenti della sanità pubblica regionale.

La soluzione si chiama blockchain, e in questa tesi ho cercato di descrivere sia le potenzialità che le criticità derivanti da tale tecnologia e le possibili implementazioni che questa architettura potrebbe portare ai sistemi di approvvigionamento della sanità pubblica regionale, con particolare riguardo al settore farmaceutico. Partendo da una rigorosa analisi della letteratura, ho individuato per prima cosa gli attori principali coinvolti nei processi di approvvigionamento farmaceutico e secondariamente ho identificato determinate criticità del sistema. Da tale lavoro si è costituito uno schema di interviste in profondità per individuare le reali criticità e le necessità dei soggetti scelti coinvolti nella supply chain farmaceutica. I risultati delle interviste semi-strutturate sono stati poi elaborati e da essi si sono potuti individuare alcuni sistemi di blockchain più adatti alle necessità delle realtà prese in considerazione.

Nel primo capitolo, a seguito di una rigorosa analisi della letteratura, viene descritta la tecnologia blockchain in tutta la sua interezza con relativi pregi e difetti. Vengono poi presentate altre tecnologie funzionali allo sviluppo della blockchain come l'intelligenza artificiale, l'IoT (Internet of Things) e il cloud computing. Successivamente si presentano alcuni settori, diversi dall'ambito sanitario, in cui la blockchain ha mostrato possibilità di incrementarne la performance.

Nel secondo capitolo si procede nella presentazione della metodologia di analisi utilizzata, in particolar modo si descrive il modello Prisma in funzione del quale poi si è passati alle codifiche dei testi utilizzando il programma NVivo. Dalle prime codifiche emergono i vantaggi e le criticità tipiche della blockchain che in questo capitolo vengono descritte. Dopo una breve introduzione sulla sanità italiana in cui si descrivono principi, caratteristiche e funzionalità; si passano ad analizzare gli stakeholders coinvolti e le principali criticità di questo complesso sistema. Il capitolo si conclude con una breve discussione relativa ai dati ottenuti dall'analisi della letteratura, in particolar modo vengono presi in considerazione le implementazioni che la blockchain è in grado di apportare al settore sanitario con relative barriere che ne impedirebbero il potenziale sviluppo.

Il capitolo terzo è dedicato al rapporto tra blockchain e supply chain. La prima parte è dedicata ad approfondire il concetto di supply chain management, con relativa mappatura degli stakeholders coinvolti e criticità tipiche legate a questo tema. Successivamente si

analizzano le implementazioni con relative barriere, che la blockchain è in grado di apportare al supply chain management.

La seconda parte di questo capitolo è dedicata ai sistemi di approvvigionamento della sanità pubblica regionale, in particolare si analizzano due organizzazioni coinvolte: Azienda Zero, ente regionale veneto, e la CONSIP, centrale di committenza.

Il capitolo si conclude con la descrizione della supply chain del farmaco, in particolare si descrivono le funzionalità e caratteristiche, gli attori coinvolti e le criticità principali.

Nell'ultimo capitolo di questa tesi vengono presentati gli schemi con i quali si sono impostate le domande per le interviste semi strutturate e, a seguito dell'elaborazione dei risultati, le tecnologie blockchain da adottare nei sistemi di approvvigionamento farmaceutico.

A seguito della mappatura dei diversi stakeholders coinvolti si è deciso di selezionare e intervistare: due esperti di blockchain, due provveditori di due ospedali veneti, un responsabile della logistica e un CTO di un'impresa farmaceutica. Si presentano gli schemi con i quali si sono raccolte le risposte e successivamente si discutono i risultati individuando i punti di interesse comune. Grazie all'analisi della letteratura e alla realizzazione delle interviste si è in grado di suggerire quali siano le principali tecnologie blockchain da adottare. Nella parte finale del capitolo infatti vengono presentate tre blockchain che meglio sembrano rispondere alle esigenze degli attori coinvolti: HyperLedge Fabric, Ethereum e IOTA. Per ognuna di esse vengono descritti i relativi vantaggi e svantaggi.

Il fine ultimo di questa tesi è di far luce su alcuni dubbi che ancora persistono nelle menti di molti, chiarificando le potenzialità della blockchain e delineando le barriere provenienti dalla società che impediscono a volte lo sviluppo di tale tecnologia. L'obiettivo che si pone questa tesi è di rispondere a tre quesiti principali:

- Quali sono le vere barriere che la blockchain potrebbe incontrare se applicata al settore sanitario della regione Veneto e in particolare al settore della supply chain del farmaco?
- Quale tipo di blockchain o combinazione di più tecnologie potrebbe essere più appropriata al settore della supply chain del farmaco?
- Quali sono i vantaggi e benefici che questa tecnologia porterebbe agli attori della supply chain del farmaco?

Capitolo I - La Blockchain

In questo capitolo vengono descritte le caratteristiche principali della blockchain, introducendo alcuni principi fondamentali del suo funzionamento e della struttura sulla quale una blockchain si fonda. Si introducono poi i protocolli di consenso, grazie ai quali si consentono determinate transazioni. Vengono inoltre presentate altre tecnologie che parallelamente implementerebbero le funzionalità stesse della blockchain, tra le quali per esempio gli smart contract, l'Internet of Things, l'intelligenza artificiale e il cloud computing. In ultimo si presentano gli impatti con altri settori dove la blockchain è in grado di apportare soluzioni e implementazioni di fondamentale importanza.

1.1 Definizione e caratteristiche

Nel 2009 vengono introdotte per la prima volta sul mercato le criptovalute, conosciute come Bitcoin. Tale invenzione è ad opera di Satoshi Nakamoto, soggetto di cui tutt'ora non si conosce l'identità. Il motivo che ha spinto Nakamoto a sviluppare il Bitcoin è stata la crisi finanziaria del 2008. Il suo obiettivo era appunto escludere terze parti, in questo caso banche ed intermediari finanziari, da una qualsiasi tipo di transazione monetaria (Alex Hughes, Andrew Park, Jan Kietzmann, Chris Archer-Brown, 2019). Una delle forze principali di questa tecnologia è proprio il fatto che garantisce fiducia e trasparenza tra due o più parti estranee grazie alla sua architettura fondata su algoritmi sofisticati e sistemi di crittografia elaborati. Tale architettura che accomuna tutte le criptovalute è appunto la tecnologia blockchain.

Il mercato delle criptovalute cresce costantemente di giorno in giorno, ad oggi infatti ci sono più di 10.000 criptovalute con un valore stimato pari a 2000 miliardi e il Bitcoin rappresenta il 54% dell'intero mercato. (Chiap, Ranalli, Bianchi 2019). Il futuro quindi si svilupperà verso l'innovazione tecnologica e la blockchain sarà uno degli attori principali che fungerà da forza del cambiamento. Sarà fondamentale per le imprese che operano in molteplici settori apprendere e investire in tale tecnologia, in quanto la blockchain è destinata a cambiare il mondo come ora noi lo conosciamo (Axel Schumacher, 2017).

1.1.1 Definizione

A seguito dell'analisi della letteratura si evincono molteplici definizioni legate alla blockchain. Per darne una ben dettagliata, si può definire la blockchain come un registro (ledger) digitale decentralizzato e distribuito su un network, con una struttura simile ad una catena di blocchi. Questi blocchi sono responsabili dell'archiviazione dei dati. E' possibile aggiungere nuovi blocchi alla catena ma non sono permesse modifiche o cancellazioni dei blocchi precedenti. Questo garantisce come vedremo in seguito l'immutabilità e l'inalterabilità dei dati e delle informazioni in essi contenuti.

Gli elementi principali che costituiscono la blockchain sono quindi i seguenti:

- il ledger
- i blocchi
- l'hash
- i nodi
- il tipo di rete

1.1.2 Il Ledger

Il ledger può essere definito come un archivio digitale, sul quale vengono registrate varie informazioni. A differenza di un database nel quale i dati possono essere modificati o cancellati, nel ledger si possono solo aggiungere informazioni mantenendo immutata la sequenza di informazioni precedenti. In un ledger distribuito, per esempio appunto in una blockchain, tutti i nodi di una rete possiedono la medesima copia di un database che può essere letto e modificato in modo indipendente dai singoli nodi (G. Vella 2019).

1.1.3 I blocchi

I blocchi invece sono le strutture di dati aggiunte alla blockchain in modo sequenziale. Ognuno di essi contiene una serie di informazioni, ed ogni blocco è legato al precedente grazie ad operazioni crittografiche. Secondo “Bellini, 2021” la crittografia indica lo sviluppo di metodi per la conversione dei dati da un formato leggibile ad un formato codificato che può essere letto o elaborato solo dopo che è stato decrittato. La crittografia è alla base della protezione dei dati ed è il modo più semplice e importante per garantire che le informazioni di un sistema informatico non possano essere rubate e lette da qualcuno che voglia utilizzarle per scopi malevoli.

In una blockchain ogni blocco è legato al precedente grazie a una sequenza crittografica di hash, il primo blocco di una catena viene chiamato “blocco genesi”.

1.1.4 Gli hash

Gli hash possono essere definiti come un'impronta digitale di un file, possono essere identificati come delle operazioni non invertibili che permettono di mappare una stringa di testo o numerica di lunghezza variabile in una stringa unica ed univoca di lunghezza determinata. L'hash identifica in modo univoco e sicuro ciascun blocco, non permettendo conseguentemente di risalire al testo che lo ha generato (J. Frankenfield, 2022). Le funzioni crittografiche di hash garantiscono l'integrità del messaggio e per questa sua caratteristica la blockchain risulta essere lo strumento migliore nel preservare determinate informazioni nel corso del tempo senza correre il rischio di eventuali manipolazioni.

Nella seguente figura viene rappresentato un'esempio di sequenza di blocchi con relative funzioni di hash.

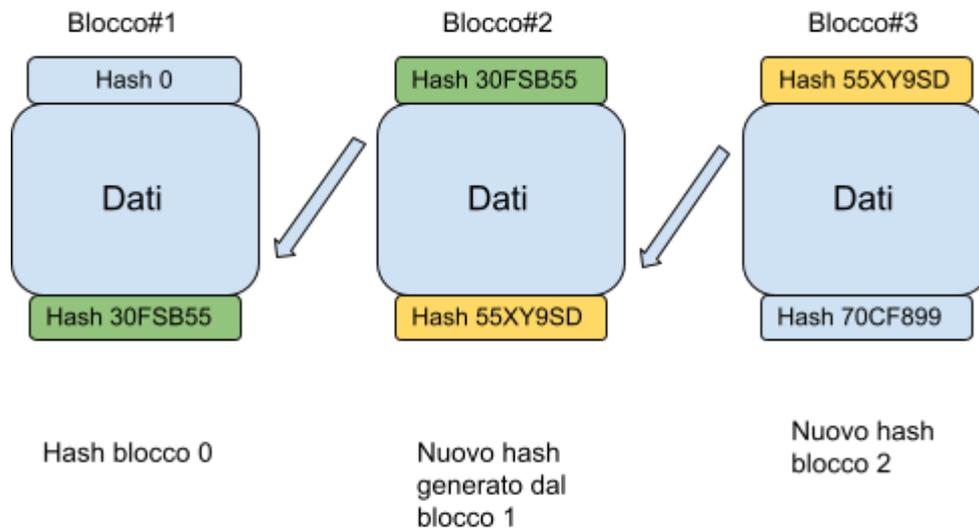


Figura 1 Fonte: T. Tiberio, 2022

Ogni blocco contiene al suo interno dei dati, per esempio transazioni, e l'hash del blocco precedente. Di conseguenza se qualcuno tentasse di aggiungere, rimuovere o modificare alcune informazioni in qualsiasi blocco si andrebbe a generare un'altra catena e questo risulterebbe subito visibile, ma le informazioni contenute nei precedenti blocchi resterebbero comunque immutate. (Chiap et al. 2019)

1.1.5 I nodi

Per quanto concerne i nodi invece essi possono essere identificati con i server degli utenti che si collegano alla rete di blockchain. Si possono individuare due tipi di nodi: il full node e il light node. Il primo scarica e archivia localmente una copia completa della blockchain e controlla che ogni transazione e blocco seguano le regole definite dal sistema. Nel caso di anomalie o distorsioni il blocco contenente informazioni diverse non verrebbe accettato. Il nodo light invece non memorizza l'intera blockchain ma riceve solo i dati di cui ha bisogno dal nodo completo. In questa tipologia quindi il nodo implica la delega della fiducia da parte del nodo centrale e non ha la capacità di verificare in maniera autonoma la correttezza dei dati. (Chiap et al. 2019)

1.1.6 Le reti

L'insieme di nodi costituiscono il network, ovvero la rete sulla quale avvengono lo scambio di informazioni tra le varie entità coinvolte nella blockchain. Si possono individuare due tipi di reti nella blockchain, una di tipo centralizzata e una di tipo decentralizzata.

Una rete centralizzata, di solito atipica nel caso della blockchain, è un'infrastruttura con un punto centrale di fallimento dal quale vengono generati i vari nodi e quindi se danneggiata comprometterebbe l'intero sistema. In una rete decentralizzata invece il punto di errore è costituito dall'insieme di tutti i nodi, quindi per compromettere un sistema decentralizzato si dovrebbero chiudere contemporaneamente tutti i nodi. (Kiran Khatter, Devanjali Relan, 2021)

Per esempio nel Bitcoin questo sarebbe impossibile in quanto vi sono milioni di utenti attivi. Nella Figura 2 viene mostrato il funzionamento di una transazione su blockchain.

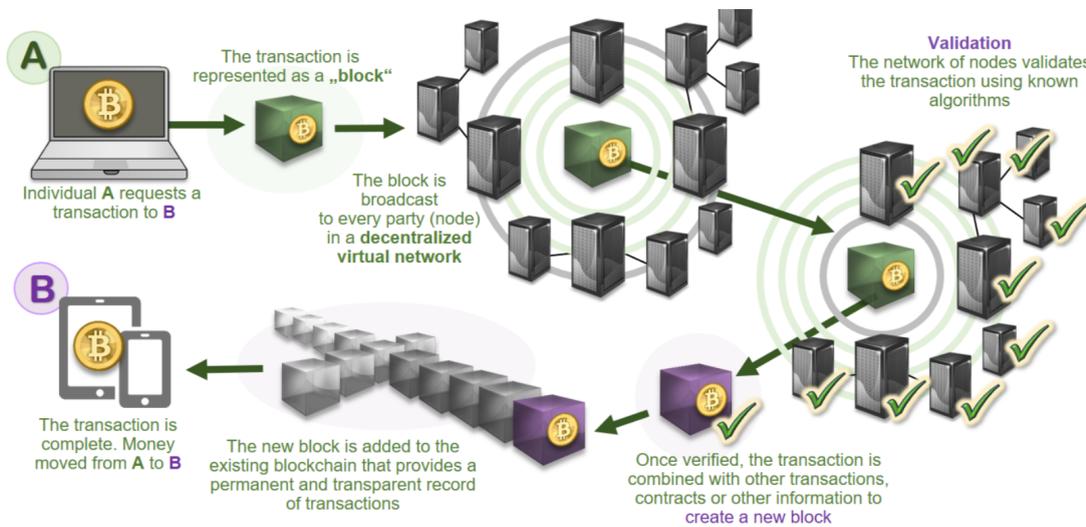


Figura 2, Fonte: A. Schumacher, "Blockchain & Healthcare, Strategy guide"2017

Il soggetto A richiede di effettuare una transazione al soggetto B, la transazione è rappresentata dal blocco di colore verde. Il blocco verde viene aggiunto alla rete decentralizzata e, una volta effettuata la validazione tramite il riconoscimento degli hash, viene creato un nuovo blocco e aggiunto alla blockchain esistente la quale fornisce un registro permanente e trasparente di ogni singola transazione. Quando il blocco viene validato e aggiunto alla catena la transazione monetaria ha avuto successo.

1.2 Struttura della Blockchain

La struttura di una blockchain può essere di tre tipi: pubblica, privata o consorziata. Una blockchain pubblica si definisce come una piattaforma open source decentralizzata che permette ad ogni entità di unirsi al network e nella quale si può attuare operazioni di mining a prescindere dall'organizzazione di appartenenza (Bharat Bhushana, Aditya Khampariab, K. Martin Sagayamc, Sudhir Kumar Sharmad, Mohd Abdul Ahade, Narayan C. Debnathf, 2020). Per mining si intende quelle operazioni tramite le quali nuovi blocchi vengono aggiunti ai precedenti, ovvero vengono validate le transazioni ed aggiunte alla catena del network. Sono operazioni che richiedono una quantità significativa di energia e operazioni computazionali estremamente difficoltose. Tali operazioni vengono svolte dai miner, i quali, tramite le sequenze di hash, uniscono i blocchi e validano le transazioni. Il mining è il tipico processo che avviene nei Bitcoin e all'inizio della sua creazione è stato un processo di grande profitto per i miners i quali venivano ricompensati per la validazione con Bitcoin. In una blockchain pubblica non ci sono restrizioni per connettersi al network e potenzialmente non ci sono limiti nella lettura e condivisione dei dati (Tobias Guggenberger, André Schweizer e Nils Urbach, 2020). Nella Figura 3 viene rappresentato un esempio di blockchain pubblica.

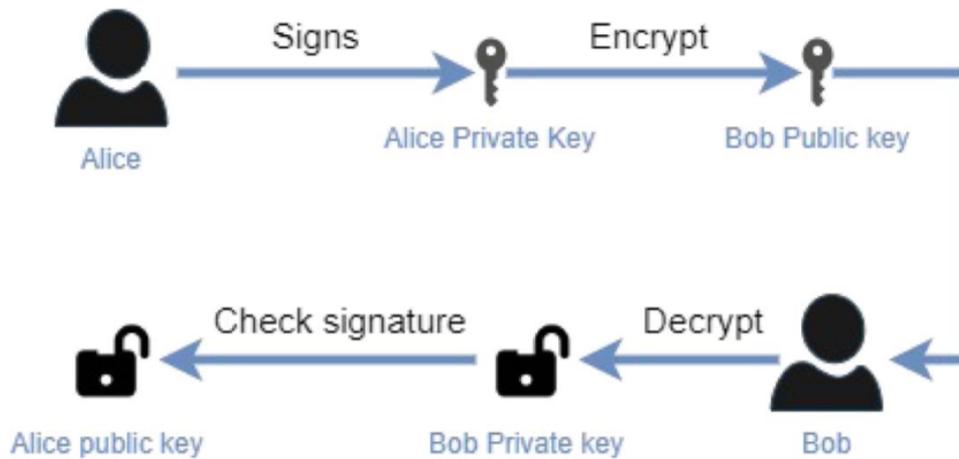


Figura 3 Esempio di un'architettura di blockchain pubblica con relative chiavi private e pubbliche per il riconoscimento (Fonte: Y. Mezquita et al., "Blockchain-based architecture for the control of logistics activities: Pharmaceutical utilities case study" 2020)

Una blockchain privata può essere definita come un network decentralizzato che permette di condividere dati personali e privati tra le persone o le organizzazioni autorizzate (Bharat Bhushana, et al. 2020). Secondo "Akhil Kumar, Rong Liu e Zhe Shan, 2020" una blockchain privata o permissioned consente solo alle parti autorizzate di unirsi alla rete a seguito di un controllo rigoroso di identificazione. I sistemi di blockchain privati possono ritenersi la soluzione migliore per un'azienda privata in quanto garantisce la sicurezza nelle transazioni, la privacy e la scalabilità. Nell'ingegneria dei software e nell'informatica la scalabilità denota in genere la capacità di un sistema di aumentare o diminuire di scala in funzione delle necessità e disponibilità. Un sistema che gode di questa proprietà viene detto scalabile. Come vedremo in seguito uno degli svantaggi maggiori della blockchain è proprio la poca scalabilità.

Infine la blockchain consorziata è un ibrido tra quella privata e quella pubblica. Come la definisce Bharat Bhushana et al., 2020 "è la fusione tra una blockchain privata e una pubblica, in cui un gruppo di individui si assume la responsabilità del consenso e blocca le decisioni di convalida." Tale tecnologia sarebbe ideale per vari modelli di business in particolare per imprese industriali ben strutturate che gestiscono una supply chain articolata con una fitta rete di informazioni (Mahtab Kouhizadeh, Sara Saberi, Joseph Sarki, 2021).

1.3 Protocolli di consenso

Al fine di garantire fiducia e trasparenza tra le parti coinvolte nella rete, la blockchain deve funzionare su determinati processi di consenso al fine di validare determinate transazioni o flussi di dati. Una blockchain infatti è basata su regole matematiche molto complesse ma non ha governanti. Il consenso può essere definito come un accordo generale tra i membri di un determinato gruppo (in questo caso i nodi della blockchain), ognuno dei quali ha una parte del potere decisionale. In una blockchain il consenso è sostanzialmente un accordo su ciò che è avvenuto sullo stato della blockchain.

A seguito dell'analisi della letteratura si sono prese come esempio due tipi di protocolli fondamentali per il funzionamento di una blockchain efficiente, il *Proof of Work (PoW)* e il *Proof of Stake (PoS)*.

1.3.1 *Proof of Work*

Il *PoW* è un algoritmo di consenso che identifica il nodo sul quale andrà ad aggiungersi il blocco appena estratto dalla catena esistente. Il metodo grazie al quale il blocco viene aggiunto alla catena è dato dal riconoscimento dell'hash del *PoW* (Bharat Bhushana et al., 2020). In altre parole il *PoW* è un protocollo utilizzato per raggiungere il consenso distribuito nel quale il potere di voto si basa sulla potenza computazionale. La funzionalità del *PoW* può essere individuata nell'infografica della *Figura 2*.

Il vantaggio principale del protocollo PoW è la forte garanzia di immutabilità, ovvero quando un blocco viene generato è praticamente impossibile alterarne le funzionalità. Però tale protocollo presenta molti svantaggi. Innanzitutto tale sistema impiega moltissima energia per funzionare, il Bitcoin per esempio utilizza il PoW e consuma attualmente come l'intera Svezia (P. Solvadini, 2021). Il *PoW* presenta inoltre molti problemi di scalabilità, questo è dovuto alla lentezza delle transazioni e alle commissioni molto elevate. Infine è vulnerabile a un attacco del 51% nel momento in cui un miner raggiungesse il 51% della potenza di calcolo del totale del network, cosa alquanto impossibile nel caso del Bitcoin ma un attacco di questo tipo è stato effettuato nel luglio del 2016 ai danni di di Ethereum. La creazione di DAO (organizzazione autonoma decentralizzata) da parte di Ethereum è stata oscurata da un attacco hacker su 12 milioni di Ether (la valuta di Ethereum), equivalenti a circa 50 milioni di dollari. Tale attacco nei confronti di Ethereum ha generato una scissione nella community dando origine a Ethereum ed Ethereum Classic (ForexWiki, 2022).

1.3.2 *Proof of Stake*

Il *PoS* invece è un'opzione alternativa al *PoW*, molto più efficiente ed economica poichè i miners sono responsabili dell'autenticità del blocco con una parte del loro patrimonio. Infatti a differenza del PoW, dove i miners vengono premiati per aver validato l'hash, nel PoS vengono alternati dei validatori scelti in anticipo basandosi sulla quantità di criptovalute in loro possesso (G. Chiap et al., 2019). Il PoS si basa sull'aver un ampio interesse nel sistema invece di sprecare le risorse computazionali nella risoluzione di complessi enigmi matematici (Bharat Bhushana et al. 2020). Il *Proof of Stake* è un protocollo per raggiungere il consenso distribuito nel quale ad ogni token corrisponde un voto (Gianluca Chiap et al. 2019). Un token è un insieme di informazioni digitali all'interno di una blockchain che conferiscono un diritto a un determinato soggetto (Luigi Jovacchini, Paolo Nardella, 2022). Quindi all'interno di una blockchain coloro che avranno più token o ETH nel caso di Ethereum saranno scelti con più frequenza per validare le transazioni in quanto più affidabili. Rispetto al PoW il PoS è molto più efficiente in quanto non è necessario eseguire complessi calcoli per validare un blocco. Infatti il PoS presenta molti più vantaggi rispetto al PoW. Per esempio le azioni di hack risultano molto più dispendiose e difficili verso questo sistema. Il PoS è molto più

economico in quanto la potenza di calcolo attuata dagli hardware è minima e i miner sono incoraggiati a rimanere sulla blockchain in quanto premiati con token (G. Chiap et al. 2019)

1.4 Smart contract

Una soluzione efficiente ed efficace ottenibile tramite tecnologia blockchain per le imprese sia private che pubbliche si chiama smart contract. Lo smart contract come vedremo in seguito se applicato ed integrato alla blockchain ne migliora le funzioni.

1.4.1 Definizione

Lo smart contract può essere definito come un protocollo di transizione digitale che esegue i termini di un contratto (N. Szabo, 1994). La nozione di contratto in Italia è contenuta all'art.1321 del codice civile, che lo definisce come "l'accordo di due o più parti per costituire, regolare o estinguere tra loro un rapporto giuridico patrimoniale". Un contratto quindi è il mezzo grazie al quale si può generare fiducia tra le parti coinvolte in una transazione, ed è lo strumento fondamentale per ogni azienda che ha intenzione di sviluppare nuovi business.

L'evoluzione della forma contrattuale, ovvero da contratto cartaceo a contratto intelligente digitale è un sintomo di come la società sta cambiando, in particolare stanno evolvendo le forme di business. Tali cambiamenti sono motivati dal fatto che la nostra società e in particolare il mondo del business richieda tempi di risposta brevi, veloci e immediati.

1.4.2 Funzioni

Gli smart contract, noti anche come chain code, implementano la logica dei contratti di business. Vengono installati sulla blockchain ed eseguiti dalle parti per creare transazioni. Lo smart contract implica un codice autoeseguibile sulla catena di blocco che a sua volta implementa automaticamente i termini dell'accordo tra le parti coinvolte nella transazione. Uno smart contract solitamente è un protocollo o un accordo, scritto in linguaggio Java, che le parti si impegnano a osservare sul network (Akhil Kumar, Rong Liu e Zhe Shan, 2020).

L'applicazione dello smart contract potrebbe essere efficiente anche all'interno della pubblica amministrazione in quanto diminuirebbe le tempistiche di una gara rendendo al tempo stesso sicuro e trasparente l'intero processo. Al fine di introdurre gli smart contract negli apparati pubblici si dovrebbero inizialmente effettuare delle implementazioni a livello sia organizzativo e tecnico. Per esempio bisognerebbe sviluppare modelli contrattuali e bandi tipo che coinvolgano gli operatori economici nella trasformazione strutturale delle relazioni di committenza pubblica. Inoltre per poter digitalizzare i requisiti bisognerebbe ridurre la quantità di informazioni che generano incertezze e problemi interpretativi. L'integrazione degli smart contract all'interno del sistema di acquisto della Pubblica Amministrazione garantirebbe una maggiore efficienza del processo di gara, aumentando di conseguenza le sinergie tra committenti pubblici, imprese e filiere dei sub-contraenti (G. M. Racca, 2020).

Tale cambiamento richiederebbe competenze specifiche e personale tecnico che possa sviluppare e gestire tale tecnologia. Gli ostacoli che si pongono di fronte all'utilizzo di questa

tecnologia innovativa sono innumerevoli. Un'implementazione di questo tipo all'interno del nostro sistema italiano di pubblica amministrazione richiederebbe molto tempo e costi significativi, ma porterebbe risultati estremamente efficienti e performanti. L'impatto che gli smart contract avrebbero sul sistema degli appalti pubblico italiano sarebbe di notevole importanza, in quanto si garantirebbero i principi di trasparenza, tracciabilità e sicurezza. Infatti con un nuovo sistema di verifica automatica dei requisiti di qualificazione e di semplificazione della fase di selezione degli offerenti le centrali d'acquisto, ma anche tutte le amministrazioni aggiudicatrici, potrebbero velocizzare l'aggiudicazione dei contratti pubblici (G. M. Racca, 2020).

Per certi versi paradossalmente l'Italia è stato il primo paese europeo a regolamentare la tecnologia degli smart contract in modo generale e senza riferimento ad alcun settore o applicazione specifica. La legge n. 12/2019 è stata concepita secondo i quadri giuridici dell'UE esistenti. La legge introduce la definizione di contratto intelligente come "un programma per computer che funziona attraverso la tecnologia del registro distribuito e la cui prestazione vincola automaticamente due o più parti in base agli effetti definiti dalle parti stesse". Gli smart contract si considerano stipulati per iscritto quando rispettano le linee guida e gli standard determinati dall'Agenzia per l'Italia Digitale (AgID). Infatti prima che uno smart contract sia riconosciuto come un contratto automatizzabile ed esecutivo stipulato per iscritto, è necessaria una firma elettronica che consenta l'identificazione delle parti coinvolte nella transazione (Agata Ferreira 2020).

1.5 Altre tecnologie

La blockchain è una tecnologia innovativa che rivoluziona i metodi di pagamento e le relazioni che intercorrono tra diverse parti coinvolte in un business. Per usufruire al meglio delle sue potenzialità molte imprese e consulenti informatici suggeriscono di affiancare alla blockchain altre tecnologie che ne implementerebbero l'efficacia di azione.

In questa parte verranno analizzate l'Internet of Things, l'intelligenza artificiale e il cloud computing, ovvero tre tecnologie utili all'architettura blockchain.

1.5.1 Internet of Things

L'Internet of Things (IoT) può essere definito da tutti quegli oggetti della quotidianità che grazie all'evoluzione tecnologica e alla possibilità di connettersi ad Internet ottengono un'identità digitale acquistando a loro volta ulteriori funzionalità ed applicazioni. Un esempio possono essere i televisori che grazie all'innovazione tecnologica ora sono diventati smart TV. Le loro funzionalità infatti si sono ampliate, e ora una semplice televisione può connettersi ad Internet, condividere file multimediali e trasmettere contenuti attraverso gli smart phone. Altri campi di applicazione dell'IoT sono visibili a livello industriale con la digitalizzazione dei processi produttivi, nella domotica con elettrodomestici intelligenti, e nella logistica con l'utilizzo di strumenti RFID (sistemi di identificazione con radio frequenze). Secondo la definizione di "A. Ravishankar Rao e Daniel Clarke, 2019" l'Internet of Things (IoT) è "una rete di oggetti interconnessi indirizzabile in modo univoco, basato su protocolli di comunicazione standard". La sinergia e la comunicazione tra molti di questi oggetti intelligenti produce grandi quantità di dati, che sono generalmente gestiti da

piattaforme di cloud computing. Nella Figura 4 vengono rappresentate sotto forma di infografica le svariate aree nelle quali la tecnologia IoT può intervenire ampliandone le potenzialità. Un esempio di successo di utilizzo di IoT è dato da Amazon che ha creato negli Stati Uniti una catena di supermercati, gli Amazon Go, che si fondano proprio su questa tecnologia. Un cliente, grazie a una determinata app conto installata sullo smartphone, può entrare e fare la spesa prendendo i prodotti alimentari e metterli direttamente nella propria borsa. Una volta effettuata la spesa può comodamente uscire dal supermercato senza dover fare la fila alla cassa in quanto, grazie alla combinazione di tecnologie di IoT e AI adottate, la spesa viene addebitata direttamente sull'app conto di Amazon.

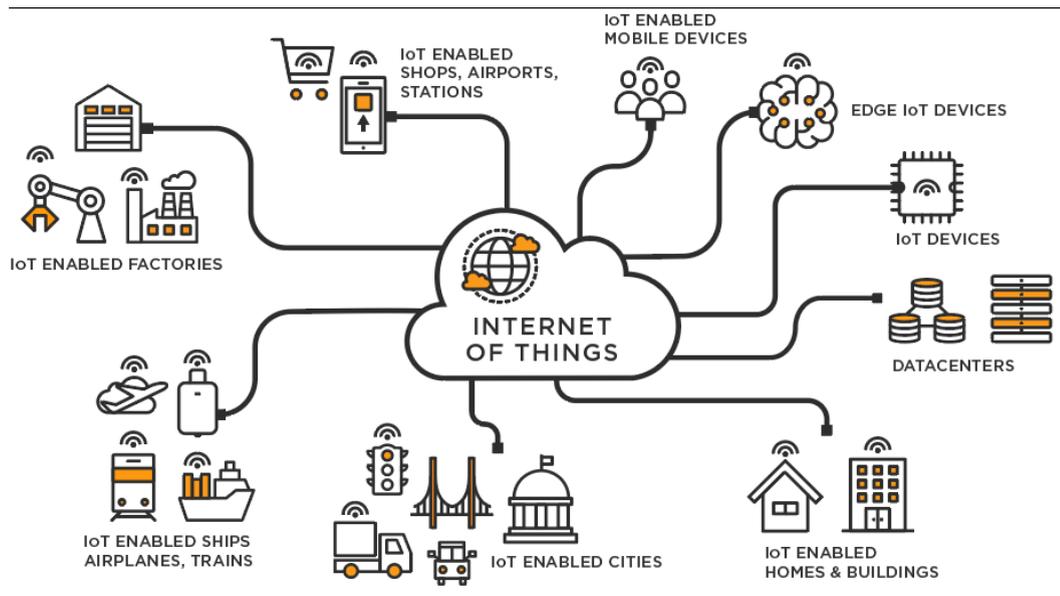


Figura 4 tratta da "TIBCO Software Inc., 2022"

Utilizzare tecnologie di IoT assieme alla blockchain comporterebbe lo sviluppo di enormi potenzialità sia per il settore pubblico che privato. La blockchain può fungere da garante dell'identità dei diversi nodi della rete (ad esempio attraverso l'impiego di certificati o chiavi digitali) e da certificatore della provenienza e dell'integrità dei dati raccolti dagli oggetti connessi grazie all'apposizione di un timbro digitale e alla registrazione dell'istanza temporale (Politecnico di Torino, reparto di ingegneria gestionale, 2022). L'unione tra tecnologia blockchain e IoT quindi risulterebbe efficiente per settori logistici e industriali, dove la mole di dati da monitorare è estremamente impegnativa.

1.5.2 Intelligenza artificiale

Secondo la definizione di Marco Somalvico, professore del politecnico di Torino, l'intelligenza artificiale è "una disciplina appartenente all'informatica che studia i fondamenti teorici, le metodologie e le tecniche che consentono la progettazione di sistemi hardware e sistemi di programmi software capaci di fornire all'elaboratore elettronico prestazioni che, a un osservatore comune, sembrerebbero essere di pertinenza esclusiva dell'intelligenza umana." Grazie allo sviluppo tecnologico la nostra quotidianità è circondata da strumenti di

AI. Uno degli esempi di applicazione più comuni dell'intelligenza artificiale è il riconoscimento facciale da parte di molti smartphone. Inoltre alcune tecnologie di AI vengono utilizzate in molteplici settori industriali, compreso il settore medico e il settore logistico.

Nel settore medico/ospedaliero per esempio la tecnologia AI viene impiegata per l'analisi del suono del cuore, nelle diagnosi del cancro, nella produzione di farmaci e nelle operazioni chirurgiche. Nelle operazioni chirurgiche ad esempio viene impiegato un robot denominato Leonardo che è in grado di eseguire operazioni estremamente delicate con larga precisione.

Inoltre in ambito informatico l'AI viene utilizzata per sviluppare determinati algoritmi, sviluppare hardware e software per l'immagazzinamento e l'elaborazione di dati e produrre servizi di integrazione e personalizzazione. Sfruttando queste capacità della tecnologia artificiale nell'analisi dei dati si potrebbero aumentare i vantaggi della tecnologia blockchain in moltissimi settori come quello sanitario, amministrativo, energetico ed industriale, in particolare nel settore della logistica (Horst Treiblmaier, Abderahman Rejeb ed Andreas Strebing, 2020).

1.5.3 Cloud computing

La tecnologia del cloud computing è composta da sistemi strutturali che permettono un accesso a un insieme di risorse programmabili situate nella rete di Internet, quali server, database, software e analisi dati. Il cloud computing consente di integrare più piattaforme contemporaneamente, offrendo così molti vantaggi alle imprese o organizzazioni che lo utilizzano. I vantaggi sono la riduzione dei costi, in quanto la maggior parte dei dati è registrata nel cloud; la velocità nell'ottenimento di risultati; la scalabilità globale, ovvero la possibilità di ridimensionare le risorse in modo elastico. Inoltre vengono migliorate le prestazioni e la produttività del soggetto utilizzatore garantendo allo stesso tempo sicurezza ed affidabilità. Il cloud computing risulta molto utile alle aziende in quanto esternalizzando la gestione e la manutenzione dell'infrastruttura informatica possono concentrarsi sul loro core business. Facendo ciò si rendono anche alcuni meccanismi di supply chain più reattivi ed agili. Inoltre associando il cloud computing alla tecnologia blockchain si risolverebbe in parte il problema della scalabilità della blockchain. I tre tipi di cloud computing maggiormente utilizzati sono: l'Infrastructure as a service (IaaS), il Platform as a service (PaaS) e il Software as a service (SaaS). La differenza principale consiste nella gestione di alcune funzionalità. Nello IaaS per esempio i data, le applicazioni e i sistemi operativi con relativo run time sono gestiti internamente. I sistemi IaaS sono utilizzati dalle grandi compagnie come Amazon e Google. Nel sistema Paas invece solo le applicazioni e i data vengono gestiti dall'azienda mentre i sistemi operativi sono gestiti da un fornitore esterno. Infine i SaaS sono servizi cloud totalmente in mano ai fornitori e produttori, i più comuni e maggiormente utilizzati sono i software di Google Docs e i software mail di Gmail e Outlook (N. Vyas, A. Beije, B. Krishnamachari, 2019).

2.5 Impatti con altri settori

Oltre al settore sanitario e alla catena di approvvigionamento dei farmaci, la blockchain ha un grande potenziale di sviluppo anche in altre aree. In questa parte della tesi verranno analizzati gli impatti della blockchain sul settore finanziario, energetico, alimentare, amministrativo e artistico.

Settore finanziario

Uno dei settori che sicuramente ha subito di più l'impatto della blockchain è quello finanziario. La blockchain è la tecnologia che ha permesso la creazione e il successivo sviluppo della criptomoneta, in questo modo molte compagnie finanziarie hanno investito in questa fetta di mercato. Infatti uno dei pregi principali della blockchain è di accelerare e semplificare i pagamenti transfrontalieri, rivoluzionando lo scambio di azioni, migliorando e facilitando le transazioni monetarie del settore finanziario. Banche, istituti di credito e assicurazioni possono utilizzare la tecnologia blockchain per creare una nuova valuta virtuale per la società. chiaramente l'adozione di una criptovaluta negli asset di un istituto bancario prevede una legislazione adeguata che accompagni questo fenomeno di così grande innovazione (P. Dutta et al. 2020).

La blockchain è in grado di garantire una gestione sicura delle transazioni all'interno di un sistema finanziario in quanto preserva il diritto alla riservatezza e grazie alle caratteristiche di immutabilità e integrità dei dati, tutte le transazioni verrebbero registrate sui blocchi. (B. Bhushan et al. 2020)

Settore Energetico

Sembrerebbe un controsenso parlare di implementazioni di blockchain nel settore energetico, visto che uno dei maggiori svantaggi di questa tecnologia è proprio l'elevato consumo di energia. Però secondo alcuni ricercatori se la blockchain fosse applicata al settore energetico come un database di raccolta dati, ne migliorerebbe molte funzioni.

Esiste l'opportunità per la tecnologia blockchain di creare un ambiente più resiliente per l'intero settore energetico. In questo contesto, H. Treiblmaier et al. 2020, sostengono che "l'implementazione della blockchain nel settore energetico faciliterebbe la produzione e il consumo di determinate fonti. I sistemi energetici intelligenti infatti potrebbero utilizzare la blockchain per preservare la privacy degli utenti e al tempo stesso consentire agli individui di monitorare con precisione il loro tipo di consumo energetico." Ciò contribuirebbe ad evitare sprechi, riducendo l'uso di combustibili fossili e utilizzando maggiormente energia green ed ecosostenibile (H. Treiblmaier et al. 2020).

Le città intelligenti potrebbero beneficiare in maniera sostanziale delle capacità della blockchain migliorando la pianificazione e la gestione delle risorse energetiche. Uno studio recente di Aggarwal et al. 2019, evidenzia che la blockchain è utile nella regolamentazione e distribuzione dell'energia nelle smart grid (2), questo come risultato porta una maggiore trasparenza all'interno delle transazioni monetarie riguardanti il settore energetico.

Settore Alimentare

Un ulteriore impatto positivo della blockchain è nei processi di supply chain del settore alimentare. Infatti grazie alla tracciabilità del prodotto, si è in grado di individuare la provenienza della materia prima e quindi si può aggiungere valore al prodotto finale. I benefici che questa tecnologia porterebbe alla catena di approvvigionamento sono legati ai principi di trasparenza e fedeltà. (A. Khumar, et al. 2020) La trasparenza si ottiene dimostrando la vera origine del prodotto alimentare e con questo si ottiene la fidelizzazione del cliente finale in quanto si garantisce l'autenticità del prodotto, sia in termini di certificazioni bio, doc o dop.

In Italia alcune aziende del food hanno già investito in blockchain. Per esempio la Barilla ha adottato questa tecnologia per il monitoraggio del basilico e garantire la provenienza. Infine i supermercati Carrefour hanno sviluppato un'app per smartphone basata su tecnologia blockchain per mostrare al cliente la provenienza della merce con relative date di scadenza.

Settore Amministrativo

Nel settore amministrativo la blockchain sarebbe in grado di generare valore, implementando la gestione dei dati e semplificando la trasmissione di informazioni tra pubblica amministrazione e cittadini. Grazie alle sue caratteristiche e funzionalità la blockchain può fornire ai cittadini un accesso più personalizzato, conveniente ed inclusivo rendendo così i servizi pubblici prodotti di alta qualità. La pubblica amministrazione si trasformerebbe in un istituto ancora più trasparente ed efficiente al servizio del cittadino (H. Treiblmaier et al. 2020).

Settore Artistico

L'introduzione della blockchain nel settore artistico ha rivoluzionato il modo di produrre e vendere arte, in particolare per quello che concerne la digital art. Grazie alla blockchain infatti l'arte digitale viene "protetta" e certificata con l'utilizzo degli NFT (Non Fungible Token). Gli NFT sono dei token che a differenza delle altre criptovalute non sono interscambiabili. Vengono registrati su blockchain e garantiscono l'atto di proprietà di un determinato bene. Gli NFT hanno rivoluzionato il mercato dell'arte in quanto gli autori di molte opere digitali grazie a questa tecnologia hanno potuto registrare e salvaguardare la propria arte da potenziali atti di plagio.

(2) Lo smart *grid* è l'insieme di una rete di informazione riguardanti una rete di distribuzione elettrica. La loro unione di dati consente di gestire la rete elettrica in maniera "intelligente" sotto vari aspetti o funzionalità. Grazie allo smart grid la distribuzione di energia elettrica viene gestita in maniera molto più efficiente. Conseguentemente si ottiene un uso più razionale dell'energia minimizzando, al contempo, eventuali sovraccarichi e variazioni della tensione elettrica.

Capitolo II - Blockchain & Sanità

La prima parte di questo capitolo è dedicata a presentare la metodologia di analisi della letteratura effettuata. Per la selezione della letteratura si è ricorso a Scopus, uno dei più grandi database di letteratura *peer-reviewed*. Successivamente si è passati a realizzare il modello Prisma al fine di rappresentare in maniera chiara e ordinata il rigoroso processo di selezione della letteratura. Infine si sono realizzate delle codifiche dei testi utilizzando il programma NVivo. Grazie a questo programma si sono organizzati e suddivisi parti del testo in nodi e sottonodi. Questo lavoro di codifica ha permesso di avere una visione completa e approfondita sulla letteratura che ho trattato della blockchain potendo così evidenziare, allo stato dell'arte, i relativi benefici e criticità derivanti dal suo utilizzo. Si sono potuti scoprire i potenziali di sviluppo della blockchain nei settori della sanità e in particolare alla catena di approvvigionamento del farmaco. In seguito infatti si sono potuti analizzare i benefici che questa tecnologia apporterebbe al settore logistico del farmaco, implementandone le potenzialità e la performance.

La seconda parte del capitolo è dedicata invece alla sanità pubblica italiana. A seguito di una breve panoramica storica ed evolutiva, si descrivono i principi fondamentali, le dimensioni organizzative e le funzionalità che la caratterizzano. Poi, a seguito delle codifiche realizzate in NVivo, si analizzano gli stakeholders appartenenti al settore sanitario pubblico e privato, con un focus particolare rivolto agli attori del processo di approvvigionamento del farmaco. Successivamente si presentano alcune criticità del settore sanitario emerse dall'analisi della letteratura e che riguardano soprattutto la gestione delle cartelle cliniche dei pazienti e la gestione dei processi di supply chain del farmaco. Si procede quindi descrivendo le soluzioni offerte dalla blockchain per risolvere tali criticità. Infine si analizzano le barriere che impedirebbero lo sviluppo della tecnologia in questo settore.

2.1 Modello Prisma e tabella testi scelti

In questo sotto paragrafo vengono messi in luce tutti i passaggi di selezione della letteratura utilizzando il database Scopus.

Il primo passo è stato utilizzare la seguente chiave di ricerca: TITLE-ABS-KEY (blockchain AND healthcare). Tale chiave ha portato a 1.738 risultati, di cui 1.378 di computer science. Data la complessità tecnica di questi ultimi si è voluto affinare la ricerca selezionando solo articoli in inglese di scienze sociali, business, management, economia e finanza utilizzando la seguente chiave: LIMIT-TO (SUBJAREA , "BUSI") OR LIMIT-TO (SUBJAREA , "SOCI") OR LIMIT-TO (SUBJAREA , "ECON") AND (LIMIT-TO (DOCTYPE , "ar")) AND (LIMIT-TO (LANGUAGE , "English")) AND (LIMIT-TO (SRCTYPE , "j")).

Tale ricerca ha condotto a 94 risultati. Affinando ulteriormente aggiungendo alla ricerca la parola supply chain si ottiene: TITLE-ABS-KEY (blockchain AND healthcare) AND (TITLE-ABS-KEY (blockchain AND healthcare AND supply AND chain) AND (LIMIT-TO (SRCTYPE , "j"))) AND (LIMIT-TO (SUBJAREA , "BUSI") OR LIMIT-TO (SUBJAREA , "SOCI") OR LIMIT-TO (SUBJAREA , "ECON")) AND (LIMIT-TO (DOCTYPE , "ar")) AND (LIMIT-TO (LANGUAGE , "English")). Quest'ultima ricerca ha portato 25 risultati, di cui sono stati esclusi cinque in quanto non attinenti allo scopo della ricerca.

Successivamente si sono raccolte le chiavi di ricerca nel modello Prisma al fine di chiarificare il procedimento con il quale sono stati selezionati i testi per la ricerca, come rappresentato in *Figura 5*. Infine i testi selezionati sono stati importanti in una tabella Excel con i relativi autori, titolo dell'articolo, anno di pubblicazione e nome della rivista.

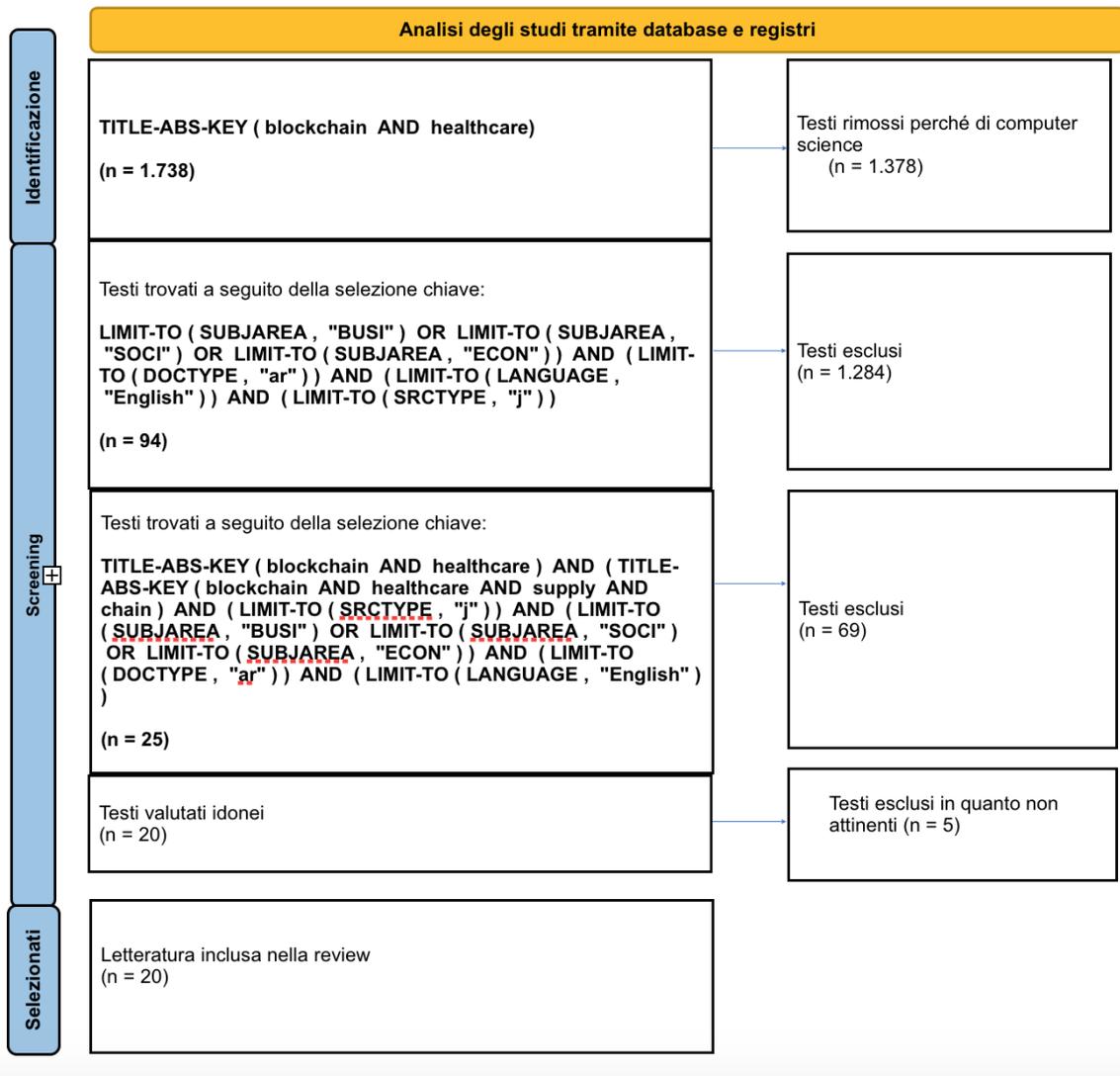


Figura 5 Modello Prisma, Tommaso Tiberio 2022

2.2 Codifiche NVivo

NVivo è un software usato dai ricercatori per effettuare analisi di dati. Le funzionalità di NVivo sono molteplici e possono generare molti tipi di codifiche; si possono analizzare e codificare, oltre che file testuali, anche file audio e video, scorrendo le singole domande dalle risposte. In questo modo nel caso di più interviste qualitative legate ad uno stesso argomento, è possibile codificare le varie risposte degli intervistati sotto rispettivi nodi o argomenti. Grazie a questo metodo si è in grado di produrre risultati qualitativi per la propria ricerca.

In questo lavoro di tesi si sono codificati i venti file testuali che hanno prodotto 14 nodi in funzione allo scopo della ricerca, ovvero quello di individuare le potenzialità che possono scaturire tra la blockchain e il settore della sanità, il settore della supply chain internazionale e il settore della catena di approvvigionamento del farmaco. I risultati delle codifiche sono stati utilizzati come punto di partenza per impostare i criteri delle interviste. In particolare i vantaggi e le criticità della tecnologia assieme alle barriere provenienti dalla

società sono le codifiche principalmente usate per cercare un riscontro con le risposte date dagli intervistati.

Nella seguente tabella vengono riportate tutte le 14 codifiche effettuate con NVivo.

Tabella 1. *Il framework di riferimento per l'analisi*

Nodo	Numero codifiche	Ref.
01_Autori	20	20
01_Accademici	18	
02_Non accademici-professionisti	1	
03_Collaborazione tra entrambi	1	
02_Area geografica	20	32
01_UE	1	
02_Germania	1	
03_Stati Uniti d'America	4	
04_Romania	1	
05_Arabia Saudita	1	
06_Piu paesi analizzati cont.		
01_Europa, Singapore, Cile, Svezia	1	
02_Honduras, UK, USA	1	
03_USA, Cina, Europa	1	
04_USA, Europa, Asia	1	
05_USA, Messico	1	
06_USA, Singapore, UK, Australia	1	
07_Non definita	6	
03_Metodologia di analisi	20	25
01_Action research	1	
02_DEMATEL	1	
03_Literature Review	7	
04_Multiple case study	5	
05_SEM	1	
06_Single case study	2	
07_Survey	4	
04_Tipologia di settore	20	20
01_Pubblico	4	
02_Privato	7	
03_Entrambi	8	
04_Non specificato	1	
05_Settole sanitario	20	58
01_identificato	11	48
02_non identificato	5	5
03_Settole farmaceutico	4	5
06_Focus di studio	20	22
07_Settole di supply chain	20	58

01_identificato	13	49
02_non identificato	4	4
03_supply chain farmaci	5	5
08_Impatti con altri settori	20	39
01_identificati	7	
02_non identificati	13	
09_Blockchain struttura	20	32
01_Privata	8	13
02_Pubblica	9	13
03_Consorzio	2	5
04_Non identificata	1	1
10_Sistemi di protocollo	20	30
01_identificati	3	13
02_non identificati	17	17
11_Tecnologie	20	60
01_AI	2	5
02_Ethereum	7	11
03_HyperLedge	4	15
04_IoT	6	10
05_Smart contract	5	11
06_Non identificati	8	8
12_Portatori di interesse	20	60
13_Vantaggi	20	101
14_Svantaggi	20	42
15_Barriere	20	48
01_Identificate	15	43
02_Non identificate	5	5

Ogni testo è stato codificato in modo tale da ottenere sempre il numero 20, ovvero il totale corrispondente dei testi. Ad alcuni nodi corrispondono dei sottonodi che riportano sempre alla somma totale dei testi.

Il nodo “autori” è stato suddiviso in quattro sottonodi di codifica: accademici, non accademici-professionisti e collaborazioni. Il risultato di questa operazione ci indica che la maggior parte della letteratura selezionata proviene dal mondo accademico (17).

Il nodo “area geografica” è stato suddiviso in 7 sottonodi, da questa analisi si può notare che gli Stati Uniti seguiti da alcuni stati dell’Unione Europea sono le aree geografiche di maggior interesse e studio in relazione alla blockchain.

Il nodo “metodologia di analisi” è stato suddiviso in 7 sottonodi e ha riportato come metodologie maggiormente utilizzate la revisione della letteratura (7), casi di studi multipli (5) e i sondaggi (4).

Grazie al nodo “tipologia di settore” si è voluto analizzare in quali campi la blockchain è stata studiata, in particolare 4 codifiche riguardano solo il settore pubblico, 7 codifiche riguardano solo il settore privato mentre 8 codifiche riportano ad entrambi i settori.

Importanti per questa ricerca sono state le codifiche relative al settore sanitario e al settore della supply chain. Il settore sanitario è stato scorporato in tre sottogruppi: “identificato” (11), “non identificato” (4) e “settore farmaceutico” (5). Anche il settore della supply chain è stato suddiviso in tre sottogruppi: “identificato” (13), “non identificato” (4) e “settore della catena di approvvigionamento dei farmaci”(5); in questo modo si sono potuti ricavare i dati necessari per analizzare nello specifico le potenzialità che la blockchain apporterebbe a questi specifici settori, con un focus particolare al settore di approvvigionamento dei farmaci. Per comprendere inoltre l’impatto della blockchain con altri settori e la vastità di attori coinvolti nei processi di blockchain sono stati creati dei nodi appositi: “impatti con altri settori” e “portatori di interesse”.

Gli altri nodi creati con le relative codifiche mirano ad analizzare nello specifico tutte le caratteristiche legate alla tecnologia blockchain. In particolare sono stati codificati i nodi che analizzano la struttura della blockchain, i sistemi di protocollo, altre tecnologie e prototipi di blockchain particolari. In “altre tecnologie” si è voluto codificare le tecnologie di AI e di IoT, in quanto, se applicate ed utilizzate parallelamente alla blockchain, ne migliorano le funzionalità. Per quanto riguarda i prototipi di blockchain si sono voluti prendere in considerazione gli Smart Contract, Ethereum e Hyperledge Fabric per la loro importanza applicativa ai settori logistici e sanitari.

Infine gli ultimi nodi sono dedicati allo studio dei benefici e delle criticità che questa tecnologia introduce all’interno dei settori presi in considerazione, si sono codificate anche le barriere esterne provenienti dalla società e dai policy makers. Per la loro importanza e per i risultati ottenuti questi nodi verranno analizzati nello specifico nel capitolo III.

Grazie a queste codifiche si è potuto comprendere quali siano i fattori rilevanti della blockchain e come essi influiscono positivamente nei settori della sanità, della supply chain internazionale e della catena di approvvigionamento dei farmaci.

2.2.1 Vantaggi della Blockchain

I fattori positivi legati a questa tecnologia riportati in letteratura sono i seguenti: trasparenza, robustezza del sistema, tracciabilità, integrità, confidenzialità, disponibilità, anonimato, sicurezza e fiducia (Kiran Khatte, Devanjali Relan, 2021). Inoltre la combinazione di algoritmi hash, chiavi private o pubbliche e un ledger decentralizzato rendono la blockchain efficiente, efficace e sicura (Alex Hughes et al., 2019).

Come si può notare in *Tabella 1* sono stati codificati tutti i venti test per le categorie vantaggi e criticità della blockchain. In particolare per i vantaggi sono state individuate 101 referenze, per gli svantaggi 41. Ora verranno analizzati nello specifico i principali vantaggi insiti nella blockchain.

Trasparenza

La trasparenza della tecnologia blockchain garantisce la completa chiarezza e informatività

dei dati, ogni singola transazione è registrata su un blocco e viene autenticata e verificata da tutte le parti coinvolte nella rete blockchain. In una blockchain pubblica inoltre il registro è aperto e trasparente, quindi chiunque può visualizzare tutti i flussi finanziari avvenuti. (Kiran Khatter, Devanjali Relan 2021)

Robustezza del sistema

Il sistema blockchain è un sistema fault-tolerant, ciò significa che è in grado di non danneggiarsi anche in caso di guasti. La robustezza del sistema infatti garantisce un rapido riconoscimento degli errori e la capacità del sistema stesso di segregarli e separarli dal resto dei nodi. La blockchain è un sistema robusto grazie appunto alla ridondanza dei blocchi e alla loro capacità di elaborazione dei dati attraverso la crittografia. (Kiran Khatter, Devanjali Relan 2021)

Tracciabilità

La tracciabilità nelle reti basate su blockchain permette di associare su un ledger condiviso le transazioni monetarie al codice di un determinato prodotto digitalizzato. Ciò consente a tutti i partecipanti interessati di essere in grado di tracciare il percorso del prodotto dal momento in cui viene spedito fino alla consegna. Grazie all'uso combinato di tecnologia IoT e blockchain si è in grado di tracciare la fornitura a livello di produzione, a livello di trasporto e al punto di consegna. Questo metodo garantisce la qualità del prodotto ricevuto e informa le parti interessate sugli standard seguiti nel processo (A. Ravishankar Rao, Daniel Clarke 2019)

Integrità dei dati

L'integrità di un sistema blockchain si manifesta in quanto le informazioni e i dati contenuti all'interno di un blocco una volta validati non possono essere né cancellati né modificati. Tale garanzia di immutabilità è data dai sistemi crittografici di hash dei singoli blocchi. (Ilhaam Omar, Mazin Debe, Raja Jayaraman, Khaled Salah, Mohammed Omar e Junaid Arshad 2020)

Confidenzialità

La blockchain grazie ai suoi particolari protocolli di consenso, il PoS e il PoW, e la combinazione di chiavi private o pubbliche garantisce la confidenzialità dei singoli attori partecipi alla rete. La blockchain infatti protegge l'identità dei partecipanti garantendone la privacy. Ciò promuove la confidenzialità dei dati e delle informazioni contenute nei blocchi poiché tutti gli attori interessati nella rete sono identificati tramite determinate chiavi di codifica e possono accedere alle informazioni solo previa autorizzazione o riconoscimento della chiave. (Ilhaam Omar, et al. 2020)

Disponibilità

Le reti blockchain devono essere disponibili per ogni stakeholder coinvolto nel processo di utilizzo. In una supply chain per esempio i produttori, i fornitori e i consumatori finali grazie alla blockchain sarebbero in grado di accedere ai dati in qualsiasi momento lo desiderino. In questa maniera avrebbero un monitoraggio costante e completo del prodotto all'interno della filiera. Inoltre i dati dovrebbero essere replicati su più nodi di una rete decentralizzata, così facendo si aumenterebbe la disponibilità dei dati e del loro utilizzo. (Kiran Khatter, Devanjali Relan 2021)

Sicurezza

La sicurezza nella blockchain è garantita grazie alla crittografia hash dei singoli blocchi e un full node a sua volta autorizza l'ingresso di nuovi blocchi. Inoltre la validazione delle transazioni monetarie è garantita dagli algoritmi di crittografia che provvedono a certificare le parti coinvolte nella rete (Alex Hughes, et al. 2019).

Bisogna anche ammettere però che come tutte le tecnologie la blockchain non è immune agli attacchi di hackeraggio; quindi per rendere più sicuri i sistemi blockchain si consiglia di affiancare apparecchiature di cybersecurity fondate su tecnologia IoT ed RFID (sistemi di identificazione basati su radio frequenze).

Fiducia

La tecnologia blockchain è fondata su un network peer to peer che esclude l'autorità centrale, ciò significa che una transizione monetaria può essere effettuata tra due individui sconosciuti senza l'impiego di terze, come banche o intermediari finanziari (Alex Hughes, et al. 2019). La sicurezza è insita nel sistema blockchain attraverso l'impiego di chiavi di riconoscimento e protocolli di consenso. Ciò genera fiducia nel momento di movimentazioni monetarie tra due o più attori e l'esclusione di banche o intermediari finanziari comporta un vantaggio per entrambe le parti in termini di risparmio economico.

2.1.2 Criticità della Blockchain

Oltre agli innumerevoli aspetti positivi della tecnologia blockchain, si possono osservare a seguito delle codifiche dei testi anche molte criticità.

I principali fattori negativi possono essere la poca scalabilità, l'elevato consumo energetico e la non completa maturità della tecnologia stessa.

Poca scalabilità

Per scalabilità si intende la capacità di un software di gestire l'accumularsi di informazioni mantenendo un'adeguata condizione in relazione alle prestazioni. Un sistema quindi è poco scalabile nel momento in cui non riesce a gestire l'accumulo di nuovi dati in quanto non vengono apportate nuove risorse.

I principali problemi di scalabilità nell'implementazione della blockchain sono le limitazioni del software nella gestione della grandezza della catena di blocchi a causa del numero sempre

crescente di transazioni. Il problema della scalabilità si manifesta quindi con l'aumento della dimensione dei blocchi e conseguentemente con un allungamento dei tempi di risposta e un valore sempre più alto nelle commissioni. Infatti quando aumenta il numero di utenti sulla blockchain, aumentano anche le problematiche legate alla scalabilità della blockchain (Pankaj Duttaa, Tsan-Ming Choib, Surabhi Somanic, Richa Butala, 2020). La continua crescita di blocchi sui quali sono registrate le transazioni non si traduce solo con l'aumento dei costi di archiviazione, ma anche con la diminuzione della velocità di distribuzione della blockchain sulla rete (Shaker Alharthi et al., 2020). Per risolvere questo problema molti studiosi e tecnici hanno avanzato delle prime ipotesi. Una delle soluzioni è quella di utilizzare il PoS come protocollo di consenso in quanto sostituirebbe il processo di mining. Un'ulteriore proposta potrebbe essere quella di trasferire alcune transazioni off-chain in modo tale da non congestionare il network. (Swathi Punathumkandi, Venkatesan Meenakshi Sundaram, Prabhavathy Panneer 2021)

Elevato consumo energetico

Un altro fattore negativo è legato all'impatto ambientale. La blockchain a seguito del problema della scalabilità e degli enormi sforzi computazionali richiede un elevato consumo di energia per funzionare. In particolare il consumo aumenta all'aumentare della potenza di calcolo richiesta per validare le transazioni sulla catena, soprattutto in tecnologie che adottano come protocollo di consenso il *PoW* (Jackie L. Johnson e Sean Manion, 2019). Per risolvere tale problema si potrebbe utilizzare il *PoS* sia su ledger pubblici che privati. In questa maniera si eviterebbe l'utilizzo di software ad alto consumo energetico.

Immaturità della tecnologia

La tecnologia blockchain è ancora estremamente immatura. Nonostante venga pubblicizzata e sponsorizzata da molte società informatiche, ancora troppe poche aziende hanno implementato i propri sistemi con questa tecnologia. Manca la conoscenza e l'awareness da parte di una gran fetta della società riguardo le caratteristiche e funzionalità della blockchain. Inoltre il numero di esperti e di ricercatori legati a questo settore è ancora troppo piccolo, il che rende difficile avere una chiara visione strategica del suo vero potenziale futuro (Radanović I., Likić R., 2018).

Persiste ancora una certa diffidenza all'interno della società verso questa tecnologia a causa della poca divulgazione effettuata riguardo le sue potenzialità soprattutto nei settori logistici e della sanità pubblica. Molti policy makers e governi tendono a diffidare delle piattaforme blockchain decentralizzate in quanto tendono a indebolire il ruolo delle istituzioni bancarie. Pertanto molti Stati sono ancora prudenti nei confronti dell'uso delle criptovalute e conseguentemente diffidano della blockchain stessa. Inoltre le piattaforme blockchain devono affrontare sostanziali forme di regolarità fiscale e tributaria, in quanto non esistono ancora delle legislazioni ad hoc che permettano di gestire tale tecnologia (Bharat Bhushana, et al., 2020).

2.2 La sanità pubblica in Italia

L'articolo 2 della Costituzione recita: “La Repubblica tutela la salute come fondamentale diritto dell'individuo e interesse della collettività, e garantisce cure gratuite agli indigenti. Nessuno può essere obbligato a un determinato trattamento sanitario se non per disposizione di legge. La legge non può in nessun caso violare i limiti imposti dal rispetto della persona umana.”

Al termine della seconda Guerra Mondiale, l'Italia fu uno dei primi paesi d'Europa a riconoscere il diritto alla salute nella propria Costituzione. L'articolo 32 infatti riconosce il diritto alla salute come un diritto individuale inviolabile ed assoluto.

Un ulteriore passo avanti fu fatto nel marzo del 1958 con la legge n. 296 che istituisce il Ministero della Sanità, costituito dal Consiglio superiore di sanità e dall'Istituto superiore della sanità. Grazie a questa legge sono introdotti per la prima volta su tutto il territorio nazionale gli uffici del medico e del veterinario provinciale e gli uffici sanitari dei Comuni. Tali enti venivano finanziati tramite la cassa mutua assicuratrice. A seguito però del continuo deficit in cui si trovavano molti enti ospedalieri e le crescenti disparità regionali dell'assistenza sanitaria nel 1978 con la legge Mariotti viene istituito il Servizio Sanitario Nazionale. Questo sistema rivoluzionò la sanità italiana introducendo la programmazione ospedaliera e affidando la gestione alle singole Regioni.

Successivi cambiamenti avvennero nel corso degli anni 90. Durante quel periodo sono state sviluppate nuove teorie, una delle quali fu il New Public Management. Uno dei principi cardine di questa teoria era il processo di aziendalizzazione degli istituti pubblici che spingeva la modalità di gestione delle pubbliche amministrazioni verso i criteri di efficienza, efficacia ed economicità, puntando sul miglioramento della performance e sulla creazione di outcome. I decreti del riordino del SSN del 1992-1993 e del 1999 rappresentano la concretizzazione di alcuni punti di riferimento della teoria del New Public Management, in quanto vengono applicate logiche e strumenti tipici del settore privato. In particolare si rafforza il potere delle Regioni in modo da garantire a tutti i cittadini livelli uniformi ed essenziali di assistenza e di prestazioni appropriate. Le unità sanitarie locali (USL) diventano aziende sanitarie con autonomia organizzativa (ASL), tale modifica ha fatto sì che alla contabilità finanziaria si affiancassero i principi della rilevazione contabile della partita doppia, ovvero si è cominciato a rilevare conto economico e stato patrimoniale.

Un passo cruciale nella sanità italiana avviene nel 2001 con la riforma del Titolo V della Costituzione. Viene modificato l'articolo 117 e in particolare si ridisegnano le competenze tra Stato e Regioni in materia di sanità. Lo Stato in particolare determina i livelli essenziali delle prestazioni (LEP) concernenti i diritti civili e sociali che devono essere garantiti sul territorio nazionale. Inoltre vengono introdotti i Livelli Essenziali di Assistenza (LEA), ovvero tutte quelle prestazioni e quei servizi che il Servizio Sanitario Nazionale è tenuto a fornire su tutto il territorio e a tutti i cittadini, gratuitamente o con partecipazione alla spesa (ticket), finanziati con le risorse pubbliche. Ogni Regione così assicura i servizi di assistenza sanitaria e ospedaliera, puntando non solo a curare il paziente ma cercando di prevenire eventuali malattie derivate da scorretti stili di vita. (Assidai, 2019).

2.2.1 I principi

I principi del Servizio Sanitario Nazionale possono essere divisi in principi fondamentali e principi organizzativi.

I principi fondamentali introdotti dalla legge n.833 del 1978 sono di:

- Universalità: questo principio rappresenta l'estensione delle prestazioni sanitarie a tutta la popolazione. La salute infatti viene intesa non solo come bene individuale ma come bene collettivo e lo Stato lo garantisce attraverso la promozione, il mantenimento e il recupero della salute fisica e psichica dell'intera popolazione;
- Uguaglianza: i cittadini devono accedere alle prestazioni del SSN senza nessuna distinzione di condizioni individuali, sociali ed economiche;
- Equità: tale principio indica che a tutti i cittadini deve essere garantita parità di accesso in rapporto a uguali bisogni di salute. Ciò significa garantire qualità ed efficienza del servizio e della prestazione e, da parte del medico e del personale sanitario, una comunicazione corretta sulla prestazione sanitaria nei confronti del paziente.

I principi organizzativi invece possono essere così descritti (Ministero della Salute, 2022):

- Centralità della persona: il paziente ha il diritto di essere informato correttamente in relazione al suo stato di salute, di essere libero di scegliere il luogo di cura e di accettare il tipo di terapia;
- Responsabilità pubblica per la tutela al diritto della salute;
- Collaborazione tra i livelli di governo del SSN: Stato, Regioni, Aziende e Comuni, nei rispettivi ambiti di competenze, devono collaborare tra di loro, con l'obiettivo di assicurare condizioni e garanzie di salute uniformi su tutto il territorio nazionale;
- Valorizzazione della professionalità degli operatori sanitari;
- Integrazione socio sanitaria.

2.2.2 Caratteristiche organizzative e funzionalità

Il Sistema Sanitario Nazionale Italiano è un sistema alquanto complesso con innumerevoli stakeholders. Nella *Figura 5* viene rappresentata il meccanismo di funzionamento del sistema sanitario italiano.

Il Servizio Sanitario Nazionale Italiano Il Modello Organizzativo su Base Nazionale

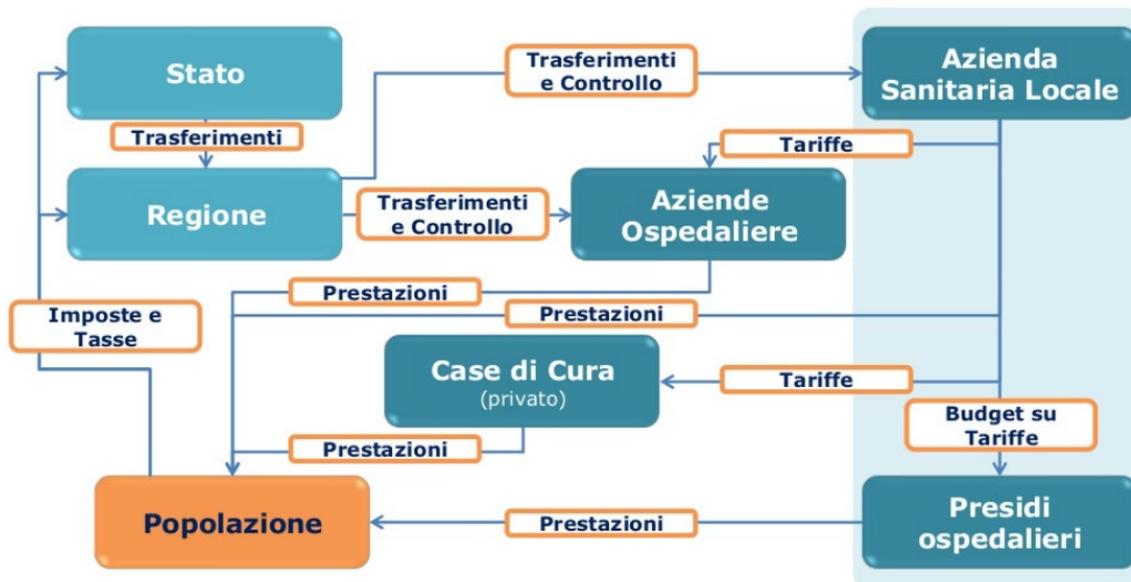


Figura 7 tratta da D. Biselli, 2013 “Il Servizio Sanitario Nazionale Italiano”

Le entrate per le singole Regioni provengono dallo Stato sotto forma di trasferimenti perequativi e tramite la riscossione di imposte e tasse, quali l'IRAP, l'addizionale regionale all'IRPEF e la compartecipazione all'IVA. La Regione a sua volta effettua trasferimenti finanziari verso le ASL e le AO. Le regioni hanno anche il compito di garantire che i finanziamenti erogati alle singole aziende ospedaliere siano gestiti in maniera efficiente ed efficace; per questo motivo le Regioni attuano controlli e monitoraggi lungo tutto il processo della spesa sanitaria. Le ASL elargiscono finanziamenti sotto forma di tariffe verso AO, presidi ospedalieri e case di cura. Le Aziende sanitarie, le case di cura e le aziende ospedaliere alla fine del ciclo offrono grazie ai finanziamenti e ai trasferimenti perequativi le prestazioni necessarie alla popolazione.

2.2.3 Analisi degli stakeholders in sanità

Per lo studio degli stakeholders sono state effettuate 60 codifiche utilizzando il programma NVivo. L'obiettivo è stato quello di individuare e comprendere quali attori siano coinvolti nei processi decisionali del settore sanitario, con particolare riferimento agli attori chiave della supply chain farmaceutica. Nella *Tabella 5* si sono voluti rappresentare i principali attori che appartengono al settore sanitario. Nello specifico la tabella è stata suddivisa in codifiche, autore di riferimento e tipo di stakeholder: primario e secondario. Le caselle in giallo si riferiscono invece agli stakeholders appartenenti al settore della catena di approvvigionamento del farmaco.

Grazie a questa selezione ed analisi degli stakeholders principali del settore sanitario, si è in grado di comprendere quali siano le dinamiche di relazione che intercorrono tra di essi e le relative criticità che possono emergere.

Stakeholders Sanità	Autore	Descrizione
healthcare stakeholders	Horst Treiblmaier, Abderahman Rejeb, Andreas Strebinger (2020)	Primari
healthcare technology manufacturer	Tobias Guggenberger, André Schweizer, Nils Urbach (2020)	Primari
technology developers, blockchain expert, blockchain consultancy firms, vendors in the healthcare sector, and group of actors including researchers, government policy, industry networks and organizations.	Md. Jahir Uddin Palas, Raluca Bunduchi (2020)	Primari e Secondari
healthcare organizations, hospitals, clinics, nursing homes, doctors, and physicians, producers, distribution centers and providers.	Kiran Khatter, Devanjali Relan (2021)	Primari
drug supply chain stakeholders such as manufacturers, patients, wholesalers, pharmacists	Kavita Kumari, Kavita Saini (2020)	Primari
various stakeholders, including manufacturers, distributors, shippers, wholesalers, and providers such as hospitals and clinics	Ilhaam Omar, Mazin Debe, Raja Jayaraman, Khaled Salah, Mohammed Omar, Junaid Arshad (2020)	Primari
Medicines move through a supply chain with several key players such as manufacturers, wholesalers and retailers, who participate in the production, transportation, distribution, and sale of these products	Shaker ALHARTHI, Paul R. CEROTTI and Shaghayegh MALEKI FAR (2020)	Primari
health professionals and decision makers	Igor Radanović, Robert Likić (2018)	Primari e Secondari
healthcare intermediaries, Patient, Insurance Company, Pharmacy, Distributor, Drug Manufacturer, Medical Device Manufacturer, Hospital, Clinic, Diagnostic Center, Nursing Home	Sebastian Hermes, Eric K. Clemons, Tobias Riasanow, Markus Bohm, Helmut Krcmar (2020)	Primari

Tabella 5 “Stakeholders in sanità” Tommaso Tiberio 2022

Gli stakeholders primari del settore sanitario possono essere: personale sanitario, che comprende dottori, infermieri, tecnici di laboratorio, operatori socio sanitari, pazienti e personale amministrativo; strutture sanitarie quali ospedali, pronto soccorso, cliniche, centri diurni e case di riposo. Altri attori fondamentali sono i fornitori di materiali come le industrie

manifatturiere di prodotti tecnologici sanitari, quali le macchine per la Tomografia Assiale Computerizzata (TAC) o le macchine per la radiografia. Per quanto riguarda invece il settore degli approvvigionamenti del farmaco vengono inclusi come attori primari le aziende farmaceutiche, gli ospedali, i grossisti, i distributori, e tutti coloro che partecipano alla produzione, al trasporto e alla distribuzione di prodotti di farmacologia.

Per stakeholders secondari invece vengono individuati quegli attori che contribuiscono indirettamente al processo di creazione del valore del settore sanitario (Sebastian Hermes, Eric K. Clemons, Tobias Riasanow, Markus Bohm, Helmut Krcmar, 2020). Nello specifico si sono considerati i governi con le loro policy sanitarie, il network di industrie ed imprese che sono coinvolte nei processi di approvvigionamento e fornitura di beni e servizi per gli ospedali e infine i ricercatori del mondo accademico. Un attore invece fondamentale, soprattutto per gli obiettivi che si pone questa tesi, può essere considerato l'esperto di blockchain o comunque un'impresa che lavora nell'IT e che sviluppa software basati su tecnologie blockchain.

2.2.4 Criticità della sanità pubblica

Una delle principali criticità del settore sanitario che emerge dall'analisi della letteratura è legata alla gestione dei dati contenuti nelle cartelle cliniche dei pazienti. Esistono molti problemi associati alla gestione dei dati sanitari, in particolare al controllo degli accessi, alla condivisione e all'archiviazione dei dati (H. Treiblmaier et al. 2020). Per un ospedale è importante garantire la sicurezza e la privacy relative alle cartelle cliniche. Inoltre un medico deve assicurarsi la giusta trasmissione di informazioni al paziente in maniera tempestiva. Per questo motivo a volte la condivisione delle cartelle cliniche fra diverse strutture ospedaliere risulta una criticità, soprattutto se le strutture sono situate in regioni o paesi differenti, dove gli strumenti informatizzati cambiano o non trovano compatibilità (Jahir Uddin Palas, Raluca Bunduchi, 2020).

Per quanto riguarda invece la supply chain sanitaria essa ha come scopo quello di garantire la consegna tempestiva di forniture mediche, forniture chirurgiche e apparecchiature mediche. Quindi al fine di ottenere risultati positivi è richiesta una partecipazione attiva e trasparente da parte di tutti gli stakeholders. Un altro aspetto critico che si rileva è proprio la mancanza di trasparenza tra i diversi stakeholders della catena di approvvigionamento sanitario, in particolare per quanto riguarda la supply chain del farmaco in quanto sono coinvolti molti attori secondari tra cui intermediari come grossisti e distributori. La crescente e continua asimmetria informativa che esiste tra questi attori è causa di ostacoli che generano pessime performance nel settore sanitario (I. Omar et al. 2020).

Come vedremo nel prossimo paragrafo la blockchain è in grado grazie alle sue specifiche funzionalità di risolvere molte di queste criticità e portare al tempo stesso benefici e risultati positivi a diversi attori coinvolti nelle dinamiche dei processi di gestione e di approvvigionamento delle strutture sanitarie.

2.3 Implementazioni della blockchain apportate al settore sanitario

Per analizzare le implementazioni della blockchain al settore sanitario sono state effettuate 58 codifiche sui venti testi scelti. Nella *Tabella 6* vengono riportate le codifiche più rilevanti legate alle attività di gestione delle cartelle cliniche e di catena di approvvigionamento del farmaco e dispositivi medici. Sono presenti anche implementazioni rilevanti all'attività generale di gestione dei dati e alle politiche di gestione dei costi, compresi gli acquisti. La tabella è stata suddivisa in tre colonne: la prima riguardante la codifica, la seconda contenente l'autore di riferimento e la terza rappresenta il tipo di attività implementata grazie all'uso della blockchain.

Delle 24 codifiche rappresentate in tabella, nove riguardano la gestione della cartelle cliniche e di raccolta dati relativi a pazienti, mentre sette codifiche sono relative alla supply chain del farmaco e dei dispositivi medici.

2.3.1 Gestione di dati sanitari

La blockchain grazie alle sue funzionalità di sistema introdotte precedentemente, garantisce trasparenza, sicurezza e confidenzialità. Infatti un sistema sanitario fondato sulla blockchain garantirebbe l'integrità e l'interoperabilità delle cartelle cliniche, offrendo così potenzialmente servizi di qualità superiori. A tale riguardo, la blockchain non solo assicura la sicurezza dei dati, ma garantisce anche trasparenza dell'informazione tramite un accesso condiviso dei dati. (H. Treiblmaier et al., 2020)

Viste le caratteristiche di ledger decentralizzato e di immutabilità dei contenuti dei blocchi, utilizzare la blockchain come un database di registrazione risulterebbe di positivo impatto. Questo faciliterebbe la gestione, lo scambio e la condivisione dei dati sanitari sparsi tra i

Implementazioni in sanità con tecnologia blockchain	Autore	Attività
a blockchain-enabled healthcare system ensures the integrity and interoperability of medical health records, improves the quality of adjudication in insurance claims, and offers high-quality patient-centric services. In that respect, blockchain not only helps to overcome challenges related to data security but can also ensure data integrity, transparency, and shared access	Horst Treiblmaier, Abderahman Rejeb, Andreas Strebinger (2020)	Gestione delle cartelle cliniche
The use of blockchain also supports a data-management architecture that facilitates the management, exchange, and sharing of scattered patient health data by offering a shared and immutable data structure	Horst Treiblmaier, Abderahman Rejeb, Andreas Strebinger (2020)	Gestione delle cartelle cliniche
Fast access to health data can allow doctors to detect warning signs of serious illnesses in the early stages, thereby saving many lives.	Horst Treiblmaier, Abderahman Rejeb, Andreas Strebinger (2020)	Gestione delle cartelle cliniche
Within healthcare, existing research finds that blockchain creates value for patients primarily through improving existing services, for example by facilitating access to patient data by facilitating the healthcare management process involved in granting data access permissions, by enhancing data privacy and security through not only preventing unauthorized access but also ensuring ownership over tamperproof personal data, and by reducing (although not eliminating) the chances of counterfeiting	Jahir Uddin Palas, Raluca Bunduchi (2020)	Gestione delle cartelle cliniche
In healthcare, blockchain is found to improve efficient resource management primarily through the automation of data recording and validating processes, and through reducing the possibility of hacking and preventing unauthorized access to data	Jahir Uddin Palas, Raluca Bunduchi (2020)	Gestione delle cartelle cliniche
Existing healthcare research highlights blockchain's ability to reduce costs and increase revenues for healthcare providers primarily through considering the effects on improving value delivery, in particular automation and better resource management to reduce costs	Jahir Uddin Palas, Raluca Bunduchi (2020)	Gestione dei costi
Better health data management is achieved through reducing friction in health data exchange, improving data tracking and verification, supporting the management of electronic health record system, enabling the reproducibility of clinical trials and disease reporting, and connecting multiple sources of data.	Jahir Uddin Palas, Raluca Bunduchi (2020)	Gestione delle cartelle cliniche
blockchain is perceived to improve existing organizational processes by enabling healthcare actors to track every stage of the pharmaceutical supply chain thus enhancing transparency in health service delivery.	Jahir Uddin Palas, Raluca Bunduchi (2020)	Catena di approvvigionamento del farmaco
Blockchain is primarily expected to reduce healthcare providers' costs	Jahir Uddin Palas, Raluca Bunduchi (2020)	Gestione dei costi

Due to the globalization of the healthcare market, pharmaceutical companies are adopting technology driven alternatives such as Internet of Things (IoT) and digital health platforms such as health apps to deliver quality of service. But this digitalization and technology move has created vulnerability also. In order to combat these vulnerabilities, healthcare organizations are modernizing the supply chain such as RFID tags for process management, medical supply management, tracking of medical supply and patients and adopting other technology alternatives for quality checks.	Kiran Khatter, Devanjali Relan (2021)	Catena di approvvigionamento di prodotti medicali
If blockchain is applied in the supply chain, all the entities will be known as parties and record management will be done by all the parties in the medical supply chain from its starting point to the current point. This will enhance the trust and ensure that legitimate products enter the medical centers as the information can be authenticated, verified and traced through the blockchain network.	Kiran Khatter, Devanjali Relan (2021)	Catena di approvvigionamento di prodotti medicali
real time tracking of supply reduces the chances of misplacements of supply as well	Kiran Khatter, Devanjali Relan (2021)	Catena di approvvigionamento di prodotti medicali
blockchain allows the tracking of medicines at every point of the supply chain	Shaker ALHARTHI, Paul R. CEROTTI and Shaghayegh MALEKI FAR (2020)	Catena di approvvigionamento del farmaco
Previous studies have also focused on the safety of medicine distribution, lack of drugs, matching medicines' prices in the market, and accessibility to the standard recorded temperature. In fact, blockchain may be an ideal technology to improve performance and reduce the risk of the above-mentioned issues	Shaker ALHARTHI, Paul R. CEROTTI and Shaghayegh MALEKI FAR (2020)	Catena di approvvigionamento del farmaco
From the factory to a patient, information about drug shipments could be stored in the blockchain	Jackie L. Johnson, Sean Manion (2019)	Catena di approvvigionamento del farmaco
Blockchain can be used to improve patient outcomes, lower costs, enhance compliance and ensure security, transparency and better use of healthcare data	Pankaj Duttaa, Tsan-Ming Choib, Surabhi Somanic, Richa Butalac (2020)	Gestione dei dati
blockchain can be applied across many functions in healthcare namely, neuroscience, EHR medical, genomics medicine, biomedicine, clinical trials, vaccine supply and traceability (along with IoT can help in better tracking) in the pharma industry	Pankaj Duttaa, Tsan-Ming Choib, Surabhi Somanic, Richa Butalac (2020)	Catena di approvvigionamento di prodotti medicali
It enables data collection, storage and recommendation, improves medicine and vaccine traceability, supports brain augmentation and simulation and assists transparent data sharing in a clinical trial management process and managing drug recalls	Pankaj Duttaa, Tsan-Ming Choib, Surabhi Somanic, Richa Butalac (2020)	Gestione dei dati
Blockchain also facilitates storing the medical data in an immutable and secure manner. Also, it eases patients to flexibly manage access to their medical data.	Bharat Bhushana, Aditya Khampariab, K. Martin Sagayamc, Sudhir Kumar Sharmad, Mohd Abdul Ahade, Narayan C. Debnathf (2020)	Gestione delle cartelle cliniche

Record management in healthcare network includes collecting as well as managing the patient's information, digital health records and medical treatment data. Mettler (2016) proposed a blockchain-based health bank that lends immutable, decentralized and distributed ledger properties to the healthcare networks.	Bharat Bhushana, Aditya Khampariab, K. Martin Sagayamc, Sudhir Kumar Sharmad, Mohd Abdul Ahade, Narayan C. Debnathf (2020)	Gestione delle cartelle cliniche
Blockchain in healthcare can also create and take advantage of the smart contract functionality in dispensing and delivering public healthcare like updating and fulfilling prescriptions	Arvind Upadhyay, Sumona Mukhuty, Vikas Kumar, Yigit Kazancoglu (2021)	Acquisti
Use of blockchain in healthcare records management can also prevent prescription and healthcare fraud (Engelhardt, 2017; McGhin et al., 2019) and facilitate pharmaceutical recall of unsafe or defective products	Arvind Upadhyay, Sumona Mukhuty, Vikas Kumar, Yigit Kazancoglu (2021)	Gestione dei dati
Blockchain is being proposed as a technology for sharing patient data while maintaining privacy	A. Ravishankar Rao, Daniel Clarke (2019)	Gestione delle cartelle cliniche
Blockchain systems could be used to record the movement of pharmaceuticals and for their authentication throughout the supply chain. Every manufactured item could be marked by a unique code and blockchain could be used to check the authenticity of the code and the product. Publicity of blockchain ledger would enable everyone to verify if the product identification number is authentic. This could be a large step in an exhausting battle against easy availability of counterfeit drugs and medical products.	Radanović I., Likić R. (2018)	Catena di approvvigionamento del farmaco

Tabella 6 "Implementazioni in sanità con tecnologia blockchain" Tommaso Tiberio, 2022

database delle diverse cliniche. Il risultato ottenuto sarebbe una struttura di dati condivisa e immutabile che permetterebbe la massima interoperabilità nella gestione delle informazioni (H. Treiblmaier et al., 2020).

In termini operativi si tradurrebbe in questo modo: il medico di base potrebbe creare una cartella clinica digitale con relativa cronologia di malattie e trattamenti di un determinato paziente e condividerla sulla blockchain. In questo modo il paziente potrebbe gestire la propria cartella clinica in maniera autonoma e decidere perfino in quale clinica essere curato e da quale medico essere seguito. La clinica e il medico specialista avranno accesso alla blockchain e conseguentemente alla cartella clinica del paziente grazie a delle chiavi di accesso private e pubbliche, e quindi potranno essere istantaneamente aggiornati sulle condizioni cliniche del paziente (A. Schumacher, 2017).

Grazie alla blockchain si può ottenere un rapido accesso ai dati sanitari, e questo può consentire ai medici di rilevare tramite l'analisi di dati contenuti nella cartella clinica segnali premonitori di malattie gravi nelle fasi iniziali, potendo così prevenire e curare il paziente in tempo (H. Treiblmaier et al., 2020). La blockchain inoltre migliora il tracciamento e la verifica dei dati, supportando la gestione del sistema di cartelle cliniche elettroniche.

La blockchain facilita anche l'archiviazione dei dati medici in modo immutabile e sicuro. Mettler nel 2016 ha proposto una banca dati sanitaria basata su blockchain che si caratterizza per le proprietà di immutabilità dei dati, decentralizzazione dei software e condivisione delle informazioni con le altre reti sanitarie (B. Bhushana, et al. 2020).

Per quanto riguarda invece l'assistenza sanitaria, la ricerca esistente rileva che la blockchain crea valore per i pazienti principalmente attraverso il miglioramento dei servizi esistenti, ad esempio facilitando l'accesso ai dati, implementando il processo di gestione dell'assistenza sanitaria, in particolare per quello riguardante la telemedicina. La blockchain infine migliora la privacy e la sicurezza dei dati garantendo la confidenzialità dei dati personali grazie alla combinazione di algoritmi crittografici e chiavi di riconoscimento (Jahir Uddin Palas, Raluca Bunduchi, 2020).

2.3.2 Supply chain del farmaco e dei dispositivi medici

Vista la moltitudine di stakeholders coinvolti in questo processo (produttori e imprese farmaceutiche, grossisti, distributori, ospedali, cliniche) molto spesso la perdita di informazioni o il mancato monitoraggio di una determinata spedizione possono verificarsi situazioni scomode che inficiano il processo di supply chain del farmaco o dei dispositivi medici. Potenzialmente l'introduzione della blockchain nei sistemi di approvvigionamento sanitari consentirebbe di scongiurare tali difficoltà.

Secondo determinati studi, si ritiene che la blockchain migliori i processi organizzativi esistenti consentendo al personale sanitario di tracciare ogni fase della catena di approvvigionamento farmaceutica migliorando così la trasparenza nell'erogazione dei servizi sanitari (J.U. Palas et al. 2020). Se la blockchain venisse applicata alla supply chain sanitaria, tutte le entità sarebbero conosciute come parti integranti del network e la gestione degli ordini e dei pagamenti sarebbe molto più semplice se implementata con gli smart contract. Ciò di fatto aumenterebbe la fiducia tra i vari stakeholders e garantirebbe la legittimità dei prodotti in quanto le informazioni possono essere autenticate, verificate e tracciate attraverso la rete blockchain (K. Khatter, et al. 2021).

I sistemi blockchain potrebbero essere utilizzati per registrare le movimentazioni dei prodotti farmaceutici lungo la catena di approvvigionamento. Ogni articolo prodotto potrebbe essere contrassegnato da un codice univoco e la blockchain potrebbe essere utilizzata per verificare l'autenticità del codice e del prodotto. Una blockchain basata su un ledger decentralizzato consentirebbe a tutti di verificare il numero di identificazione del prodotto e riconoscere se il farmaco sia autentico o meno. Questo potrebbe essere un grande passo in avanti per debellare il mercato nero dei farmaci contraffatti (Radanović I., Likić R. 2018).

Studi recenti si sono concentrati sulla sicurezza della distribuzione dei farmaci, in particolare si è cercato di trovare l'accessibilità di monitoraggio relativa alla temperatura dei frighi adibiti al trasporto di prodotti farmaceutici. A tal riguardo la blockchain potrebbe essere una tecnologia ideale per migliorare le prestazioni di trasporto e ridurre il rischio di variazioni di temperatura dei frighi. Negli ultimi anni le aziende farmaceutiche stanno adottando metodi alternativi basati sulla tecnologia dell'Internet of Things (IoT). Infatti grazie l'adozione di piattaforme sanitarie digitali scaricabili tramite app mobile esse possono assicurare la tracciabilità del prodotto. La tecnologia IoT, come l'utilizzo di tag RFID,

associata a sistemi di blockchain implementerebbe la gestione delle forniture mediche, il tracciamento di prodotti e al tempo stesso garantirebbe controlli di qualità in tempo reale (K. Khatter, et al. 2021).

2.3.3 Ulteriori ambiti applicativi nel settore sanitario

Alcune proposte sono state avanzate per introdurre la blockchain nel settore sanitario, l'Estonia per esempio è stato uno dei primi stati Europei che ha reso disponibili tramite un database di condivisione di dati le cartelle cliniche dei propri pazienti ricoverati. Questo ha facilitato la comunicazione tra cliniche e ospedali e ha permesso di migliorare l'assistenza e le cure al paziente. La blockchain potrebbe essere introdotta anche come database di raccolta dati per monitorare, utilizzando in parallelo tecnologie di IoT, le funzionalità fisiche di un paziente. Inoltre la blockchain potrebbe essere applicata a dispositivi medici specifici a seguito di uno screening per monitorare e registrare i dati nei casi di fibrillazione atriale. (1)

La blockchain infine implementerebbe il settore della teleradiologia, in quanto tutti gli screening relativi a fluoroscopie, angiografie, tomografie, ultrasuoni o risonanze magnetiche, verrebbero registrati su un ledger decentralizzato e le informazioni verrebbero condivise e visualizzate dai partecipanti autorizzati della rete (P. B. Nichol, 2017)

2.4 Barriere

L'applicazione della blockchain nei sistemi sanitari presenta però molte barriere. In questo paragrafo vengono descritte le principali.

Innanzitutto vi è una mancanza di competenze specifiche e tecniche nella gestione di nuovi software, molto spesso il personale informatico non è aggiornato sui nuovi sistemi. Infatti molti degli attuali sistemi informatici delle strutture sanitarie sono arretrati o obsoleti (K. Khatter, et al. 2021). Quindi al fine di introdurre sistemi basati su blockchain bisognerebbe implementare prima i software esistenti e poi pensare di attuare il giusto investimento.

Un'ulteriore barriera è legata alla differenza dei sistemi informatici delle diverse cliniche e ospedali, quindi a causa dell'incompatibilità dei sistemi vi è un'assenza di interoperabilità. Nonostante il progresso tecnologico attuale, permane ancora una certa inconsapevolezza della blockchain da parte del top management, molti dirigenti e responsabili diffidano di questa tecnologia, considerandola non del tutto sicura (M. Kouhizadeh, et al. 2020)

Una barriera è legata all'aspetto economico. Infatti l'utilizzo della blockchain nel settore pubblico potrebbe incontrare degli impedimenti nell'applicazione in quanto la tecnologia presenta alti costi di gestione. Ulteriori forme di barriere potrebbero essere l'imaturità della tecnologia e la poca scalabilità. La blockchain è una tecnologia ancora oggi in fase di sviluppo e perfezionamento, per questo motivo ancora molte strutture ed aziende diffidano ad introdurla nei loro sistemi.

Per quanto riguarda la poca scalabilità, questa potrebbe causare una inefficienza alla struttura in quanto l'ospedale o la clinica si ritroverebbe con una ingente mole di dati da gestire.

(1) La fibrillazione atriale è una patologia che consiste nell'avere il ritmo del cuore irregolare.

Capitolo III Blockchain & Supply Chain Farmaceutica

La prima parte di questo capitolo è dedicata a introdurre il concetto di supply chain management con relativa descrizione dei principali stakeholders coinvolti. Grazie alle codifiche effettuate si ottiene una panoramica degli attori principali delle diverse supply chain e le maggiori criticità presenti in questo settore. Successivamente si descrivono le implementazioni della blockchain apportate al settore del SCM con relative barriere.

Nella seconda parte si analizzano i principali sistemi di approvvigionamento della sanità pubblica della regione Veneto. Nello specifico vengono presi in esame due sistemi principali: Azienda Zero e CONSIP.

Lo scopo è di illustrare i metodi e gli strumenti attuali utilizzati dalla regione per adempiere a soddisfare i bisogni e le necessità della sanità. Come vedremo Azienda Zero svolge molteplici funzioni, dalla gestione dei flussi di cassa relativi al finanziamento del fabbisogno sanitario regionale alla gestione di attività tecnico-specialistiche. La CONSIP invece è una centrale di committenza che si occupa di procurare beni e servizi per conto della PA. In particolare vengono gestite gare di appalto legate alla programmazione regionale di determinati beni e servizi con caratteristiche standardizzate.

Nella terza parte viene preso in analisi il processo di approvvigionamento dei farmaci di cui vengono descritte le principali funzioni ed obiettivi. Si illustrano i principali stakeholders coinvolti nel processo e si analizzano le principali criticità del processo e dei fenomeni relazionali degli attori coinvolti. Un focus particolare viene dedicato alla logistica ospedaliera, in particolare a come viene gestito l'approvvigionamento del farmaco. Viene presentata la logistica centralizzata utilizzata dai maggiori ospedali italiani con relative criticità.

Il capitolo si conclude con una breve discussione sui dati elaborati ed ottenuti. Questo lavoro di analisi è stato il punto di partenza per individuare gli attori principali coinvolti in questo processo e conseguentemente selezionare i soggetti principali da intervistare. Inoltre questo framework di analisi ha valorizzato l'impostazione dello schema per le interviste semi-strutturate. Tali interviste hanno permesso poi di originare degli output fondamentali per questa ricerca.

3.1 Blockchain & Supply chain management

In questo paragrafo viene introdotto brevemente il concetto di supply chain management e successivamente viene eseguita una mappatura degli attori coinvolti in questo processo. Verranno analizzate le criticità legate al processo di supply chain che emergono dall'analisi delle relazioni tra i vari stakeholders ed infine viene dimostrato, grazie alle codifiche della letteratura, come la blockchain sia in grado di apportare soluzioni innovative e performanti a questo settore.

3.1.1 Supply chain management

Il supply chain management o gestione della catena di approvvigionamento è caratterizzato dall'intreccio di relazioni di molteplici organizzazioni che collegano il consumatore finale al prodotto finito. Più nello specifico le attività di approvvigionamento si caratterizzano per l'approvvigionamento delle risorse, lo sviluppo e la produzione del prodotto, la logistica e il flusso informativo per gestire e coordinare tutte queste attività. Lo scopo ultimo del supply chain management è di massimizzare il più possibile il valore per il consumatore (il customer value) ottenendo così un vantaggio competitivo sostenibile. (N. Vyas et al. 2019).

Secondo la definizione accademica del Council of Supply Chain Management (CSCM) “la gestione della catena di approvvigionamento comprende la pianificazione e la gestione di tutte le attività coinvolte nell'approvvigionamento, nella produzione e nella trasformazione del prodotto, comprese le attività di gestione della logistica. È importante sottolineare che in queste attività di gestione sono inclusi anche il coordinamento e la collaborazione con i diversi stakeholders coinvolti nel processo di supply chain. Tali attori possono essere fornitori, intermediari, fornitori di servizi di terze parti e clienti. In sostanza, la gestione della catena di approvvigionamento integra la gestione della domanda e dell'offerta tra le diverse aziende.”

Nella *Figura 6* vengono rappresentate le attività principali che si realizzano all'interno del supply chain management.

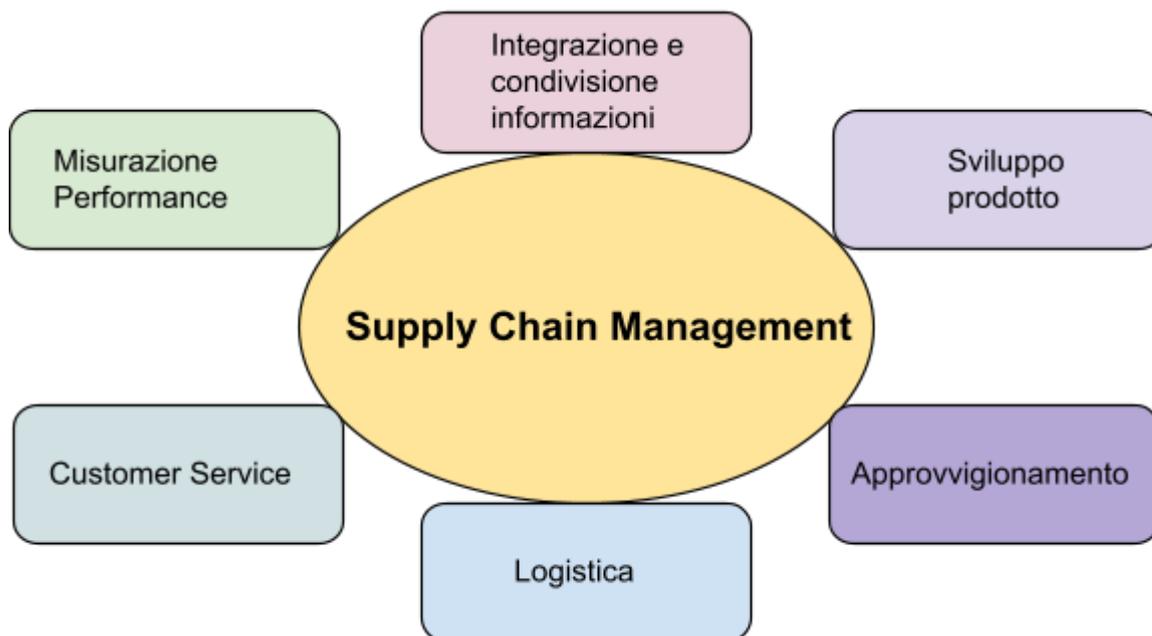


Figura 6 “Blockchain and Supply Chain” N. Vyas et al. 2019

Se ad esempio si considerasse una realtà manifatturiera, tali attività consisterebbero nella gestione e condivisione delle informazioni tra fornitori e clienti, negli approvvigionamenti, nella gestione e stoccaggio delle scorte di materie prime, nella produzione, nella gestione e stoccaggio dei prodotti finiti e nella gestione degli ordini di acquisto.

Le varie organizzazioni coinvolte in questo processo generano quindi sia dei flussi fisici (trasporto e distribuzione del prodotto nel caso della logistica) che flussi di informazione tra i vari fornitori e partner. Queste fitte trame che si vanno ad instaurare tra i vari attori generano valore finale per il consumatore (N. Vyas et al. 2019). Infatti l’obiettivo del supply chain management è di massimizzare la soddisfazione del cliente.

L’impresa quindi deve garantire strumenti di misurazione della soddisfazione del cliente adeguati, per fare ciò utilizza cinque obiettivi di performance: la qualità del prodotto o del servizio, la rapidità nel soddisfare le esigenze dei clienti, l’affidabilità nella consegna del prodotto, la versatilità ad adeguarsi ai cambiamenti situazionali e l’impiego di costi strategici.

3.1.2 Mappatura degli stakeholders e criticità

Per comprendere le criticità che emergono nella gestione dei flussi fisici e dei flussi informatici all’interno della supply chain è bene individuare gli stakeholders coinvolti nel processo con le relative funzioni e mansioni. A seguito delle codifiche della letteratura viene riportata in *Tabella 2* l’elenco degli attori partecipi ai processi della catena di approvvigionamento. Delle 20 codifiche effettuate, sono state riportate 10 codifiche nella tabella in quanto inerenti ai processi di solo supply chain.

Successivamente sono state apportate delle descrizioni relative al tipo di stakeholder, ovvero primario o secondario. Nel caso di stakeholders primari si parla di attori che vengono coinvolti nel processo vero e proprio di supply chain. Nel caso invece di stakeholders

secondari si individuano quegli attori che vengono influenzati o che influenzano indirettamente le scelte e le meccaniche proprie della catena di approvvigionamento. In una sola codifica si trovano entrambi gli stakeholders, ovvero vengono inclusi una parte di stakeholders primari (venditori, clienti e industrie di categoria) e una categoria di stakeholders secondari (aziende di consulenza e di ricerca e amministrazioni indipendenti).

Stakeholders della supply chain	Autore	Descrizione
Supply-chain stakeholders	Horst Treiblmaier, Abderahman Rejeb, Andreas Strebing (2020)	Generale
vendors and users, industry associations, research and consultancy firms and regulatory agencies	Md. Jahir Uddin Palas e Raluca Bunduchi (2019)	Entrambi
different stakeholders such as producers, purchasers, distribution centers, and customers.	Kiran Khatter, Devanjali Relan (2021)	Primari
producers, distribution centers and providers	Kiran Khatter, Devanjali Relan (2021)	Primari
stakeholders, including manufacturers, distributors, shippers, wholesalers, and providers	Ilhaam Omar , Mazin Debe, Raja Jayaraman, Khaled Salah, Mohammed Omar e Junaid Arshad (2020)	Primari
several key players such as manufacturers, wholesalers and retailers, who participate in the production, transportation, distribution, and sale of these products	Shaker ALHARTHI, Paul R. CEROTTI e Shaghayegh MALEKI FAR (2020)	Primari
companies, governments and all kinds of organization in the society.	Pankaj Duttaa, Tsan-Ming Choib, Surabhi Somanic, Richa Butalac (2020)	Secondari
Communities and individuals	Bharat Bhushana, Aditya Khampariab, K. Martin Sagayamc, Sudhir Kumar Sharmad, Mohd Abdul Ahade, Narayan C. Debnathf (2020)	Secondari
organizations, and regulatory policies and industry standards.	Akhil Kumar, Rong Liu, Zhe Shan (2020)	Secondari
Companies and individuals	A. Ravishankar Rao, Daniel Clarke (2020)	Secondari

Tabella 2 “Analisi degli stakeholders della supply chain” Tommaso Tiberio 2022

Gli stakeholders primari legati principalmente ai flussi fisici e di informazione della supply chain sono: produttori, fornitori, aziende manifatturiere, aziende ed imprese di trasporto collegate alla logistica come distributori, grossisti e spedizionieri. Infine il ciclo si conclude con acquirenti, venditori e clienti finali. Tutte queste meccaniche e interrelazioni che si instaurano tra i vari attori generano molto spesso alcune criticità all’interno della supply chain. Uno dei fattori critici che si manifesta con maggiore frequenza in molte piccole medie imprese è il consistente accumulo di ricevute e fatture cartacee. Nonostante i processi di digitalizzazione ancora molte aziende adottano queste tecniche, e le conseguenze risultano manifestarsi con un rallentamento della gestione degli ordini ed eventualmente dei resi. (N. Vyas et al., 2019). Per aziende invece molto complesse e strutturate, nonostante le avanzate capacità informatiche e tecnologiche, risulta complesso a volte avere un chiaro e completo monitoraggio del trasporto e della distribuzione dei loro prodotti. Molto spesso a causa della

mancato monitoraggio della merce si possono verificare ritardi o errori nella consegna. Infatti il decentramento e la frammentazione delle catene di approvvigionamento rendono la trasparenza dei processi poco visibile. Questa poca trasparenza e un mancato controllo sui processi di distribuzione delle reti di trasporto possono generare molte difficoltà nell'integrazione della logistica e delle attività della catena di approvvigionamento. (H. Treiblmaier et al. 2020)

Per quanto riguarda invece gli stakeholders secondari si sono individuate compagnie, governi e organizzazioni della società costituite da comunità e singoli individui. Ognuna di queste categorie viene influenzata indirettamente dalle meccaniche della supply chain. L'aumento di una tassa sulle spedizioni, il diminuire della richiesta di un determinato prodotto sul mercato o il cambio di bisogni da parte di un cliente, queste sono tutte dinamiche esterne provenienti da stakeholders secondari che modificano indirettamente i processi di supply chain.

3.1.3 Implementazioni della blockchain apportate al SCM

In questo paragrafo vengono descritti i principali benefici che la blockchain è in grado di generare se applicata ed inserita nel contesto della gestione di una catena di approvvigionamento. Come è stato descritto nei precedenti paragrafi i vantaggi della tecnologia stessa sono di garantire fiducia tra parti sconosciute in una transazione monetaria, generare trasparenza e tracciabilità dei dati e al tempo stesso mantenere l'integrità dei dati e l'autenticità dell'informazione. Ora se si applicassero queste caratteristiche della blockchain ai processi di supply chain, moltissimi attori coinvolti ne trarrebbero beneficio.

A seguito delle venti codifiche effettuate in NVivo si sono ricavate ben 58 referenze relative al settore della supply chain e in particolare nella *Tabella 3* vengono rappresentate le principali implementazioni che questa tecnologia porterebbe alla gestione della catena di approvvigionamento. Nella prima colonna della tabella viene riportata la codifica del testo, nella seconda colonna l'autore di riferimento e nella terza colonna viene individuato il settore di implementazione. Nella tabella sono riportate 15 codifiche appartenenti a 6 testi differenti della letteratura selezionata.

Implementazioni del SCM con tecnologia blockchain	Autore	Settore
Investigated the role of blockchain technology in leveraging variety of supply chain operations such as demand forecasting and inventory management, order management, resilience and risk management and supply chain distribution	Mahtab Kouhizadeh, Sara Saberi, Joseph Sarkis (2021)	Logistica - Approvvigionamenti - Misurazione performance
Blockchain could bolster confidence in product sustainability authenticity by keeping close and accurate track of their flows in supply chains	Mahtab Kouhizadeh, Sara Saberi, Joseph Sarkis (2021)	Sviluppo prodotto
Blockchain technology has the potential of raising the performance of logistics and supply-chain operations in smart cities. It can simplify the communication and exchange of information between the different partners involved in logistics processes. Supply-chain stakeholders can use blockchain to efficiently manage the flow of services and goods between various points in the network, increase the security of IoT devices used, and support due diligence. Blockchain is considered crucial for the traceability and integration of supply-chain processes, enabling the tracking of all business transactions in real-time and thus adding value to the final products	Horst Treiblmaier, Abderahman Rejeb, Andreas Strebing (2020)	Logistica - Approvvigionamenti - Integrazione e condivisione informazioni
when a supplier sends out a shipment, all participants of the blockchain network can assess information regarding the replenishment of the stock. However, the attached invoices are only stored on the peers of the directly related companies.	Tobias Guggenberger, André Schweizer, and Nils Urbach (2020)	Integrazione e condivisione informazioni
The resulting transparency marks it as a potential enabler for multistage SCM	Tobias Guggenberger, André Schweizer, and Nils Urbach (2020)	Integrazione e condivisione informazioni

The promise of a blockchain/IoT approach is that many of the issues associated with supply chain handling can be eliminated or drastically enhanced, thus reducing overhead significantly. This works by ensuring each party with a private key writes a confirmation to the blockchain that they have received a product. This secure chain of custody allows for high confidence verification of where and how a product was handled, and allows each member of the supply chain to identify and inspect where any mishandling might have occurred.	Alex Hughes, Andrew Park, Jan Kietzmann, Chris Archer-Brown (2019)	Logistica
blockchain transforms SCM through its features of transparency, authenticity, trust and security, reduction of cost, disintermediation, efficient operations and reduced waste	Pankaj Dutta, Tsan-Ming Choib, Surabhi Somanic, Richa Butalac (2020)	Logistica
Blockchain also helps to facilitate real time order settlement and automation of manufacturing tasks with the smart contracting implementation	Pankaj Dutta, Tsan-Ming Choib, Surabhi Somanic, Richa Butalac (2020)	Approvvigionamento
Thus, blockchain deployment in SCs not just increases efficiency and decreases cost but also improves relationships among all the stakeholders.	Pankaj Dutta, Tsan-Ming Choib, Surabhi Somanic, Richa Butalac (2020)	Integrazione e condivisione informazioni
Blockchain technologies are gaining momentum in the field of SC with end-to-end visibility and traceability, decentralization, enhanced data security, decision making, knowledge sharing, end-to-end integration, and management being the primary focus areas	Pankaj Dutta, Tsan-Ming Choib, Surabhi Somanic, Richa Butalac (2020)	Integrazione e condivisione informazioni - Misurazione Performance

Sharing data regarding current order and production status as well as plans and forecasts with the various supply chain partners involved enables better decision making in SCM	Akhil Kumar, Rong Liu, Zhe Shan (2020)	Integrazione e condivisione informazioni
While collaboration in a supply chain network promotes a higher level of visibility, it also further intensifies competition among partners	Akhil Kumar, Rong Liu, Zhe Shan (2020)	Misurazione performance
Therefore, in supply chains where the parties have a low level of trust, the main contribution of blockchain technology is to break the physical and temporal barriers to provide effective and efficient visibility.	Akhil Kumar, Rong Liu, Zhe Shan (2020)	Integrazione e condivisione informazioni
There are definite advantages to be gained by optimizing the global supply chain, including better inventory management, better accuracy in calculating cargo lead times, and faster fulfillment of orders. The advantages offered by blockchain technologies have provided significant momentum to the digital transformation of the shipping industry.	A. Ravishankar Rao, Daniel Clarke (20	Logistica - Approvvigionamento
Suggested solutions in the literature include temperature management control by using IoT sensors, RFID tags, and wireless sensor networks. The use of blockchains offers a tamper-resistant way of capturing deviations from a desired time-temperature profile. Such deviations can be added to the blockchain as they occur, which avoids the need to continuously store sensor data.	A. Ravishankar Rao, Daniel Clarke (20	Logistica

Tabella 3 “Implementazioni della blockchain apportare al settore del SCM”, Tommaso Tiberio 2022

A seguito di queste codifiche si è voluto anche studiare quali sono le attività del SCM che verrebbero maggiormente implementate tramite l’impiego della tecnologia blockchain. Nella Tabella 4 si può osservare che le attività principali che beneficerebbero dell’introduzione della blockchain sono l’integrazione e la condivisione di informazioni (7), la logistica (6) e gli approvvigionamenti (4).

	Logistica	Approvvigionamenti	Sviluppo Prodotto	Integrazione e condivisione informazioni	Misurazione performance	Customer service
Numero di codifiche in relazione al settore di implementazione	6	4	1	7	2	0

Tabella 4 “Codifiche delle attività del SCM implementate dalla blockchain”, Tommaso Tiberio 2022

Per quanto concerne le attività di integrazione e condivisione di informazioni, la blockchain è in grado di semplificare la comunicazione tra i diversi attori coinvolti nel processo di logistica, in quanto le informazioni sono registrate sui diversi blocchi e a loro volta contenuti nei nodi del network. Per garantire inoltre la riservatezza dell’informazione questa può essere registrata su una blockchain privata o consorziata (Horst Treiblmaier, et al.

2020). Grazie all'implementazione della blockchain nei processi di supply chain la gestione delle informazioni tra i diversi stakeholders diventa efficiente ed efficace, migliorando così i rapporti tra gli stessi, apportando valore al prodotto finale e accrescendo il customer value (Pankaj Duttaa et al. 2020). L'utilizzo della blockchain inoltre garantisce trasparenza, visibilità e tracciabilità delle singole transazioni, semplificando così la gestione degli ordini e degli acquisti tra i vari fornitori e acquirenti (Pankaj Duttaa et al. 2020). Conseguentemente anche la comunicazione e la gestione delle informazioni relative ai pagamenti risulta semplificata e molto più immediata.

In merito alla logistica la blockchain ne migliora le prestazioni riducendo le asimmetrie informative. Infatti grazie all'uso combinato di blockchain e tecnologia IoT, gli stakeholders coinvolti nel processo di logistica sono in grado di avere un monitoraggio completo del trasporto e della distribuzione dei prodotti o dei servizi. La blockchain permette di avere una tracciabilità completa sia della movimentazione del prodotto che dello storico dei pagamenti, grazie alla registrazione sui blocchi delle varie transazioni monetarie (Horst Treiblmaier et al. 2020). La blockchain risulta essere efficiente nei processi di logistica in cui vi è la necessità di monitorare durante il trasporto di un prodotto sensibile la temperatura dei frighi. Abbinare la blockchain a tecnologie di IoT come i sensori RFID o sensori wireless, permetterebbe di catturare le potenziali variazioni di temperatura. Tali deviazioni possono essere aggiunte alla blockchain non appena si verificano, il che evita la necessità di memorizzare continuamente i dati dei sensori. (A. Ravishankar Rao, Daniel Clarke 2020) La blockchain, grazie alle sue capacità di ledger decentralizzato, verrebbe utilizzata come un "magazzino" per la raccolta e lo storico di dati.

Infine per quanto riguarda gli approvvigionamenti la blockchain è in grado di risolvere molte criticità legate a questa attività. Viene implementata e valorizzata la trasparenza, in quanto la blockchain aiuta a facilitare il regolamento degli ordini in tempo reale e l'automazione delle attività di produzione con l'implementazione di smart contract (Pankaj Duttaa, et al. 2020). L'utilizzo di smart contract nelle catene di approvvigionamento risulterebbe uno strumento strategico in quanto renderebbero più sicuri gli ordini e gli acquisti: i pagamenti sarebbero validati e registrati sui blocchi e sarebbero accettati dal riconoscimento crittografico delle chiavi private e pubbliche dei partecipanti della rete. L'utilizzo di smart contract renderebbe più efficiente e veloce il processo di approvvigionamento e conseguentemente implementerebbe le performance di molteplici stakeholders.

3.1.4 Barriere

Nei paragrafi precedenti sono state analizzate le potenzialità della blockchain applicate al settore della supply chain, ma come molto spesso accade a molte innovazioni tecnologiche, esse incontrano molte difficoltà prima di essere utilizzate e comprese. In questo paragrafo si analizzano le barriere che potrebbero bloccare il potenziale sviluppo della tecnologia blockchain nel settore degli approvvigionamenti.

Dalle codifiche effettuate si riscontra che ci sono molteplici fattori che influenzano l'adozione della blockchain nelle catene di approvvigionamento. In primis molte imprese peccano di competenze tecniche e infrastrutture digitali adeguate. Visti anche i numerosi stakeholders

coinvolti, affinché la blockchain abbia un efficace implementazione, ci deve essere da parte di tutti gli attori del processo una corretta e giusta partecipazione che richieda uno sforzo complessivo. I partner logistici con il supporto di imprese di IT specializzate devono collaborare assieme al fine di ottenere l'efficienza operativa dei flussi e della gestione dei dati su blockchain. Solo grazie alla cooperazione e l'aiuto reciproco si possono ottenere risultati eccellenti (P. Dutta, 2021).

La blockchain nasce in ambiti finanziari e si è sviluppata per dar vita a criptomonete utilizzate nella speculazione del trading. Secondo "O. Frica, (2017)" quindi questa tecnologia "è difficile da replicare in un altro settore diverso da quello per cui è stata concepita." Infatti il potenziale effettivo della blockchain applicato al supply chain management non si conosce ancora del tutto poiché vi è ancora un numero troppo limitato di imprese sul mercato che utilizzano questa tecnologia (T. Guggenberger et al. 2020).

Lo strumento degli smart contract fondato su blockchain e applicato ai settori della logistica risulterebbe estremamente strategico e migliorerebbe le performance degli stakeholders coinvolti. Purtroppo però mancano le competenze tecniche da parte delle imprese per poter applicare e gestire gli smart contract, in quanto non esiste una totale chiarezza di come questa tecnologia si possa sostituire alle tradizionali forme contrattuali (A. Ferreira 2021).

Un'ulteriore barriera proviene dall'ambito legislativo. Nonostante molti paesi europei abbiano adottato delle normative al fine di regolare le attività di smart contract e di blockchain, esistono ancora alcuni paesi che diventano un ostacolo per le implementazioni di blockchain, quindi risulta primario coinvolgere le loro istituzioni governative affinché regolino l'apparato legislativo al fine di sviluppare nuove soluzioni basate sulla tecnologia blockchain (P. Dutta, 2021).

3.2 Sistemi di approvvigionamento degli ospedali veneti

La struttura organizzativa del SSR Veneto è stata oggetto di graduale e continuo processo di trasformazione, modernizzazione e ridefinizione, anche sotto la spinta delle riforme nazionali. L'orientamento del sistema è infatti quello di diminuire il carico improprio che grava sulle strutture ospedaliere che impedisce un'efficace ed efficiente allocazione delle risorse (Di Virgilio, 2014).

Una delle conseguenze di questo aspetto infatti è stata la creazione a Padova di Azienda Zero tramite Legge Regionale n. 19 del 2016. Azienda Zero svolge molte funzioni importanti per la gestione ed organizzazione delle strutture sanitarie in Veneto. Le funzioni principali sono legate al reclutamento del personale, ai sistemi di ingegneria clinica, ai sistemi contabili, ai sistemi di biosorveglianza, agli approvvigionamenti e stoccaggio e infine ai sistemi di comunicazione. Un altro apparato importante che contribuisce ai processi di approvvigionamento della sanità pubblica è CONSIP, una centrale di committenza partecipata al 100% del MEF (Ministero Economia e Finanza) che offre servizi di e-procurement alla Pubblica Amministrazione.

3.2.1 Azienda Zero

L'obiettivo che caratterizza Azienda Zero è di garantire la razionalizzazione, l'integrazione e l'efficientamento dei servizi sanitari, socio-sanitari e tecnico amministrativi delle strutture regionali, in un'ottica di principi di HTA⁽³⁾, ovvero allocando le risorse secondo i principi di efficienza, efficacia ed economicità.

Oltre le importanti funzioni di gestione dei flussi di cassa e le competenze di armonizzazione dei sistemi contabili, Azienda Zero svolge importanti funzioni tecnico specialistiche a supporto della Regione per la programmazione e gestione sanitaria. Le principali sono:

- Gestione degli acquisti centralizzati a seguito del parere CRITE (Commissione Regionale in Investimenti, Tecnologie ed Edilizia);
- Gestione delle procedure di selezione del personale sanitario
- Supporto tecnico alla formazione manageriale;
- Supporto al modello assicurativo del SSR, in particolare per il contenzioso
- Gestione dei sistemi informativi di ICT e cybersecurity
- Gestione del contenzioso del lavoro e sanitario
- Gestione del sistema logistico
- Servizi di valutazione dell'HTA

(3) HTA: *Health Technology Assessment* rappresenta un processo multidisciplinare che sintetizza le informazioni sulle questioni cliniche, economiche, sociali ed etiche connesse all'uso di una tecnologia sanitaria, in modo sistematico, trasparente, imparziale e solido. Il suo obiettivo è contribuire all'individuazione di politiche

sanitarie sicure, efficaci, incentrate sui pazienti e mirate a conseguire il miglior valore. (Fonte Ministero della Salute)

L'aspetto organizzativo di Azienda Zero invece è di carattere molto flessibile in quanto deve far fronte a innumerevoli situazioni dovute a un processo in costante evoluzione. Esistono due tipi di unità, una complessa che ha ruoli di responsabilità e deve far fronte alle molte sfide legate all'innovazione e ai processi di standardizzazione e omogeneizzazione a livello regionale; l'altra unità invece è di staff ed è a supporto della direzione aziendale nello svolgimento delle proprie funzioni.

Il grado di complessità delle unità di responsabilità è definito a seconda del:

- livello di strategicità;
- del grado di complessità tecnica della materia;
- della responsabilità gestionale;
- del sistema di relazioni e servizi;

In relazione alle Unità Organizzative Complesse (UOC) ne vengono individuate 16 e nella *Figura 8* vengono rappresentate le principali funzioni.



Figura 8 "Organizzazione Azienda Zero" Tommaso Tiberio 2022

In funzione del lavoro di questa tesi le UOC che vengono scelte e presentate sono CRAV, Logistica e Sistemi Informativi.

L'Unità Organizzativa Complessa Crav persegue il fine di ottimizzare la spesa sanitaria regionale in particolare gestendo gare centralizzate per l'acquisizione di determinati beni sanitari in funzione della programmazione annuale. In particolare svolge il ruolo di mediatore tra i vari soggetti aggregatori o centrali di committenza riconosciute dall'ANAC (Autorità

Nazionale Anticorruzione), apportando funzioni di supporto tecnico - amministrativo per la stesura dei capitolati. Inoltre svolge funzioni di gestione delle procedure di acquisto e di gestione delle convenzioni relative alle gare centralizzate di beni standardizzati. La UOC CRAV è a sua volta suddivisa in due sotto unità semplici: acquisti centralizzati spesa sanitaria e acquisti centralizzati spesa comune.

L'Unità Organizzativa Complessa Logistica, oltre ai processi di logistica interna, si occupa della studio della riduzione dei centri logistici del SSR, della standardizzazione dei sistemi informativi gestionali e del monitoraggio dei sistemi di produzione e di consumo dell'energia delle Aziende del SSR. Più nello specifico per quanto riguarda la logistica di beni sanitari, punta ad implementare e ottimizzare le soluzioni connesse alla tracciabilità dei farmaci e dei dispositivi medici.

L'Unità Organizzativa Complessa Sistemi Informativi invece gestisce tutte le tecnologie ICT nell'ambito dei processi di prevenzione, diagnosi, cura e riabilitazione. Nel settore amministrativo invece gestisce i flussi informatici relativi a contabilità, logistica dei beni e la sicurezza informatica del Sistema Sanitario della Regione Veneto. Questo implica chiaramente la gestione e la manutenzione dei software adibiti a svolgere tali funzioni, inoltre utilizza sistemi di cybersecurity per la prevenzione di eventuali attacchi di hackeraggio o danneggiamento dati (Atto Aziendale, Azienda Zero 2016).

Queste tre unità sono fondamentali in quanto rappresentazioni di stakeholders primari per la catena di approvvigionamento della sanità veneta e in particolar modo la UOC logistica risulta un attore primario per la gestione della supply chain del farmaco. L'individuazione di queste tre categorie di attori è il punto di partenza per andare a somministrare le domande delle interviste.

3.2.2 CONSIP

La Consip è una società per azioni partecipata al 100% del Ministero di Economia e Finanza (MEF). Inizialmente nel 1997 è stata costituita per gestire le attività informatiche dell'Amministrazione statale in campo contabile e finanziario e sviluppare i servizi informatici. Successivamente si è evoluta come istituzione e le si è affidato il compito di attuare la Programmazione per la realizzazione degli acquisti della PA.

L'obiettivo di Consip è di rendere più trasparente il sistema di investimento delle risorse pubbliche, garantendo alle stazioni appaltanti e agli operatori economici che offrono beni e servizi sul mercato la sicurezza dell'investimento. Consip funge da mediatore tra le due entità, e lo fa tramite la gestione delle gare centralizzate di e-procurement, implementando così il sistema di approvvigionamento delle PA.

Per quanto riguarda il settore sanitario CONSIP si occupa di razionalizzare la spesa delle amministrazioni, migliorando la qualità degli acquisti e riducendo i costi unitari, semplificando le procedure di approvvigionamento pubblico e rendendole più efficienti ed efficaci, in un'ottica di trasparenza e tracciabilità dei beni o servizi acquistati.

Per fare ciò utilizza tre strumenti principali:

- Accordi quadro
- Convenzioni
- Mercato Elettronico della Pubblica Amministrazione (MEPA)

Il Mercato Elettronico della PA è una piattaforma virtuale gestita dal MEF, paragonabile ad un Amazon, che mette in contatto le pubbliche amministrazioni, tramite la società centrale di committenza CONSIP, e i fornitori abilitati ad iscriversi alla piattaforma per la fornitura di beni o servizi. (3)

Negli accordi quadro e nelle convenzioni invece la Consip mette a disposizione delle PA la fornitura di beni e servizi standardizzati, in particolare si possono reperire servizi di informatica, elettronica, telecomunicazioni e sistemi cloud come IaaS e PaaS. Per quanto concerne invece i beni una PA può acquistare macchine per l'ufficio, fotocopiatrici e scanner. Per il settore sanitario, un ospedale può rifornirsi di beni sanitari come macchine per la tomografia, angiografia, mammografia e la dialisi; inoltre si possono acquistare anche determinati farmaci e dispositivi medici, inclusi certi automezzi come le ambulanze.

E' importante ricordare come la digitalizzazione dei processi di approvvigionamento di beni e servizi delle pubbliche amministrazioni (electronic public procurement) sia uno dei principali driver delle politiche della Commissione Europea; l'obiettivo, nel medio periodo, è quello di digitalizzare l'intero processo di approvvigionamento delle pubbliche amministrazioni nelle due fasi di pre e post aggiudicazione, ovvero dalla pubblicazione dei bandi fino al pagamento. In questo contesto infatti si inserisce perfettamente la tecnologia blockchain, in quanto grazie alle sue determinate caratteristiche e potenzialità garantirebbe l'implementazione dell'intero processo telematico di approvvigionamento. Un ruolo fondamentale verrebbe svolto anche dall'utilizzo degli smart contract in quanto diminuirebbero le tempistiche di scelta del contraente, la valutazione dei requisiti e nel complesso l'intero processo di gara si svolgerebbe molto più velocemente senza eludere principi di trasparenza, concorrenzialità, non discriminazione, proporzionalità e pubblicità.

3.3 Supply chain del farmaco

In questo paragrafo si introducono le caratteristiche principali della supply chain del farmaco, vengono analizzati gli stakeholder appartenenti a questo processo con le relative mansioni e competenze chiave. In ultimo, a seguito dell'analisi della letteratura, vengono messe in luce alcune delle principali criticità che colpiscono il settore della supply chain del farmaco.

3.3.1 Funzionamento

Uno degli obiettivi primari della supply chain del farmaco è di rispettare le tempistiche di consegna e di garantire l'integrità e la sicurezza del farmaco consegnato. In Italia esistono tre tipi di classi di farmaci differenti:

- I farmaci di classe A sono rimborsati dal SSN e rappresentano quei tipi di farmaci essenziali e destinati a curare malattie croniche,
- I farmaci di classe H sono erogabili a carico del SSN in ambito ospedaliero,
- I farmaci di classe C sono quelli venduti direttamente al cittadino, e si suddividono in vendibili con obbligo di prescrizione (COP) e senza obbligo di prescrizione (SOP).

I farmaci di classe A sono prescritti da medici di base e specialisti e a seguito delle politiche di contenimento dei costi promosse dal SSN questi tipi di farmaci si stanno diffondendo sempre di più. Infatti le aziende farmaceutiche genericiste, ovvero che commercializzano questi tipi di farmaci, utilizzano servizi logistici ad hoc per rendere il lancio del prodotto il più efficace possibile. Invece i farmaci di classe H sono somministrati in ambito ospedaliero. Molto spesso questi tipi di farmaci sono il vero business delle aziende farmaceutiche in quanto devono erogare un prodotto altamente tecnologico e che ne garantisca l'efficacia per il paziente. La logistica in riferimento ai farmaci di classe H ha un ruolo fondamentale e di estrema importanza. Infatti questi farmaci necessitano tipicamente di modalità di conservazione molto delicate: la temperatura di conservazione dei frighi deve essere tra i 2-8 gradi o perfino inferiore a -20 gradi. Per questo motivo molte aziende grossiste o distributori devono garantire un monitoraggio del trasporto efficiente ed efficace (M. Baglio et al., 2017).

Vista la grande importanza che riveste il farmaco nella nostra società, ogni singolo attore della supply chain deve garantire la consegna del farmaco integro, di qualità e sicuro. Esiste per questo motivo una normativa europea molto stringente, in Italia in particolare con il DL 219/2006 rappresentazione della norma comunitaria, e le linee guida del 94/C63/03 del Decreto Ministeriale "Approvazione delle linee direttrici in materia di buone pratiche di distribuzione per i medicinali per uso umano". Con l'introduzione della direttiva europea delle GDP (Good Distribution Practice) del 2013 si introducono tre aspetti innovativi relativi alla distribuzione del farmaco. In particolare: i responsabili di attività commerciali, come

distributori e grossisti sono soggetti alla normativa GDP e quindi devono sottostare a determinati controlli, vengono introdotti nuovi sistemi di quality risk management ed infine viene aggiunta la mappatura delle temperature nei depositi e nei mezzi di trasporto.

3.3.2 Mappatura stakeholders

Gli attori coinvolti nel processo di approvvigionamento del farmaco in Italia sono molteplici e con varie caratteristiche. Nella *Figura 8* vengono rappresentati gli stakeholder coinvolti nell'articolata filiera distributiva del farmaco e vengono descritte le caratteristiche e funzioni di ognuno di loro. Visto poi l'obiettivo di questa tesi viene presa in considerazione la gestione logistica da parte del soggetto ospedale descrivendone le principali funzionalità e relative criticità.

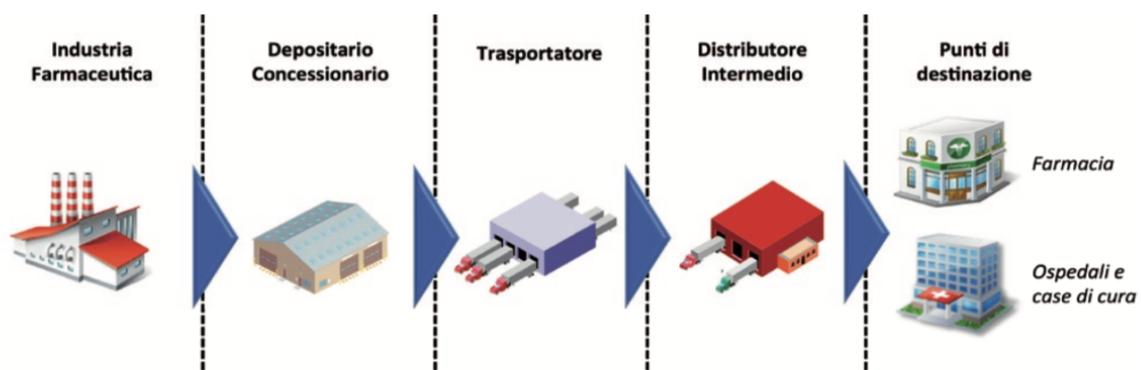


Figura 9 "Filiera distributiva del farmaco" (M. Baglio et al., 2017)

A seguito di questa infografica si possono individuare e comprendere quali siano gli attori coinvolti:

- Produttori farmaci / industria farmaceutica: ovvero la mandante dei servizi logistici commissionati ai depositari. E' il soggetto che produce il farmaco grazie alle tecnologie e alla ricerca necessaria.
- Depositario: esso è un soggetto che si occupa di logistica, in particolare si occupa della distribuzione del farmaco per conto dell'azienda farmaceutica. E' importante sottolineare che la merce che gestisce il depositario non è di sua proprietà.
- Trasportatore: si occupa del trasporto tra i vari nodi della filiera del farmaco.
- Concessionario: è un'azienda che rivende il farmaco per conto di un'altra azienda certificata AIC, ovvero responsabile della commercializzazione del medicinale. Il concessionario può essere identificato come un depositario con proprietà del prodotto, e la vendita è destinata solamente a distributori intermedi e/o farmacie.
- Distributore intermedio: è il soggetto che acquista il farmaco dal concessionario e lo rivende a sua volta a farmacie e ospedali. Esso è sottoposto a rigide norme in materia di trasporto e vendita del medicinale.
- Ospedali e farmacie: sono gli ultimi attori che vanno a completare la catena della filiera di distribuzione del farmaco.

Come è possibile osservare vi sono numerosi attori partecipi alla supply chain del farmaco, questo a volte è sintomo di inefficienza in quanto vi sono molte informazioni da gestire e purtroppo a volte l'accesso completo alle informazioni sul trasporto del prodotto comporta una inefficienza dell'intero processo (B. Ding 2018). Far riuscire a dialogare tutti gli attori a volte risulta difficile, e proprio nel flusso della gestione persistono alcune delle criticità maggiori come nei sistemi informatici arretrati di alcune aziende ospedaliere.

La blockchain comporterebbe un vantaggio competitivo a tutti gli stakeholders coinvolti. Nello specifico se si osserva la *Figura 10* si possono notare gli aspetti positivi della blockchain applicata alla supply chain del farmaco.

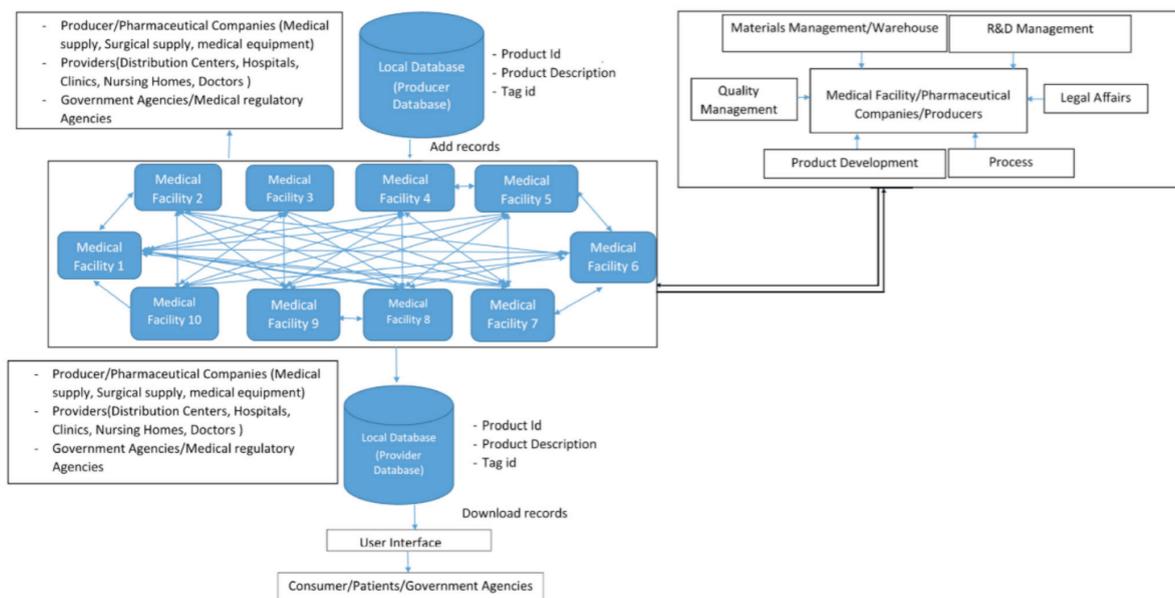


Figura 11 “Non-functional requirements for blockchain enabled medical supply chain” Kiran Khatter, Devanjali Relan (2021)

Vengono rappresentati gli stakeholders coinvolti nel processo di supply chain del farmaco quindi imprese farmaceutiche, distributori, grossisti, intermediari e ospedali. Vengono inclusi come stakeholders in questo modello anche il governo e le agenzie governative di controllo dei farmaci. Tutti gli attori coinvolti in questa catena grazie all'uso della blockchain possono scambiarsi dati su eventuali consumi di farmaci, materiali impiegati nella produzione o controlli di tipo qualitativo sul prodotto finale. L'accesso a un unico database renderebbe la condivisione molto più efficiente ed efficace, producendo così un contesto molto più trasparente e al tempo stesso risponderebbe alle necessità di compagnie logistiche di trasporto farmaci e ospedali di avere un database unico e condivisibile. (K. Khatter et al., 2021)

3.3.3 Focus logistica ospedaliera del farmaco

Gli ospedali assumono un ruolo prioritario nella filiera distributiva del farmaco, in Italia sono presenti ben 1.054 strutture ospedaliere di cui il 48,8% pubblici e il 51,2% privati accreditati.

In queste due sfere rientrano i Presidi Ospedalieri, le Aziende Ospedaliere, le Aziende ospedaliere universitarie, gli Istituti di Ricovero e Cura a Carattere Scientifico ed infine le case di cura. In Veneto sono presenti ben 11 ospedali pubblici, essi sono:

- Ulss 1 Dolomiti
- Ulss 2 Marca Trevigiana
- Ulss 3 Serenissima
- Ulss 4 Veneto orientale
- Ulss 5 Polesana
- Ulss 6 Euganea
- Ulss 7 Pedemontana
- Ulss 8 Berica
- Ulss 9 Scaligera
- Azienda Ospedaliera di Padova
- Azienda Ospedaliera Universitaria di Verona
- Istituto Oncologico Veneto

Ogni ospedale presenta caratteristiche e funzionalità logistiche diverse a seconda della grandezza (posti letto gestiti) e della quantità di farmaci che gestisce.

Infatti il valore dei farmaci acquistati e distribuiti in ospedale è pari a 9,5 miliardi di Euro, rappresentando il 48% del valore totale dei farmaci dispensati in Italia, per questo motivo questo attore risulta di grande importanza all'interno della filiera.

Inizialmente gli ospedali gestivano autonomamente gli ordini dei farmaci, questo però creava molte inefficienze nel sistema e portava a un aumento dei costi di stoccaggio e mantenimento del magazzino. Ulteriori criticità si sono riscontrate nell'ospedale stesso, per esempio l'obsolescenza dei sistemi informativi per gestire gli ordini, l'assenza di competenze verticali logistiche ed amministrative per poter gestire il magazzino ospedaliero e l'incompleta e a volte mancata tracciabilità del "prodotto-lotto" all'interno della struttura e del singolo reparto. (M. Baglio et al., 2017)

Successivamente quindi per implementare tali funzioni, o meglio, per sgravarle all'ospedale stesso si è passati a un cambiamento radicale nella gestione dei modelli operativi, in particolare si è introdotto il modello della **logistica centralizzata** osservabile in *Figura 9*.

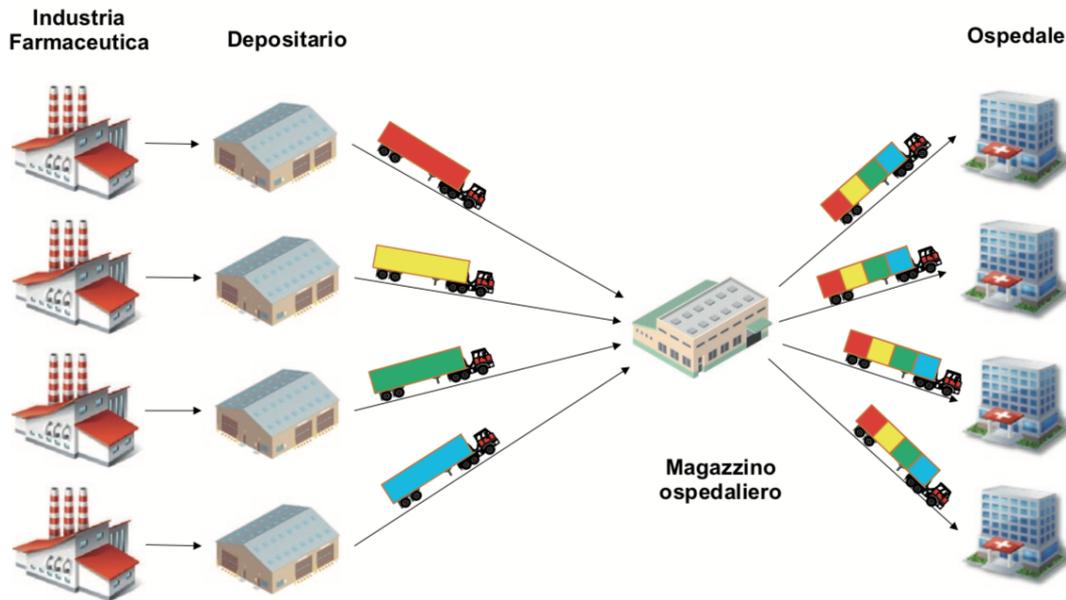


Figura 10 “Modello centralizzato di distribuzione delle aziende ospedaliere” (M. Baglio et al. 2017)

L’operatore logistico si occupa di ricevere i prodotti farmaceutici dai depositari e successivamente provvede allo stoccaggio ed allestimento degli ordini ricevuti dall’ospedale che vengono preparati già divisi per singolo reparto. In questo modo si rendono efficienti le operazioni di gestione e trasporto del farmaco sgravando così una parte di logistica agli ospedali. Un ulteriore punto a favore della logistica centralizzata è il fatto di avere un magazzino unico e centralizzato che serve a rifornire più aziende ospedaliere situate in zone geografiche adiacenti, questo facilita la cooperazione e la sinergia tra le diverse compagnie di trasporto nella gestione dei prodotti farmaceutici.

Il modello centralizzato permette anche una gestione degli acquisti integrata e aggregata, riducendo i livelli di scorta e permettendo così l’aumento di numero di farmaci disponibili a scorta. Questo successivamente garantisce un’ottimizzazione del processo di approvvigionamento, riduzione dei prezzi di acquisto, un’ottimizzazione della gestione delle scorte, ed infine una riduzione dei costi complessivi di gestione grazie a una riduzione delle tempistiche di processo.

3.3.4 Analisi delle criticità

A seguito dell’analisi della letteratura le maggiori criticità riscontrate nel settore della supply chain farmaceutica derivano principalmente dalla moltitudine di attori coinvolti in questo processo e dal flusso che si genera a seguito degli scambi e della ricezione della merce farmaceutica.

Uno dei principali punti negativi che si rivela è legato appunto al numero elevato di grossisti e distributori coinvolti nella filiera del farmaco. Un numero elevato di grossisti può causare inefficienze dal punto di vista della gestione degli ordini, possono manifestarsi dei ritardi nelle consegne o errori nella merce consegnata (A. Burinskiene, 2018). Per evitare il

manifestarsi di queste criticità si consiglia di ridurre il numero di intermediari inefficienti e selezionare con maggior criterio i grossisti e i trasportatori maggiormente efficienti.

Un ulteriore punto da tenere in considerazione è il mancato completo monitoraggio da parte dell'ospedale riguardo al trasporto del farmaco. Molto spesso l'ospedale non è a conoscenza delle possibili variazioni di temperatura dovute al trasporto del prodotto. Il fornitore deve essere in grado di garantire l'autenticità e la tracciabilità del prodotto, e nel caso di ipotetiche variazioni di temperatura poter intervenire immediatamente. Grazie alla tecnologia IoT e all'uso parallelo di codici RFID e sistemi di blockchain si è in grado di mantenere un monitoraggio costante e condividere tali informazioni con tutti gli attori partecipi alla filiera del farmaco, inclusi ospedali e farmacie (A. Ravishankar Rao e Daniel Clarke, 2020).

Un'altra criticità riscontrata e purtroppo ancora presente in molti ospedali è l'obsolescenza dei sistemi informatici utilizzati. Ancora il 65-75% delle strutture utilizza fax o email con pdf allegato per l'ordinazione di determinati farmaci, e questo, assieme anche ai lunghi procedimenti di gara, comporta molto spesso rallentamenti nei processi di approvvigionamento (M. Baglio et al., 2017).

Infine le tempistiche da rispettare a volte possono risultare un fattore che inficia negativamente l'intero processo, quindi per migliorare l'intero processo di supply chain del farmaco si consiglia di introdurre sistemi di fatturazione elettronica, implementando i database informatici e ottenendo così un'efficiente gestione dei dati di acquisto e di ordine dei prodotti (B. Ding 2018).

3.3.5 Discussione elaborazione dati emersi dalla letteratura

A seguito della selezione della letteratura e delle codifiche realizzate in NVivo si è potuto ricostruire un quadro generale sulle potenzialità enormi che la blockchain è in grado di offrire sia al settore privato che al settore pubblico. I sistemi basati su blockchain rivoluzionano il mondo delle transazioni monetarie e degli accordi contrattuali. La criptomoneta infatti può diventare un valido sostituto della classica moneta, gli smart contract invece rivoluzionerebbero la contrattualistica, implementando le tempistiche e le meccaniche decisionali, rendendo così anche i processi di gara pubblica più veloci, sicuri e trasparenti. Un ulteriore vantaggio della blockchain è la sua capacità di fungere da database per la raccolta e condivisione di informazioni. Informazioni che possono essere condivise dagli attori partecipi alla rete previa autorizzazione, garantendo così privacy e confidenzialità dei contenuti condivisi.

Dietro a tutti questi benefici però si celano anche molte criticità e barriere provenienti dalla società. Le criticità sono collegate alla tecnologia stessa, in quanto ancora in una fase di immaturità e di poco sviluppo. Servono ancora alcuni anni per risolvere alcuni problemi quali la scalabilità e l'alto consumo di energia da parte di determinati programmi come Ethereum.

Le barriere contro le quali la blockchain si scontra sono la mancanza di competenze specifiche da parte di molte imprese e organizzazioni per gestire tale tecnologia. Inoltre permangono ancora diffidenze e scetticismi sulle potenzialità che la blockchain è in grado di offrire. Ancora troppe poche imprese e organizzazioni si fidano di investire in blockchain

poiché appunto mancano le conoscenze e la giusta consapevolezza da parte del top management.

Nei settori della supply chain e in particolare nella supply chain del farmaco la blockchain assieme ad altre tecnologie di IoT è in grado di rivoluzionare tale mercato apportando grandi migliorie in termini di sicurezza, trasparenza e monitoraggio del prodotto. Questo fa sì che il valore stesso del prodotto aumenti, garantendo al consumatore finale la qualità e l'originalità del prodotto. La blockchain nel settore degli approvvigionamenti farmaceutici sarebbe in grado di implementare le meccaniche di acquisto, riducendo drasticamente le tempistiche di gara semplificando notevolmente l'intero processo, garantendo al tempo stesso l'affidabilità degli operatori economici. Inoltre questa tecnologia risulterebbe fondamentale per efficientare i sistemi di monitoraggio del trasporto farmaceutico, riducendo così le asimmetrie informative tra i diversi attori coinvolti. Tale trasformazione nella gestione logistica dei farmaci rivoluzionerebbe gli interi processi organizzativi interni di un ospedali, rendendoli più efficienti ed efficaci nella cura e gestione del paziente.

Ottenuti e discussi questi risultati, ci si pone tre domande fondamentali che sono il motivo al quale questa tesi cerca di rispondere:

- **Quali sono le vere barriere che la blockchain potrebbe incontrare se applicata al settore sanitario della regione Veneto e in particolare al settore della supply chain del farmaco?**
- **Quale tipo di blockchain o combinazione di più tecnologie potrebbe essere più appropriata al settore della supply chain del farmaco?**
- **Quali sono i vantaggi e benefici che questa tecnologia apporterebbe agli attori della supply chain del farmaco?**

Al fine di ottenere queste risposte si è deciso di procedere con delle interviste semi strutturate. Le domande sono state pensate e costruite in funzione delle codifiche e dell'analisi della letteratura. I soggetti scelti per queste interviste sono dirigenti della regione Veneto del settore sanità, responsabili della logistica e CTO di imprese farmaceutiche ed infine tecnici ed esperti di blockchain.

Lo scopo di intervistare tali attori è motivato dal fatto di individuare le criticità che si incontrano nelle dinamiche del processo di approvvigionamento del farmaco, ovvero dal momento in cui il prodotto esce dall'impresa farmaceutica e fino al suo arrivo al consumatore finale, in questo caso l'ospedale pubblico della Regione. Inoltre si cerca di comprendere il grado di efficienza o di obsolescenza dei sistemi informatici e tecnologici utilizzati dalle varie strutture e istituzioni per gestire ordini ed acquisti. Infine vengono intervistati tecnici ed

esperti di blockchain per comprendere quale sia la soluzione più adatta da utilizzare per implementare i processi di gestione dei prodotti farmaceutici per la regione Veneto.

La struttura delle interviste con relative risposte vengono discusse ed analizzate, il fine ultimo è di riuscire a rispondere ai tre quesiti individuando quale tipo di tecnologia blockchain sia più consona al settore della catena di approvvigionamento dei farmaci e dimostrando i benefici che gli attori del processo sarebbero in grado di ottenere a seguito dell'utilizzo della blockchain.

Capitolo IV Interviste semi-strutturate e soluzioni blockchain

L'ultima parte di questa tesi è dedicata alle interviste semi strutturate e alle possibili soluzioni blockchain da adottare. Nella prima parte si presenta la struttura delle interviste con le relative domande sottoposte agli stakeholders selezionati. Successivamente si passa ad analizzare le risposte date dai diversi soggetti intervistati e si crea uno schema per identificare quali siano le necessità comuni per risolvere determinate criticità. Si discutono i risultati definendo le tre soluzioni blockchain che potrebbero essere utilizzate al fine di migliorare il grado di performance di tutti gli stakeholders coinvolti.

Nella seconda parte di questo capitolo vengono presentati tre sistemi di blockchain che meglio interpretano le esigenze dei diversi attori coinvolti nel processo di approvvigionamento dei farmaci. Tali sistemi con le loro caratteristiche e funzionalità risolvono molte delle criticità proprie della gestione della filiera farmaceutica. I tre sistemi qui presentati sono Hyperledger Fabric, Ethereum e IOTA. Sono stati scelti questi in quanto sono emersi a seguito dell'analisi della letteratura e perché sono stati nominati e descritti dai tecnici blockchain intervistati come soluzioni più funzionali.

Per ogni singolo sistema vengono descritti il funzionamento, i vantaggi e le criticità. Si procede poi ad analizzare e comprendere quale dei tre sistemi proposti sia più funzionale ed adatto ai due soggetti di riferimento, ovvero alle organizzazioni della sanità e alle imprese coinvolte nella filiera farmaceutica.

4.1 Interviste semi strutturate

A seguito dell'individuazione dei principali stakeholders che svolgono un ruolo predominante all'interno del processo di approvvigionamento del farmaco, si è deciso a procedere con la somministrazione di interviste semi strutturate al fine di individuare i punti salienti che contraddistinguono questo processo così intricato e complesso. Il fine ultimo è di ricavare le informazioni necessarie per rispondere ai tre quesiti che sono emersi a seguito della selezione ed analisi della letteratura scientifica.

Per rispondere a questi tre quesiti si è deciso di intervistare due fornitori di due ospedali veneti, due responsabili logistici di industrie farmaceutiche e due esperti di blockchain. A tutti gli intervistati è stata garantita l'anonimità e per questo motivo non viene citato alcun riferimento che possa ricondurre loro all'azienda o ente di appartenenza. È importante ricordare che dato il basso numero di intervistati questa ricerca non ha alcuna rilevanza campionaria.

Nei paragrafi successivi vengono presentati gli schemi utilizzati per le interviste semi strutturate con relative domande pensate e strutturate a seguito dell'analisi della letteratura e delle codifiche ottenute in NVivo. Nell'ultima parte del paragrafo vengono analizzate le risposte e incrociati i risultati per verificare i punti comuni legati alle barriere, alle tecnologie blockchain e ai vantaggi e benefici per la comunità.

4.1.1 Schema interviste

In questo paragrafo vengono riportati gli schemi utilizzati per strutturare le domande per i diversi attori prescelti. Nella prima colonna viene riportata la domanda posta all'intervistato, nella seconda colonna la risposta potenziale, mentre nella terza colonna la referenza della letteratura legata alla risposta potenziale. La *Tabella 7* è riferita ai tecnici blockchain, la *Tabella 8* ai fornitori, la *Tabella 9* invece ai responsabili della logistica di industrie farmaceutiche.

Domande intervista - tecnici / professionisti BC	Risposta potenziale	Referenza
Che ruolo e che mansioni ricopre all'interno dell'istituzione/organizzazione?		
Quali sono le criticità tecniche che trovate nello sviluppo della blockchain?	scalabilità, consumo elevato di energia	Pankaj Duttaa, Tsan-Ming Choib, Surabhi Somanic, Richa Butalac (2020)
Quali sono i vantaggi di questa tecnologia?	Trasparenza, fiducia, sicurezza, tracciabilità, integrità dati, confidenzialità, velocità e ottime performance nella gestione dei dati	Ilhaam Omar, Mazin Deba, Raja Jayaraman, Khaled Salah, Mohammed Omar e Junaid Arshad (2020)
Quali sono le barriere che trovate quando proponete la blockchain?	Diffidenza della tecnologia, mancanza di competenze adeguate nella gestione del software, mancanza di awareness, barriere culturali e geografiche, mancanza di una legislazione appropriata in materia di blockchain	Mahtab Kouhizadeh, Sara Saberi, Joseph Sarkis (2021)
BC e sviluppi settore privato (SI - NO)		
SI		
<i>quali imprese e settore</i>	settore farmaceutico, settore sanitario, settore industriale, settore manifatturiero, settore logistico, settore finanziario, settore energetico	Pankaj Duttaa, Tsan-Ming Choib, Surabhi Somanic, Richa Butalac (2020)
<i>BC utilizzata</i>	Ethereum, Hyperledge Fabric	Tobias Guggenberger, André Schweizer e Nils Urbach (2020)
NO		
<i>motivazioni</i>	la tecnologia è ancora all'inizio, e il potenziale utilizzo della blockchain nel settore privato deve essere ancora esplorato	Agata Ferreira (2020)
BC e sviluppi settore pubblico (SI - NO)		
SI		
<i>quale settore e BC utilizzata</i>	settore sanitario, settore bancario, settore energetico, settore educativo, settore governativo	Pankaj Duttaa, Tsan-Ming Choib, Surabhi Somanic, Richa Butalac (2020)
NO		
<i>motivazioni</i>	Le normative governative non sono ancora pienamente a sostegno della tecnologia blockchain data la novità della tecnologia	Mahtab Kouhizadeh, Sara Saberi, Joseph Sarkis (2020)
Lavorate/sviluppate progetti con la sanità? (SI - NO)		
SI		
<i>Quali organizzazioni e di che provenienza?</i>	Ospedali pubblici, ospedali privati, centri assistenziali	Jackie L. Johnson, Sean Manion (2019)
<i>Che tecnologia</i>	Ethereum, Hyperledge Fabric	Tobias Guggenberger, André Schweizer e Nils Urbach (2020)
<i>Vantaggi tecnologia</i>	Sicurezza, integrità dati, trasparenza, tempo risparmiato, miglioramento performance	Tobias Guggenberger, André Schweizer e Nils Urbach (2020)
<i>Svantaggi tecnologia</i>	Scalabilità, costi elevati di gestione	Tobias Guggenberger, André Schweizer e Nils Urbach (2020)
NO		
<i>motivazioni</i>	Diffidenza della tecnologia, mancanza di competenze adeguate nella gestione del software, mancanza di awareness, barriere culturali e geografiche, mancanza di una legislazione appropriata in materia di blockchain	Mahtab Kouhizadeh, Sara Saberi, Joseph Sarkis (2021)
<i>Se potezialmente ci stareste lavorando quale tecnologia proporreste?</i>	Ethereum, Hyperledge Fabric	Tobias Guggenberger, André Schweizer e Nils Urbach (2020)
Lavorate/sviluppate progetti con il settore farmaceutico? (SI - NO)		
SI		
<i>Quali imprese e di che provenienza?</i>	imprese farmaceutiche, imprese di distribuzione, grossisti	Ilhaam Omar, Mazin Debe, Raja Jayaraman, Khaled Salah, Mohammed Omar, Junaid Arshad (2020)
<i>Che tecnologia</i>	Ethereum, Hyperledge Fabric	Tobias Guggenberger, André Schweizer e Nils Urbach (2020)
<i>Vantaggi tecnologia</i>	Sicurezza, integrità dati, trasparenza, tempo risparmiato, miglioramento performance	Tobias Guggenberger, André Schweizer e Nils Urbach (2020)
<i>Svantaggi tecnologia</i>	Scalabilità, costi elevati di gestione	Tobias Guggenberger, André Schweizer e Nils Urbach (2020)
NO		

<i>motivazioni</i>	Diffidenza della tecnologia, mancanza di competenze adeguate nella gestione del software, mancanza di awareness, barriere culturali e geografiche, mancanza di una legislazione appropriata in materia di blockchain	Mahtab Kouhizadeh, Sara Saberi, Joseph Sarkis (2021)
Se potezialmente ci stareste lavorando quale tecnologia proporreste?	Ethereum, Hyperledge Fabric	Tobias Guggenberger, André Schweizer e Nils Urbach (2020)
Come vede lo sviluppo della blockchain tra 5 anni e in che direzione?		

Tabella 7 “Schema intervista agli esperti di blockchain” Tommaso Tiberio 2022

Domande intervista - dirigenti regionali / aziende ospedaliere	Risposta potenziale	Referenza
Che ruolo e che mansioni ricopre all'interno dell'istituzione/organizzazione?		
Quali attori sono coinvolti nel processo di acquisto dei farmaci?	Gli stakeholder della filiera farmaceutica possono essere produttori, pazienti, grossisti, farmacisti e ospedali	Kavita Kumari, Kavita Saini (2020)
Quali sono le maggiori criticità o difficoltà che riscontrate nelle gare telematiche?	perdita di informazioni, lunghi tempi di risposta, mancanza di interoperabilità	Agata Ferreira (2020)
Con quanta frequenza riscontrate ritardi nella consegna dei farmaci?	Uno dei maggiori punti critici della filiera farmaceutica è quello di rispettare i tempi di consegna	Kiran Khatter, DevanjaliRelan (2021)
Utilizzate sistemi di tracciabilità del farmaco? Se sì quali	L'utilizzo congiunto di sistemi di cloud computing, blockchain e IoT permetterebbe la tracciabilità di dispositivi medici	A. Ravishankar Rao, Daniel Clarke (2019)
Considerereste utile per voi avere un monitoraggio completo della distribuzione del farmaco?	Grazie all'inserimento di informazioni e dati su blockchain di otterrebbe un monitoraggio completo	A. Ravishankar Rao, Daniel Clarke (2019)
Avete mai riscontrato casi di farmaci contraffatti? Se sì di che tipo	Un'altro grande problema è la diffusione di farmaci contraffatti	Kiran Khatter, DevanjaliRelan (2021)
da una scala da 1 a 5 come valutereste i vostri sistemi informatici per la gestione dei farmaci?		
Criticità che riscontrate con le tecnologie attuali e sistemi informatici in uso		
E' a conoscenza delle potenzialità della blockchain e le possibili applicazioni al settore farmaceutico?	Trasparenza, fiducia, sicurezza, tracciabilità, integrità dati, confidenzialità, velocità e ottime performance nella gestione dei dati	Ilhaam Omar, Mazin Deba, Raja Jayaraman, Khaled Salah, Mohammed Omar e Junaid Arshad (2020)
Se decideste di investire in questa tecnologia che tipo di barriere vi aspettereste di trovarvi di fronte?	Diffidenza della tecnologia, mancanza di competenze adeguate nella gestione del software, mancanza di awareness, barriere culturali e geografiche, immaturità della tecnologia, mancanza di una legislazione appropriata in materia di blockchain	Mahtab Kouhizadeh, Sara Saberi, Joseph Sarkis (2021)
In una scala da 1 a 5 quanto difficile valutereste l'utilizzo della tecnologia BC nel settore pubblico, in particolare nel settore sanitario? (1 = per niente; 2 = poco, 3 = mediamente, 4 = abbastanza, 5 = molto)	Mancanza di un'adeguata conoscenza della tecnologia e arretratezza degli apparati informatici ospedalieri	Sebastian Hermes, Eric K. Clemons, Tobias Riasanow, Markus Bohm, Helmut Krcmar (2020)
In una scala da 1 a 5 quanto vantaggioso valutereste l'introduzione della BC all'interno dei processi di approvvigionamento dei farmaci? (1 = per niente; 2 = poco, 3 = mediamente, 4 = abbastanza, 5 = molto)	Monitoraggio costante e tracciabilità dei farmaci	Shaker ALHARTHI, Paul R. CEROTTI and Shaghayegh MALEKI FAR (2020)
Come vede la digitalizzazione dei processi di acquisto fra 5 anni?		

Tabella 8 “Schema intervista ai provveditori degli ospedali Veneti” Tommaso Tiberio 2022

Domande intervista - responsabile logistica imprese farmaceutiche	Risposta potenziale	Referenza
Che ruolo e che mansioni ricopre all'interno dell'istituzione/organizzazione?		
Quali attori/stakeholders sono coinvolti nel processo di produzione e poi di distribuzione del farmaco?	Gli stakeholder della filiera farmaceutica possono essere produttori, pazienti, grossisti, farmacisti e ospedali	Kavita Kumari, Kavita Saini (2020)
Quali sono gli aspetti critici della distribuzione?	Rispettare i tempi di consegna, monitoraggio completo della distribuzione del farmaco, tracciabilità del farmaco, diffusione di farmaci contraffatti, monitoraggio temperatura frighi	Kiran Khatter, DevanjaliRelan (2021)
Avete mai riscontrato problemi con i sistemi di pagamento delle transizioni bancarie? Se sì quali?	Le transazioni possono avvenire in modo intelligente tra le sole parti interessate escludendo terze parti. Le soluzioni blockchain possono prevenire la "doppia spesa" e garantire in questo modo che le transazioni vengano addebitate da un conto e accreditate su un conto diverso senza il rischio che gli stessi fondi vengano allocati più di una volta.	Alex Hughes, Andrew Park, Jan Kietzmann, Chris Archer-Brown (2019)
Con quali strumenti informatici gestite gli ordini?		
Utilizzate sistemi digitali/informatici di controllo e monitoraggio? Se sì quali?		
Riscontrate criticità con gli attuali sistemi? Se sì quali?		
E' a conoscenza delle potenzialità della blockchain per il settore farmaceutico?	Trasparenza, fiducia, sicurezza, tracciabilità, integrità dati, confidenzialità, velocità e ottime performance nella gestione dei dati	Ilhaam Omar, Mazin Deba, Raja Jayaraman, Khaled Salah, Mohammed Omar e Junaid Arshad (2020)
Utilizzate già tecnologia blockchain? (SI - NO)		
SI		
Quale tecnologia e da quanto tempo la utilizzate?	Ethereum, Hyperledge Fabric	Tobias Guggenberger, André Schweizer e Nils Urbach (2020)
Pro riscontrati	Sicurezza, integrità dati, trasparenza, tempo risparmiato, miglioramento performance	Tobias Guggenberger, André Schweizer e Nils Urbach (2020)
Contro riscontrati	Scalabilità, costi elevati di gestione	Tobias Guggenberger, André Schweizer e Nils Urbach (2020)
NO		
motivazioni	Diffidenza della tecnologia, mancanza di competenze adeguate nella gestione del software, mancanza di awarness, barriere culturali e geografiche, immaturità della tecnologia, mancanza di una legislazione appropriata in materia di blockchain	Mahtab Kouhizadeh, Sara Saberi, Joseph Sarkis (2021)
Investireste in BC? (SI - altre tecnologie - no)		
si		
quali criticità sperate di risolvere?	farmaci contraffatti, tempistiche, monitoraggio distribuzione	Kavita Kumari, Kavita Saini (2020)
altre tecnologie		
Quali?	IoT, AI	Sebastian Hermes, Eric K. Clemons, Tobias Riasanow, Markus Bohm, Helmut Krcmar (2020)
quali criticità sperate di risolvere?	Tracciabilità e trasparenza prodotti, monitoraggio e controllo spedizioni	Pankaj Duttaa, Tsan-Ming Choib, Surabhi Somanic, Richa Butalac (2020)
no		
motivazioni	Diffidenza della tecnologia, mancanza di competenze adeguate nella gestione del software, mancanza di awarness, barriere culturali e geografiche, immaturità della tecnologia, mancanza di una legislazione appropriata in materia di blockchain	Mahtab Kouhizadeh, Sara Saberi, Joseph Sarkis (2021)
Come vede la supply chain del farmaco tra 5 anni?		

Tabella 9 "Schema intervista ai responsabili della logistica delle industrie farmaceutiche"

Come è possibile osservare, le domande mirano a individuare quali siano le criticità più influenti nella gestione del farmaco. Per i tecnici della blockchain la struttura dell'intervista è suddivisa in due parti; nella prima parte si cerca di individuare quali siano le caratteristiche, i vantaggi e le criticità tipiche di questa tecnologia. Successivamente si esplorano le barriere che incontrano nel momento in cui propongono la blockchain ai loro potenziali clienti. Infine si indaga sulle potenzialità della blockchain applicate ai settori della sanità pubblica con particolare riferimento all'approvvigionamento dei farmaci. Si espongono infine le tecnologie e soluzioni blockchain adottate in questi settori con relativi vantaggi e benefici apportati all'intero sistema di processo.

Per i provveditori si va ad indagare in particolare i fenomeni riguardanti la tracciabilità, le tempistiche, i sistemi informatici di gestione degli ordini e le problematiche relative a possibili casi di farmaci contraffatti. Inoltre si cerca di individuare quale sia il loro grado conoscitivo in merito alla blockchain e alle sue potenzialità. Nell'ultima parte si cerca

di comprendere se secondo loro ci possa essere un potenziale interesse di investimento in questo sistema così innovativo.

Infine per quanto riguarda i responsabili della logistica delle industrie farmaceutiche si indaga in principio quali siano le caratteristiche, funzionalità e criticità della filiera farmaceutiche, in secondo luogo si cerca di individuare la loro sensibilità sui temi di blockchain e comprendere se utilizzano già questa tecnologia o se ci possa essere un potenziale di investimento da parte loro.

4.1.2 Risposte esperti di blockchain

Gli esperti di blockchain sono figure fondamentali per comprendere a che punto sia l'evoluzione della tecnologia blockchain sia nel settore pubblico che privato. Grazie a queste interviste si è potuto comprendere quali siano i sistemi di blockchain maggiormente utilizzati e quali siano le barriere contro le quali le imprese di IT si scontrano quotidianamente. Nella *Tabella 10* sono raccolte le risposte date dai tecnici ed esperti di blockchain. Nella prima colonna è riportata la domanda sottoposta, nella seconda colonna è riportata la risposta potenziale mentre nelle ultime due colonne sono presenti le domande date dai nostri intervistati. La prima parte dell'intervista mira ad individuare quali siano le caratteristiche principali della blockchain, ovvero vantaggi, criticità e barriere. Nella seconda parte invece si indaga sulle applicabilità della blockchain nei settori della sanità e della catena di approvvigionamento dei farmaci.

Domande intervista - esperti di blockchain	risposta potenziale	Intervistato 1 risposte	Intervistato 2 risposte
Quali sono le criticità tecniche che trovate nello sviluppo della blockchain?	scalabilità, consumo elevato di energia	"Uno dei principali problemi attualmente è sicuramente la scalabilità, per noi tecnici un obiettivo è quello di ridurre l'esigenza del contenitore di dati"	"Una delle maggiori criticità della blockchain è sicuramente l'aspetto della governance. Con governance intendo programmare una governance tecnologica dove si è compreso il metodo tramite il quale erogarla, chi sia l'utente che abbia la responsabilità della gestione e quali attori debbano partecipare al network. L'individuazione degli stakeholders è fondamentale al fine di garantire l'accesso a tutti. Ulteriori criticità tecniche possono essere sicuramente la scalabilità e l'aspetto della privacy. A causa della caratteristica di immutabilità della blockchain, ai nostri clienti dobbiamo garantire una determinata privacy soprattutto nel caso di condivisione di dati e informazioni."
Quali sono i vantaggi di questa tecnologia?	Trasparenza, fiducia, sicurezza, tracciabilità, integrità dati, confidenzialità, velocità e ottime performance nella gestione dei dati	"I vantaggi che questo prodotto offre sono il valore aggiunto al prodotto finale e la fiducia che instaura tra per esempio cliente e fornitore. Inoltre secondo me è un mezzo di grande responsabilizzazione in quanto all'interno di una struttura aziendale o industriale ben strutturata la blockchain funge da mediatore, nel senso che riesce grazie alle sue capacità a mediare i rapporti"	"La blockchain presenta numerosi vantaggi. I principali sono di garantire la sicurezza e la condivisione dei dati. La blockchain si fonda su tre punti cardine fondamentali: il valore, l'identità e il riconoscimento. Grazie a questi tre concetti di possono effettuare transazioni e movimentazioni di danaro in maniera sicura e veloce."

Quali sono le barriere che trovate quando proponete la blockchain?	Diffidenza della tecnologia, mancanza di competenze adeguate nella gestione del software, mancanza di awareness, barriere culturali e geografiche, mancanza di una legislazione appropriata in materia di blockchain	"Una criticità rilevante che riscontriamo è la difficoltà a trovare bravi sviluppatori e programmatori. Programmare una blockchain non è semplice e richiede molto tempo e inoltre non vi è un'omogeneizzazione nella scrittura dei linguaggi. Purtroppo ci ritroviamo a "riprogrammare" blockchain scritte in linguaggi differenti da quelli che avremmo usato noi. Persiste ancora molta nebbia mentale all'interno della società rispetto alla blockchain, ovvero la poca conoscenza e il mancato approfondimento delle potenzialità di questa tecnologia da parte di molti imprenditori risulta essere una barriera molto forte. Probabilmente le diffidenze verso la blockchain provengono anche dall'essersi affidati a pessimi consulenti. Infine un ostacolo non da poco in relazione all'applicazione degli smart contract è la definizione di una più chiara legislazione."	"Di barriere ne incontriamo quotidianamente moltissime. Ma cerchiamo di affrontarle e superarle step by step. Uno scoglio non da poco è la poca awareness degli imprenditori o dei manager sulle potenzialità della blockchain. Persiste ancora diffidenza sull'affidarsi a una blockchain pubblica in quanto determinati dati vengono condivisi su un ledger pubblico. Per questo motivo ai nostri clienti proponiamo molto spesso sistemi blockchain privati. Un'ulteriore barriera è la difficoltà che riscontriamo nel trovare bravi sviluppatori che siano in grado di programmare smart contract in breve tempo. Infine l'ostacolo più grande a mio avviso è di mettere d'accordo tutti gli attori coinvolti nella blockchain, questo diventa estremamente problematico nel caso della supply chain in quanto appunto esistono numerosissimi attori con ruoli e mansioni ben specifici, e individuarli tutti a volte è un bel problema."
Blockchain e sviluppi nel settore privato, avete svolto dei progetti nel settore privato? (SI - NO)			
SI			
Che tipo di impresa/settore di appartenenza	settore farmaceutico, settore sanitario, settore industriale, settore manifatturiero, settore logistico, settore finanziario, settore energetico	"I settori privati con i quali lavoriamo sono principalmente il wine, food e il fashion"	"Abbiamo sviluppato un gran progetto con 100 banche italiane, le quali hanno introdotto nei loro sistemi di pagamento la tecnologia blockchain."
BC utilizzata	Ethereum, Hyperledge Fabric	"Non siamo dei puristi, quindi cerchiamo di applicare la soluzione blockchain che meglio si addice alle esigenze del nostro cliente. A volte proponiamo DLT pubbliche con consenso distribuito, a volte permissioned e a volte permissionless. Ci appoggiamo ad IBM, Microsoft o Oracle per le blockchain. Per il settore food per esempio utilizziamo le blockchain della IBM. Però altre volte nei settori logistici proponiamo Ethereum o Hyperledge Fabric."	"A seconda della banca e delle sue esigenze adottiamo sistemi di blockchain differenti. Attualmente usiamo sistemi basati su Corda, Hyperledge Fabric ed Ethereum 2.0"
NO			
motivazioni	la tecnologia è ancora all'inizio, e il potenziale utilizzo della blockchain nel settore privato deve essere ancora esplorato		
Lavorate/sviluppate progetti con la sanità? (SI - NO)			
SI			
Quali organizzazioni e di che provenienza?	Ospedali pubblici, ospedali privati, centri assistenziali		
Che tecnologia	Ethereum, Hyperledge Fabric		
Vantaggi tecnologia	Sicurezza, integrità dati, trasparenza, tempo risparmiato, miglioramento performance		
Svantaggi tecnologia	Scalabilità, costi elevati di gestione		
NO			
motivazioni	Diffidenza della tecnologia, mancanza di competenze adeguate nella gestione del software, mancanza di awareness, barriere culturali e geografiche, mancanza di una legislazione appropriata in materia di blockchain	"No con la sanità non abbiamo nessun progetto in atto ancora. Il motivo? credo che questa organizzazione non sia ancora pronta per un'evoluzione così importante. Ma a breve sicuramente sì."	"No, al momento con la sanità pubblica non abbiamo alcun progetto in atto."
Se potenzialmente ci stareste lavorando quale tecnologia proporreste e perché?	Ethereum, Hyperledge Fabric	"Se ci dovremmo lavorare sicuramente proporrei una DLT generale, magari permissioned per le gare d'appalto. Mentre per la gestione logistica di farmaci e dispositivi medici andrei su una Hyperledge o Algorand. Proporrei una soluzione ibrida, ovvero permissioned ma pubblica. In modo tale da mantenere alcuni dati confidenziali e riservati mentre altri dati condivisi per implementare la gestione dell'intero processo."	"Dipende sempre dalle esigenze della struttura, in un settore così complesso come quello ospedaliero al momento direi che le tecnologie più adatte potrebbero essere Hyperledge Fabric o Besu Ethereum, che è la versione Fabric sviluppata da Ethereum."
Lavorate/sviluppate progetti con il settore farmaceutico? (SI - NO)			
SI			
Che tipo di impresa e di quale provenienza?	imprese farmaceutiche, imprese di distribuzione, grossisti	"Si abbiamo in gestione delle blockchain nel settore farmaceutico"	

Quale tecnologia avete applicato	Ethereum, Hyperledge Fabric	"Lavoriamo principalmente con due tipi di blockchain: Hyperledge Fabric, IOTA ed Ethereum."	
Vantaggi tecnologia	Sicurezza, integrità dati, trasparenza, tempo risparmiato, miglioramento performance	"I database di molte industrie farmaceutiche sono deboli e facilmente alterabili, grazie ai sistemi blockchain si fortificano questi dati e quindi si crea un vantaggio competitivo per l'azienda. Inoltre grazie alla blockchain si ha una tracciabilità completa del prodotto in quanto il dato è notarizzato. Questo è possibile per esempio grazie alla tecnologia IOTA che è strategica nel trasporto farmaci in quanto integra soluzioni IoT, lettura di codici RFID e blockchain. I vantaggi di Hyperledge Fabric sono i bassi costi di gestione, come tecnologia è di facile integrazione anche con altri linguaggi, è di facile comunicabilità e comprensione per il cliente ed è integrabile con il public. Il vantaggio di Ethereum invece è che ha un grado alto di sviluppo in quanto quasi tutti i programmatori blockchain scrivono in Solidity (programma utilizzato per scrivere blockchain in Ethereum)".	
Svantaggi tecnologia	Scalabilità, costi elevati di gestione	"Sicuramente uno dei principali svantaggi lo possiamo individuare in Ethereum in quanto presenta alti costi di mantenimento, il costo delle transazioni è proibitivo per le PMI per esempio poiché appunto una transazione è di all'incirca 100 dollari. Un'altro svantaggio potrebbe essere ricondotto alla IOTA in quanto se utilizzati linguaggi differenti per programmare IoT e blockchain a volte i due sistemi trovano difficoltà a dialogare."	
NO			
motivazioni	Diffidenza della tecnologia, mancanza di competenze adeguate nella gestione del software, mancanza di awareness, barriere culturali e geografiche, mancanza di una legislazione appropriata in materia di blockchain		"No non abbiamo alcun cliente che lavori nel settore farmaceutico. Il motivo è che i nostri clienti sono principalmente banche o strutture pubbliche adibite a ricevere pagamenti."
Se potenzialmente ci stareste lavorando quale tecnologia proporreste e perché?	Ethereum, Hyperledge Fabric		"Siccome provengo da una carriera precedente nel settore logistico conosco bene quali siano i problemi del settore farmaceutico. Quindi le direi che come tecnologia andrei a utilizzare Hyperledge Fabric o Besu, come nel caso degli ospedali. Il vantaggio di Fabric è di poter creare canali dedicati e in questo modo ogni singolo attore può gestire la propria mole di dati e di transazioni. Il vantaggio principale di Besu invece è la quantità di sviluppo maggiore, nel senso che se dobbiamo far dialogare tra loro molti attori questa sarebbe la soluzione migliore. Importante è che ogni singolo attore sia in grado di partecipare ed aderire alla blockchain."
Come vede la blockchain tra 5 anni?		"Secondo me la blockchain sarà sempre più pervasiva. Il fenomeno blockchain potrebbe essere paragonato all'inizio di Internet e del World Wide Web. All'inizio c'era la tendenza a diffidare, ma poi dopo 10-15 anni non ci siamo nemmeno accorti di avere tutti sui dispositivi mobili l'accesso immediato a Internet. E ora non ci facciamo nemmeno più caso in quanto è diventata parte della nostra quotidianità."	"Spero di vederla nelle tasche di mia madre, ovvero spero che questa tecnologia diventi di uso quotidiano e soprattutto utilizzata da tutti con estrema semplicità. Vedo che a breve vivremo in modo sempre più decentralizzato e digitale, dove il valore, l'identità e il riconoscimento saranno tre concetti fondamentali che daranno luogo allo sviluppo della blockchain e automaticamente infonderanno fiducia e certezza in questa tecnologia così innovativa. Inoltre credo che l'utilizzo e lo sviluppo della blockchain semplificherà il modo di fare e gestire i contratti come ora lo stiamo facendo."

Tabella 10 "Risposte interviste semi strutturate tecnici blockchain" Tommaso Tiberio 2022

Dalle risposte emergono molti punti comuni. Uno è riscontrato nella risposta potenziale ed è legato al problema della scalabilità, che è un elemento negativo che caratterizza tutte le blockchain pubbliche. Bisogna anche affermare che attualmente si stanno studiando nuove tecniche e nuovi sistemi blockchain che risolvono questa criticità. Un punto comune in favore invece è dato dalla sicurezza e fiducia che infonde questa tecnologia tra i diversi attori partecipanti al network, rendendo conseguentemente le relazioni e le eventuali transazioni più sicure e trasparenti.

E' interessante sottolineare che già molti settori privati si stanno muovendo verso l'adozione della blockchain, in particolare dalle risposte delle interviste si evince che i settori che utilizzano tecnologie blockchain sono il food, wine, fashion e il settore finanziario. Il settore pubblico, in particolare quello sanitario invece è penalizzato, in quanto al momento nessun ente utilizza tecnologia blockchain. Il motivo secondo gli esperti intervistati è che tale istituto non sia ancora pronto ad utilizzare una tecnologia così innovativa e competitiva. Un tema di

particolare interesse emerge sul tipo di tecnologia da utilizzare per il settore sanitario. In entrambe le interviste si parla di HyperLedge Fabric ed Ethereum. Data la rilevanza dell'argomento questi due sistemi di blockchain verranno analizzati nello specifico nel Capitolo IV.

In merito invece al settore farmaceutico l'azienda 1 sviluppa già progetti di blockchain con enti e aziende che lavorano nella supply chain del farmaco, mentre l'azienda 2 non ha clienti nel settore farmaceutico poiché il suo core business sono le banche e gli istituti finanziari. Ad entrambi però si è chiesto quale sia la migliore tecnologia da adottare in questo settore e i risultati prodotti sono principalmente due: il sistema IOTA e il sistema HyperLedge Fabric. Nel Capitolo IV vengono presentate entrambe le tecnologie con relative criticità e vantaggi e successivamente si cercherà di individuare quale sia la soluzione che meglio si adatta a rispondere alle esigenze degli attori coinvolti nella filiera farmaceutica.

3.3.3 Risposte dei provveditori

La figura dei provveditori è fondamentale nella gestione dell'istituto ospedaliero. Essi hanno la responsabilità di acquisire e gestire, dal momento di richiesta di acquisto fino alla pagabilità della fattura, beni e servizi sanitari e non sanitari finalizzati a garantire il funzionamento delle attività e l'erogazione delle prestazioni sanitarie. Ogni attività è svolta in funzione al conseguimento degli obiettivi strategici di programmazione. Nella Tabella 11 vengono presentate le risposte date dai provveditori in merito al funzionamento della supply chain farmaceutica e del potenziale ingresso del sistema blockchain nei processi di approvvigionamento. Nella prima colonna è riportata la domanda sottoposta all'intervistato, nella seconda colonna si trova la risposta potenziale ottenuta dall'analisi della letteratura, mentre nelle ultime due colonne ci sono le risposte date dagli intervistati.

Nella prima parte dell'intervista si cerca di individuare quali siano gli attori coinvolti nel processo, quali siano le maggiori criticità delle gare telematiche e dei sistemi informatici utilizzati e quali casi critici emergono nella gestione di approvvigionamento del farmaco. Nella seconda parte invece si indaga sull'*awareness* dei soggetti intervistati in merito alle potenzialità della blockchain applicate al settore farmaceutico e le potenziali barriere che si incontrerebbero a seguito di un'ipotetica introduzione di questo sistema nell'apparato gestionale ospedaliero.

Domande intervista - dirigenti aziende ospedaliere	Risposta potenziale	Risposta intervistato 1	Risposta intervistato 2
Quali attori sono coinvolti nel processo di acquisto dei farmaci?	Gli stakeholder della filiera farmaceutica possono essere produttori, pazienti, grossisti, farmacisti e ospedali	"Gli attori coinvolti nel processo di approvvigionamento dei farmaci sono sicuramente molti. In riferimento alla nostra regione sicuramente possiamo identificare i principali le organizzazioni regionali come Azienda Zero che gestisce le gare CRAV e la CRITE che autorizza gli acquisti di entità superiore ai 200.000 euro. Poi c'è tutto il settore logistico, ovvero un volta fatta la gara e avvenuta l'aggiudicazione, il trasporto e la ricezione della merce nel magazzino ospedaliero."	"Beh ci sono molti soggetti coinvolti nella catena di approvvigionamento del farmaco. Se partiamo dalle origini ci sarebbero le case farmaceutiche, i distributori e gli intermediari coinvolti nella gestione logistica. Per quanto riguarda invece il settore pubblico abbiamo da una parte la regione con e dall'altra parte le singole aziende ospedaliere."
Quali sono le maggiori criticità o difficoltà che riscontrate nelle gare telematiche?	perdita di informazioni, lunghi tempi di risposta, mancanza di interoperabilità	"Una criticità sicuramente sarebbe da attribuire alle centrali di committenza regionale. Se un prodotto non viene prorogato o vi è una revisione dei prezzi che non viene accettata dal CRAV il problema ricade sulle aziende, e questo diventa una perdita di tempo in quanto, oltre a gestire le nostre gare, dobbiamo anche preoccuparci di cosa non fa il CRAV. Se c'è un problema il CRAV deve risolverlo da solo, se il bando va deserto deve essere indetta un'altra gara. Inoltre le informazioni giungono dal CRAV molto lentamente e frammentate. E quindi bisognerebbe assolutamente implementare i sistemi informativi in quanto ad ora sono diversi tra azienda e azienda. E' necessario un sistema informativo unico per tutti per migliorare l'efficienza nella gestione delle gare."	"Di criticità ce ne sono molte. Innanzitutto il CRAV deve essere più flessibile, con maggiore collaborazione per cercare di essere più allineato con il campo operativo. La CRITE risulta una criticità in termini di tempistiche delle gare in quanto vanno per le lunghe con le istruttorie. Infine un'ulteriore criticità è data dall'uso di software obsoleti per la gestione delle gare e dei dati informatici."
Con quanta frequenza riscontrate ritardi nella consegna dei farmaci?	Uno dei maggiori punti critici della filiera farmaceutica è quello di rispettare i tempi di consegna	"A volte riscontriamo dei ritardi sì, questo è dovuto a molteplici fattori. Una delle cause sicuramente principale è la lentezza decisionale della CRITE, in quanto dobbiamo attendere tempi molto lunghi per l'approvazione."	"Fortunatamente non riscontriamo grossi ritardi, se non che dobbiamo appunto attendere a volte il parere della CRITE prima di procedere con determinati acquisti".
Utilizzate sistemi di tracciabilità del farmaco? Se sì quali	L'utilizzo congiunto di sistemi di cloud computing, blockchain e IoT permetterebbe la tracciabilità di dispositivi medici	"Utilizziamo dei sistemi di tracciamento ma essi non sono sufficienti. Dovrebbero essere implementati i sistemi informativi grazie ai quali avremmo una completa tracciabilità e una trasparenza sull'intero processo di monitoraggio."	"In house non adottiamo dei sistemi informativi di tracciabilità del farmaco, i fornitori ci garantiscono l'arrivo del farmaco secondo le condizioni giuste di contratto con relativa garanzia. Internamente controlliamo che gli ordini corrispondano alle quantità e alle specifiche relative al tipo di farmaco. Il provveditorato fa solo un controllo contrattuale e delle verifiche nel momento in cui il fabbisogno segnalato dalla farmacia si avvicina troppo velocemente alle soglie di budget massime previste."
Considerereste utile per voi avere un monitoraggio completo della distribuzione del farmaco?	Grazie all'inserimento di informazioni e dati su blockchain di otterrebbe un monitoraggio completo	"Come dicevo prima, sì assolutamente".	"Sicuramente sì, sarebbe molto utile per poi poter gestire il magazzino in maniera efficiente, però siamo a carenza di personale e il poco personale che abbiamo non ha le competenze adeguate per gestirlo"
Avete mai riscontrato casi di farmaci contraffatti? Se sì di che tipo	Un'altro grande problema è la diffusione di farmaci contraffatti	"No, non abbiamo mai riscontrato casi di questo tipo."	"No, mai successo."
da una scala da 1 a 5 come valutereste i vostri sistemi informativi per la gestione dei farmaci?		2	1
Criticità che riscontrate con le tecnologie attuali e sistemi informativi in uso		"Bisognerebbe uniformare il sistema informatico, in modo tale da migliorare la raccolta e l'informatizzazione dei dati. I sistemi informativi aggiornati permetterebbero di avere più trasparenza dal punto di vista inventariale."	"Rinnovare i sistemi informativi e implementare le funzioni del software SIO"
E' a conoscenza delle potenzialità della blockchain e le possibili applicazioni al settore farmaceutico?	Trasparenza, fiducia, sicurezza, tracciabilità, integrità dati, confidenzialità, velocità e ottime performance nella gestione dei dati	"Non sono un'esperta su questi temi, ma ne ho sentito comunque parlare."	"Ne ho sentito parlare sì, sembra una tecnologia molto innovativa"

Se decideste di investire in questa tecnologia che tipo di barriere vi aspettereste di trovarvi di fronte?	Diffidenza della tecnologia, mancanza di competenze adeguate nella gestione del software, mancanza di awareness, barriere culturali e geografiche, immaturità della tecnologia, mancanza di una legislazione appropriata in materia di blockchain	"Vista la moltitudine di stakeholders coinvolti ci sarebbero sicuramente molte barriere. Una di sicuro è l'arretratezza dei nostri sistemi informatici incapaci di gestire una tecnologia del genere. Inoltre dovremo cercare personale con le competenze adeguate per sviluppare un programma del genere e formare il personale interno per la gestione dell'applicativo e credo non sia semplice. La Pubblica Amministrazione va a rilento e stenta ad essere pro attiva di fronte a cambiamenti così radicali. Un'altra barriera consistente credo sia la mancanza di una legislazione adeguata al caso specifico che regoli gli aspetti gestionali e contrattuali."	
In una scala da 1 a 5 quanto difficile valuterebbe l'utilizzo della tecnologia BC nel settore pubblico, in particolare nel settore sanitario? (1 = per niente; 2 = poco, 3 = mediamente, 4 = abbastanza 5 = molto)	Mancanza di un'adeguata conoscenza della tecnologia e arretratezza degli apparati informatici ospedalieri	5	4
In una scala da 1 a 5 quanto vantaggioso valuterebbe l'introduzione della BC all'interno dei processi di approvvigionamento dei farmaci? (1 = per niente; 2 = poco, 3 = mediamente, 4 = abbastanza, 5 = molto)	Monitoraggio costante e tracciabilità dei farmaci	3	2
Come vede la digitalizzazione dei processi di acquisto fra 5 anni?		"Sicuramente vi sarà un implemento delle gare telematiche e spero anche un maggior accentramento nei processi di acquisto con logiche sempre più volte alla programmazione strategica degli investimenti."	"I sistemi telematici di gara verranno sempre più utilizzati con logiche di centralizzazione, il ruolo delle centrali di committenza in questo caso sarà fondamentale. E sicuramente il fattore della digitalizzazione sarà un elemento chiave nel futuro"

Tabella 11 "Risposte interviste semi strutturate dirigenti aziende ospedaliere" Tommaso Tiberio 2022

In merito agli stakeholders coinvolti vengono individuati come primari la regione con Azienda Zero e la CRITE, la Commissione Regionale in Investimenti Tecnologia ed Edilizia. Come attori secondari possono essere individuati i magazzini ospedaliero e le imprese logistiche di trasporto farmaci.

Per quanto riguarda le criticità emergono alcuni punti di forte interesse. Innanzitutto un problema comune riguarda le centrali di committenza, in particolare il CRAV. A causa dell'arretratezza degli strumenti informatici la gestione delle gare telematica non è efficiente e questo crea disfunzioni nell'azienda ospedaliera. Inoltre anche l'istituto CRITE genera situazioni di malcontento in entrambe le aziende. Nel momento in cui la CRITE deve approvare un determinato acquisto, essa presenta una certa lentezza decisionale nel processo di istruttoria. Questo rallenta conseguentemente la gestione e l'acquisizione dei prodotti farmaceutici delle aziende ospedaliere.

Un'ultima grande criticità è l'obsolescenza degli strumenti informatici utilizzati da entrambe le aziende. Si può sottolineare la necessità per entrambe di uniformare i sistemi informatici creando un database unico al fine di migliorare la raccolta e l'informatizzazione dei dati.

Un elemento positivo invece è il mancato caso di farmaci contraffatti. Casi di farmaci contraffatti fortunatamente in Italia non ci sono poiché la Sanità è soggetta a rigidi controlli da parte del governo italiano. Negli Stati Uniti o nei paesi in via di sviluppo questo accade invece molto più spesso poiché i farmaci hanno un costo spropositato o perché sono di difficile reperibilità.

Per quanto riguarda la percezione sulla blockchain in entrambi i casi purtroppo esiste poca cognizione in relazione alle potenzialità della tecnologia applicata al settore della supply chain. Questo risulterebbe assieme ad altri fattori sicuramente una barriera. Gli altri fattori che contribuiscono ad impedire l'introduzione della blockchain possono essere la numerosità degli stakeholders partecipi al processo di approvvigionamento dei farmaci, l'arretratezza dei sistemi informatici, l'assenza di un database unico e se la blockchain fosse utilizzata la

mancanza di personale tecnico adibito alla gestione di questa tecnologia. Inoltre per entrambi gli intervistati sembra che l'introduzione della blockchain nei sistemi di approvvigionamento dei farmaci non sia un investimento così tanto vantaggioso.

Ciò che però resta di comune principio è la consapevolezza che nel prossimo futuro la digitalizzazione dei processi di approvvigionamento, in particolare l'implementazione delle gare telematiche, sarà un punto cruciale e di grande sviluppo.

4.1.3 Risposte dei responsabili logistici delle industrie farmaceutiche

In questa ultima analisi sono stati intervistati una responsabile di un'azienda che si occupa di logistica e trasporto farmaci e il Chief Technology Officer di un'azienda farmaceutica. Nella prima parte dell'intervista si è cercato di individuare quali siano gli attori coinvolti nella filiera farmaceutica, le criticità della distribuzione e il livello di efficienza dei sistemi informatici impiegati per la gestione e distribuzione dei farmaci. Infine si indaga se entrambe le aziende operano con sistemi blockchain e, nel caso in cui non lo facessero, si chiede se avessero intenzione di investire in questa tecnologia e che tipi di criticità sperino di risolvere. Come nelle precedenti tabelle nella prima colonna è riportata la domanda sottoposta agli intervistati, nella seconda colonna è riportata la risposta potenziale ed infine nelle ultime due colonne sono riportate le risposte.

Domande intervista - responsabile logistica imprese farmaceutiche	Risposta potenziale	Risposta intervistato 1	Risposta intervistato 2
Che ruolo e che mansioni ricopre all'interno dell'istituzione/organizzazione?		"Sono la responsabile e coordinatrice del settore logistico del settore farmaceutico."	"Sono il CTO dell'azienda"
Quali attori/stakeholders sono coinvolti nel processo di produzione e poi di distribuzione del farmaco?	Gli stakeholder della filiera farmaceutica possono essere produttori, pazienti, grossisti, farmacisti e ospedali	"Noi come azienda ricopriamo il ruolo di trasportatori, lavoriamo con i fornitori quali grossisti e case farmaceutiche, e i nostri clienti finali sono ospedali e case di cura principalmente della regione Veneto. Inoltre forniamo servizio di trasporto per una grossa casa farmaceutica e ricopriamo tutto il Nord d'Italia compresa la Toscana."	"La nostra azienda produce farmaci, in particolare siamo specializzati nella produzione di farmaci di classe A ed H. Ci interfacciamo con grossisti e depositari, ovvero coloro che gestiscono i magazzini dove vengono depositati i farmaci e successivamente l'impresa logistica di occupa della distribuzione."
Quali sono gli aspetti critici della distribuzione?	Rispettare i tempi di consegna, monitoraggio completo della distribuzione del farmaco, tracciabilità del farmaco, diffusione di farmaci contraffatti, monitoraggio temperatura frighi	"Per noi l'aspetto più critico è sicuramente garantire una tracciabilità delle temperature costante e continua. Attualmente abbiamo poca trasparenza dei dati per i nostri clienti. Nel senso, siamo noi a fornire il monitoraggio delle temperature e inviamo la documentazione necessaria via email utilizzando pdf o fogli excel. Chiaramente si capisce, questi formati sono facilmente alterabili, quindi credo che questo sia un forte punto debole. Quindi per garantire l'autenticità e la garanzia dei nostri prodotti, abbiamo creato un database condiviso con i nostri clienti in modo tale che anche essi possano visualizzare istantaneamente lo stato dell'ordine, con le informazioni relative a stato di trasporto e temperature."	"Noi come produttori garantiamo sempre il top della gamma, o meglio cerchiamo di fare del nostro meglio. Una criticità forse che ho riscontrato maggiormente è la mancanza o meglio l'obsolescenza degli strumenti informatici da parte di alcuni enti. Soprattutto se questi enti sono a partecipazione pubblica. I nostri sistemi trovano difficoltà a dialogare e se cerchiamo di puntare all'innovazione troviamo degli ostacoli. In quanto appunto la filiera farmaceutica è molto articolata e presenta una molteplicità di stakeholder coinvolti."
Avete mai riscontrato problemi con i sistemi di pagamento delle transazioni bancarie? Sei sì quali?	Le transazioni possono avvenire in modo intelligente tra le sole parti interessate escludendo terze parti. Le soluzioni blockchain possono prevenire la "doppia spesa" e garantire in questo modo che le transazioni vengano addebitate da un conto e accreditate su un conto diverso senza il rischio che gli stessi fondi vengano allocati più di una volta.	"Che io sappia no. forse qualche volta è potuto succedere in quanto ci sono stati dei ritardi di pagamenti a causa delle banche, ma è un cosa di cui si occupa l'amministrazione."	"No, non credo. Forse ritardi nei pagamenti da parte di qualche cliente o fornitore ma problemi di pagamento dovuti ai sistemi bancari no."

Con quali strumenti informatici gestite gli ordini?		"In azienda utilizziamo principalmente due software uno è impiegato dall'amministrazione per l'emissione, la catalogazione e l'archiviazione di fatture, l'altro che utilizziamo noi della logistica è il TMS (Transport Management System). Attualmente il programma ci viene dato in concessione, ma da qualche tempo abbiamo deciso di sviluppare un nostro software di sistema in quanto ogni ente e cliente ha esigenze diverse e quindi dobbiamo rispondere alle loro esigenze in maniera pro attiva."	"Prima che arrivassi qui avevamo un sistema informatico in concessione della Oracle, ora abbiamo sviluppato un software interno per la gestione degli ordini, dei pagamenti e della tracciabilità del prodotto. In particolare assieme a un'azienda trasportatrice con la quale collaboriamo abbiamo sviluppato un'applicazione che in tempo reale monitora il trasporto dei farmaci. Questo lungo lavoro di progettazione e sviluppo ci è costato tempo e denaro ma alla fine il risultato è molto utile sia per noi che per i nostri clienti."
Utilizzate sistemi digitali/informatici di controllo e monitoraggio? Se sì quali?		"Utilizziamo il TMS: il Transport Management System fornito da Oracle."	"Utilizziamo un software sviluppato da noi con tecnologia IoT, in cui sono inclusi il tracciamento dati grazie all'uso dell'RFID."
Riscontrate criticità con gli attuali sistemi? Se sì quali?		"Una delle criticità maggiori è di risolvere le lacune legate soprattutto al monitoraggio delle temperature. Attualmente è richiesto non solo il monitoraggio dei frighi durante il trasporto, ma è richiesto anche un monitoraggio della temperatura e della tempistica nel momento in cui il farmaco entra e viene caricato nel furgone e nel momento in cui esso arriva nell'ospedale e viene fisicamente trasportato e collocato nel magazzino. Attualmente i nostri software non sono in grado ancora di generare questo tipo informazioni e condividerle ai nostri clienti."	"Attualmente le criticità che ho notato sono nei sistemi utilizzati da altre aziende. Soprattutto ci sono alcune compagnie logistiche di trasporto farmaci che non hanno un sistema adeguato di monitoraggio delle temperature. Utilizzano sistemi informatici obsoleti e quindi questo comporta grossi problemi a tutti gli stakeholders coinvolti."
E' a conoscenza delle potenzialità della blockchain per il settore farmaceutico?	Trasparenza, fiducia, sicurezza, tracciabilità, integrità dati, confidenzialità, velocità e ottime performance nella gestione dei dati	"Non sono un'esperta a riguardo, quello che so della blockchain è che viene utilizzata per pagamenti e trasferimenti monetari. Non ero a conoscenza delle potenzialità come strumento di raccolta dati."	"Assolutamente sì, conosco la tecnologia e le sue potenzialità nel settore farmaceutico."
Utilizzate già tecnologia blockchain? (SI - NO)		"No, attualmente non utilizziamo tecnologia o sistemi blockchain."	"Ci stiamo lavorando"
SI			
Quale tecnologia e da quanto tempo la utilizzate?	Ethereum, Hyperledge Fabric		
Pro riscontrati	Sicurezza, integrità dati, trasparenza, tempo risparmiato, miglioramento performance		
Contro riscontrati	Scalabilità, costi elevati di gestione		
NO			
motivazioni	Diffidenza della tecnologia, mancanza di competenze adeguate nella gestione del software, mancanza di awarness, barriere culturali e geografiche, immaturità della tecnologia, mancanza di una legislazione appropriata in materia di blockchain	"Sinceramente il motivo per cui non la utilizziamo è perché non ne abbiamo ancora sentito parlare. Anche i nostri clienti e fornitori credo non la utilizzano. Noi cerchiamo di adeguarci alle richieste di mercato e fino ad ora la blockchain non ha mai avuto così grande rilevanza nel nostro settore."	
Investirete in BC? (SI - altre tecnologie - no)			
si			
quali criticità sperate di risolvere?	farmaci contraffatti, tempistiche, monitoraggio distribuzione	"Viste le molteplici potenzialità direi di sì soprattutto per il valore aggiunto che andremmo ad aggiungere non solo alla qualità del prodotto ma anche verso una maggiore fidelizzazione del cliente, ma aspetterei. Nel senso aspetterei che questa tecnologia venga implementata e migliorata. Questo perché nel momento in cui decidessimo di investire in questo sistema andremo a spendere sicuramente di meno."	"Stiamo lavorando assieme a un'azienda IT per sviluppare un sistema in HyperLedge Fabric per la produzione e il trasporto dei farmaci. Le criticità che speriamo di risolvere sono di implementare determinati aspetti della produzione. Per esempio puntiamo ad avere uno storico dei dati relativo a tutte le composizioni chimiche contenute nei prodotti, per il trasporto invece puntiamo a introdurre alcuni sistemi di smart contract per implementare e migliorare i rapporti con fornitori e clienti. Il progetto spero vada avanti e veda la sua conclusione. Però come sempre non dipende solo da noi. Riscontriamo molte situazioni di stallo e di blocco in quanto alcuni partner non hanno gli strumenti informatici adatti per l'utilizzo della blockchain e purtroppo non sono ancora pronti per questo cambiamento così repentino."
altre tecnologie			
Quali?	IoT, AI		
quali criticità sperate di risolvere?	Tracciabilità e trasparenza prodotti, monitoraggio e controllo spedizioni		
no			
motivazioni	Diffidenza della tecnologia, mancanza di competenze adeguate nella gestione del software, mancanza di awarness, barriere culturali e geografiche, immaturità della tecnologia, mancanza di una legislazione appropriata in materia di blockchain		
Come vede la supply chain del farmaco tra 5 anni?		"Secondo me ci sarà un maggiore digitalizzazione dei processi e un miglioramento nella gestione delle tempistiche. La ricerca di nuove tecnologie e applicazioni contribuirà a rendere la supply chain estremamente competitiva."	"Tra 5 anni spero ci sia una maggiore digitalizzazione consapevole, nel senso spero che vi sia una presa di coscienza da parte di tutta la società nel comprendere che la digitalizzazione dei processi di approvvigionamento diventerà una prerogativa assoluta. Ma questo non deve significare spendere inutilmente in tecnologie di cui alla fine non me ne faccio nulla. Spero che la mentalità cambi in positivo e vi sia appunto una scelta razionale nell'uso della tecnologia."

Tabella 12 "Risposte responsabili logistica delle imprese farmaceutiche" Tommaso Tiberio 2022

Nella *Tabella 12* soprastante è possibile osservare molti punti comuni e di condivisione da entrambi gli intervistati. Innanzitutto gli stakeholders coincidono con quelli rilevati dall'analisi della letteratura. In particolare sono identificati come stakeholders principali le case produttrici farmaceutiche, i grossisti, i depositari, le imprese di trasporto ed infine i clienti finali, in questo caso quindi ospedali e case di cura. Le principali criticità osservate sono una legata all'aspetto del monitoraggio continuo e costante della temperatura dei farmaci. L'altro è legato all'obsolescenza di alcuni sistemi informatici utilizzati da stakeholders esterni, ovvero da fornitori e collaboratori partecipanti al processo di fornitura dei farmaci.

Per la gestione dei dati vengono impiegati due sistemi differenti: nell'azienda trasportatrice è utilizzato il TMS (Transport Management System) mentre l'azienda farmaceutica ha sviluppato assieme un'altra azienda partner un sistema in house di tracciabilità dei farmaci utilizzando la tecnologia IoT. Hanno sviluppato un software che grazie all'uso combinato di lettori RFID e un database di raccolta dati, permette di monitorare il trasporto del farmaco dal momento in cui esso viene impacchettato e caricato sul furgone fino al punto di scarico e di raccolta nel magazzino ospedaliero.

In merito alle conoscenze sulle potenzialità della blockchain, la responsabile dell'azienda logistica non ne è al corrente e al momento non crede ci sia la possibilità di un potenziale investimento in questo sistema in quanto le richieste del mercato sono differenti e non è stata rilevata alcuna necessità da parte di clienti o fornitori.

Il CTO dell'azienda farmaceutica invece è a conoscenza della tecnologia e sta sviluppando un progetto basato su sistema blockchain in collaborazione con un'azienda specializzata in IT. Stanno lavorando a un progetto basato su un tipo di blockchain denominato Hyperledge Fabric. Nel capitolo IV verrà presentato questo sistema blockchain con relativi vantaggi e criticità. L'obiettivo spiega il CTO è di risolvere due importanti problemi: uno relativo alla produzione, uno relativo alla gestione degli ordini e dei pagamenti. In relazione alla produzione l'obiettivo è di avere uno storico dei dati relativo a tutte le composizioni chimiche contenute nei prodotti, mentre in relazione agli ordini e ai pagamenti si punta ad introdurre il sistema degli smart contract al fine di implementare i rapporti tra clienti e fornitori.

Gli aspetti intricati di questa implementazione sono da imputare ai numerosi stakeholders della filiera farmaceutica e ai software da loro impiegati. Riportando le parole del CTO "L'innovazione attraverso la blockchain deve essere un processo in cui tutti gli attori coinvolti si impegnano a cambiare il modo di pensare e di gestire il loro lavoro quotidiano. Al fine di ottenere un ottimo risultato serve lo sforzo e la partecipazione di tutta la filiera farmaceutica."

Nel paragrafo successivo vengono introdotti i tre sistemi blockchain in grado di rispondere alle esigenze degli stakeholders intervistati. Il capitolo si conclude con la discussione dei risultati ottenuti rispondendo ai tre quesiti centrali della tesi.

4.3 Tecnologie blockchain da adottare

In questa seconda parte del capitolo vengono presentati i tre sistemi blockchain che rispondono alle esigenze degli stakeholders intervistati e meglio risolvono le criticità del settore dell'approvvigionamento farmaceutico. Per ogni blockchain vengono presentate le caratteristiche e funzionalità principali con relativi vantaggi e svantaggi. Le tre blockchain qui proposte sono: Hyperledger Fabric, Ethereum e IOTA.

L'ultima parte di questo capitolo conclusivo è dedicato a rispondere alle tre domande core di questa tesi ovvero:

- **Quali sono le vere barriere che la blockchain potrebbe incontrare se applicata al settore sanitario della regione Veneto e in particolare al settore della supply chain del farmaco?**
- **Quale tipo di blockchain o combinazione di più tecnologie potrebbe essere più appropriata al settore della supply chain del farmaco?**
- **Quali sono i vantaggi e benefici che questa tecnologia apporterebbe agli attori della supply chain del farmaco?**

4.3.1 Hyperledger Fabric

Il sistema Hyperledger Fabric è un tipo di piattaforma blockchain permissioned pensata e creata per rispondere alle esigenze delle aziende. E' stata creata nel 2015 dalla Linux Foundation con l'aiuto di alcuni big dell'High Tech come IBM e Intel. Gli smart contract in Hyperledger Fabric vengono denominati ChainCode e possono essere scritti in più linguaggi come Java, NodeJs e GoLang.

L'architettura Hyperledger Fabric si costituisce di clienti peers, il Certification Authority, il Couch DB che è il database di raccolta dati, l'ordine e il ChainCode ovvero lo smart contract. Ogni micro servizio è contenuto in un container chiamato docker, ogni docker è interconnesso a un altro docker grazie a delle chiavi di riconoscimento pubbliche che adottano il sistema crittografico di consenso PBFT (Practical Byzantine Fault Tolerance). Nella *Figura 11* viene rappresentato il meccanismo di transazione economica offerto dal sistema Hyperledger.

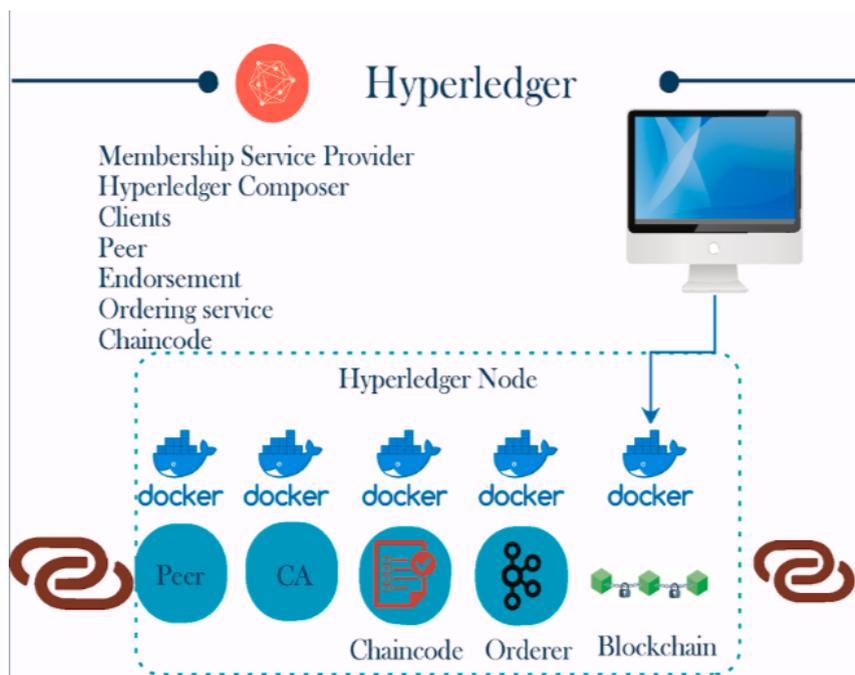


Figura 12 tratta da "Survey on blockchain based smart contracts: Applications, opportunities and challenges" di T. Hewa et al. 2021

Il sistema Hyperledger si fonda sulle relazioni di tre attori principali: il client - peer, la Certification Authority e l'ordine. Il client esegue lo smart contract, il Certification Authority gestisce la vera e propria blockchain e convalida la transazione ChainCode che andrà ad aggiungersi alla blockchain. Come è possibile osservare ogni client, ogni Certification Authority, ogni smart contract e a cui è legato ciascun ordine eseguito dal peer-client sono identificati in ogni singolo docker e il docker finale che racchiude l'insieme di blocchi con i vari dati viene letto dal provider finale. (T. Guggenberger et al. 2021) Questo sistema presenta molti vantaggi e come tutti i sistemi anche alcune lacune e criticità.

Vantaggi

I vantaggi principali che presenta questo sistema sono i seguenti:

- Il sistema blockchain permissioned: essendo Hyperledger Fabric un tipo di blockchain privata questo garantisce agli utenti interoperabilità nella gestione delle informazioni, in particolare possono decidere quali nodi (docker) gestire garantendo automaticamente la loro privacy. Questo per esempio non può avvenire in una blockchain pubblica in quanto i dati e le transazioni sono rese pubbliche e visibili da tutti i partecipanti.
- Diverse modalità di consenso: il sistema Hyperledger offre diversi meccanismi di integrazione al consenso, questo favorisce gli utenti in termini di flessibilità.
- Nessun costo di transazione: questo sistema è particolarmente vantaggioso per gli utenti in quanto non esistono costi di transazione. In particolare esso risulta essere molto più economico rispetto ad Ethereum.

- Diversi linguaggi di programmazione utilizzati per scrivere i ChainCode: una delle caratteristiche positive è il fatto che gli smart contract di Hyperledger si possano scrivere in più linguaggi. Questo fa sì che ci sia una maggiore flessibilità di integrazione con applicazioni differenti (Java, NJs e GoLang).
- Architettura “micro service”: la caratteristica micro service ovvero la connessione diretta tra peer - CA - chaincode, garantisce un tipo servizio smart contract ideale per le aziende che vogliono adottare questo nuovo sistema innovativo per eseguire pagamenti o ordini merceologici. (T. Hewa et al. 2021)

Criticità

Le poche criticità che presenta Hyperledger Fabric invece sono le seguenti:

- Non avere una criptomoneta identificativa: la tecnologia Hyperledger non ha alcuna criptomoneta ad essa associata. Se richiesta, questa deve essere sviluppata nello smart contract. Questa risulta essere una grossa criticità in termini di pagamento, in quanto vi è un grosso lavoro a monte di sviluppo integrato dello smart contract per includere la criptomoneta. Questo tipo di lacuna però non si presenta nel momento in cui Hyperledger viene utilizzato come registro di dati.
- Complessità nella distribuzione: Ancora troppe poche aziende ed imprese utilizzano questa tecnologia, quindi è difficile da proporre. Inoltre un'ulteriore criticità è di trovare bravi sviluppatori che sappiano far dialogare due sistemi Hyperledger scritti in due linguaggi differenti.
- Immaturità della tecnologia: la tecnologia nata nel 2015 è ancora in fase di sviluppo e deve essere perfezionata al fine di implementare ancora di più i settori in cui essa viene utilizzata. (T. Hewa et al. 2021)

4.3.2 Ethereum

Il sistema Ethereum è stato sviluppato da Vitalik Buterin a inizio 2013 e nel luglio 2015 la piattaforma è uscita online. Ethereum è una blockchain decentralizzata open source con smart contract integrati. Nella *Figura 12* sono rappresentati gli elementi caratteristici di questo sistema di blockchain. La criptomoneta ad essa associata è l'ETH, ad ora 1 ETH corrisponde a 1.202 \$. In ordine di sviluppo e valore economico Ethereum è secondo al Bitcoin. Gli smart contract in Ethereum sono scritti utilizzando il programma Solidity, il quale è un programma figlio di C++.

La caratteristica principale di Ethereum è quella di eseguire smart contract tra due o più parti e per far ciò opera su due token principali: l'ERC-20 ed ERC-721 i quali sono due token notarizzati che servono come “chiave” di accesso per attivare ed eseguire uno smart contract. L'Ethereum Gas è l'unità per misurare le spese generali di calcolo nell'esecuzione di contratti intelligenti. Il costo di Ethereum Gas è il valore monetario che l'utente deve spendere per l'esecuzione di un contratto intelligente. Attualmente i costi di gestione sono molto alti, una transazione costa ad un utente in media 100 \$. (G. Chiap et al., 2019)

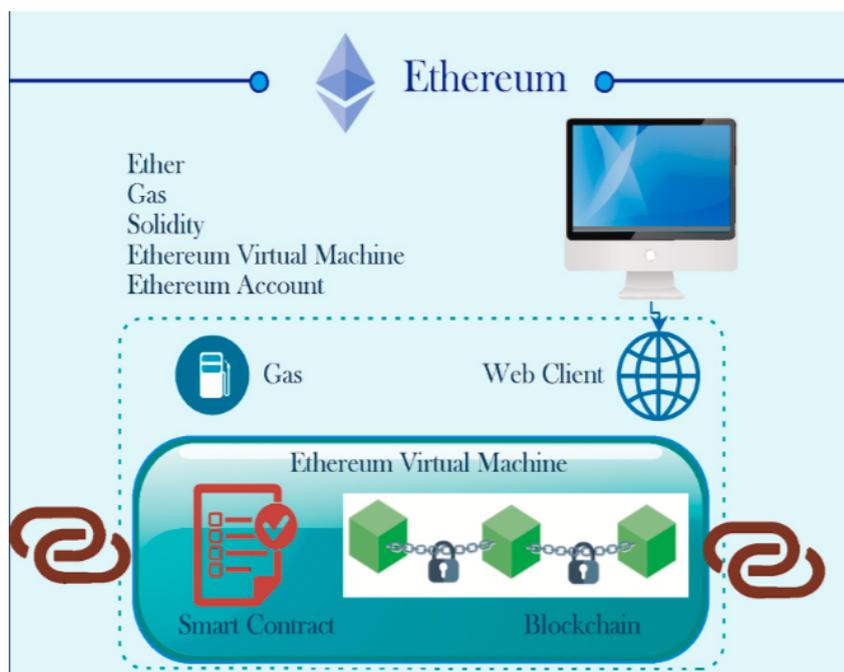


Figura 13 tratta da “Survey on blockchain based smart contracts: Applications, opportunities and challenges” di T. Hewa et al. 2021

L'Ethereum Virtual Machine è l'ambiente all'interno del quale viene eseguito uno smart contract. Una virtual machine è un software che contiene al suo interno un sistema operativo completamente integrato. Tale software garantisce che ogni contratto venga eseguito nello stesso modo su ogni full node, in un ambiente isolato e sicuro.

Vantaggi

I benefici che questa tecnologia può portare sono i seguenti:

- Sistema open source: il fatto di essere una piattaforma open source dà la possibilità di scrivere gli smart contract utilizzando un codice univoco. Questo migliora e semplifica il lavoro allo sviluppatore, rendendo questa blockchain una delle più utilizzate al mondo.
- Una consistente comunità di sviluppatori: Una delle conseguenze di essere una blockchain pubblica è ovviamente il fatto di essere seguita e conosciuta da un ampio pubblico. La community infatti si scambia opinioni, consigli e idee direttamente sul sito di ethereum.org. Vengono caricati quotidianamente nuovi contenuti, con spiegazioni e video tutorial per chi si avvicina al mondo della blockchain e vuole iniziare a programmare smart contract con Solidity.
- Possibilità di avere sia la modalità pubblica che privata: un ulteriore punto a favore per Ethereum è di passare alla modalità privata senza problemi. L'architettura privata Ethereum si chiama Quorum ed è utilizzabile da entrambi gli utenti, ovvero sia da coloro che operano su blockchain pubblica che su blockchain privata.

- Avere una criptomoneta identificativa: Avere una criptomoneta identificativa comporta unità, trasparenza e la possibilità di entrare in un mercato finanziario generando profitti per investitori e trader.

Criticità

Le criticità presenti in Ethereum sono molteplici. Ecco le principali:

- La poca scalabilità del ledger pubblico: l'accumulo continuo di dati in Ethereum può generare spiacevoli conseguenze non solo per l'azienda che la utilizza ma anche per l'ambiente. Affinché un sistema poco scalabile possa continuare a funzionare, si richiede un grande quantitativo energetico, questo comporta un aumento di costi per l'utente utilizzatore e conseguentemente un approccio poco etico verso l'ambiente.
- Tempo di approvazione per la transazione: In molti casi la transazione non è immediata a causa dell'accumulo di dati. Affinché una transazione di pochi ETH venga approvata purtroppo bisogna attendere molti minuti.
- Costi di transazione: Come si diceva poc'anzi le commissioni eseguite su Ethereum sono molto alte, circa 100\$ a commissione. Se un'azienda deve eseguire tanti pagamenti questa cifra è insostenibile. Ciò che gli sviluppatori e i responsabili blockchain attendono è l'arrivo di Ethereum 2.0, un nuovo sistema che semplifichi i sistemi di commissione e renda la transazione più abbordabile. Il costo così alto del gas è dovuto anche alla speculazione finanziaria dei crypto trader.
- Unico linguaggio di programmazione: il programma in cui vengono scritti gli smart contract di Ethereum è Solidity. E' una criticità in quanto limita il campo di intervento da parte di sviluppatori esperti in altri linguaggi di programmazione.
- Limitazioni di integrazione: un grosso problema di Ethereum è che non dialoga con altri sistemi o tecnologie di IoT o AI. (T. Hewa et al. 2021)

4.3.3 IOTA

La tecnologia IOTA è una “non-blockchain” basata su un ledger distribuito open source con smart contract integrati che è stata pensata e creata per far dialogare oggetti dell'IoT. E' possibile utilizzare più linguaggi di programmazione per sviluppare smart contract con IOTA, infatti sono utilizzati molto spesso Java, Javascript, C++ e Python.

La caratteristica principale di IOTA è di non essere una vera e propria blockchain, in quanto essa si fonda su una struttura chiamata Tangle. Il Tangle in termini specifici è un grafo aciclico diretto, cioè la tecnologia IOTA per funzionare non utilizza miners per validare le transazioni ma è il sistema stesso che valida la transazione. Il tangle prima di confermare una transazione deve validare altri due nodi. Questo risolve il problema della scalabilità tipico della blockchain, in quanto all'aumentare del numero di transazioni, aumenta il numero di transazioni validate. Nella blockchain tradizionale invece questo non avviene, poiché l'inserimento costante di un blocco alla blockchain è di fatto un ostacolo per le prestazioni del network. Questo tipo di blockchain risulta essere molto efficiente ed efficace nei contesti di supply chain, in quanto riesce a mettere in contatto più device di IoT, registrare le loro

informazioni e trasmettere i dati su più database. Come molte blockchain questa tecnologia presenta grandi vantaggi ma ancora molte criticità.

Vantaggi

I vantaggi che questa tecnologia offre sono:

- Abbinare blockchain ed IoT: uno dei punti cardine di questo sistema è di riuscire a combinare sistemi di IoT come tecniche RFID, Bluetooth e WiFi in maniera tale da farle interagire tra loro registrando i risultati ottenuti dall'elaborazione dei dati.
- Diversi linguaggi di programmazione utilizzati: altro vantaggio è che IOTA ha una certa versatilità nei linguaggi di programmazione. Questo rende possibile a molti sviluppatori di programmare in IOTA utilizzando C++, Java o Python.
- Prodotto infinitamente scalabile: IOTA risolve uno dei più grandi problemi della blockchain, ovvero la scalabilità. Grazie al Tangle infatti IOTA non presenta problemi di accumulo dati.
- Costi limitati: Un'ulteriore punto a favore è dato dall'assenza di costi di transazione in quanto il sistema Tangle non adotta miners.

Criticità

- Immaturità della tecnologia: Uno dei più grossi problemi è l'immaturità del sistema IOTA che non garantisce sempre gli stessi benefici tipici di una DLT, ovvero decentralizzazione, distribuzione, immutabilità e fiducia.
- Poco sicura: il Tangle si dimostra essere una preda molto ambita da hacker e pirati informatici. Infatti la tecnologia è stata lanciata online nel 2016 con la propria criptovaluta ed ha subito numerosi attacchi a causa del sistema Tangle il quale è appunto poco sicuro e non garantisce una protezione adeguata. Appena nel 2021 è stato lanciato IOTA 2.0 che in parte risolve questo problema di sicurezza ma non garantisce la protezione assoluta da attacchi gestiti in combinata. Per questo motivo persiste una certa diffidenza soprattutto dal top management nell'utilizzo di questo sistema. (L. Gerrits, 2020)

4.4 Discussione e confronto dei risultati relativi alle barriere

A seguito delle interviste effettuate sono stati ottenuti alcuni risultati molto importanti. In questo paragrafo si cerca di dare risposta alla prima domanda, ovvero si individuano quali siano le barriere contro le quali lo sviluppo della blockchain potrebbe andare in contro. Per i responsabili della logistica farmaceutica e i provveditori una grande barriera è data dall'**obsolescenza degli strumenti informatici** utilizzati dagli stessi attori e da altri stakeholders coinvolti nella catena di approvvigionamento del farmaco. Questo è un fattore di blocco in quanto impedirebbe l'implementazione dei mezzi informatici e conseguentemente l'impossibilità di gestione della blockchain. Ulteriori punti emersi di interesse legati alle barriere sono riscontrabili dalle risposte dei tecnici blockchain, in particolare forti barriere sono la difficoltà a **reperire bravi sviluppatori** che sappiano programmare una blockchain e scrivere i codici relativi agli smart contract. Uno scoglio da superare è **la diffidenza da parte di ancora molti imprenditori e manager nell'utilizzare una blockchain pubblica** su un ledger distribuito per "paura" di diffondere nella rete determinate informazioni o dati. Infine una barriera ancora persistente è la percezione **dell'assenza di una legislazione unitaria** che regoli il funzionamento dello smart contract e tuteli gli utenti all'utilizzo di questo mezzo così innovativo.

La legislazione in merito agli smart contract esiste, infatti in Italia il Decreto Semplificazioni ha introdotto la regolamentazione dell'utilizzo degli smart contract. Nell'articolo 8-ter del D.L. 14 dicembre 2018, n. 135, convertito in legge con L. 11 febbraio 2019, n. 12 si legge: "Si definisce "smart contract" un programma per elaboratore che opera su tecnologie basate su registri distribuiti e la cui esecuzione vincola automaticamente due o più parti sulla base di effetti predefiniti dalle stesse". Sempre l'articolo 8 afferma che gli smart contract soddisfano il requisito della forma scritta previa identificazione informatica delle parti interessate.

Purtroppo tale legge non viene percepita come esistente o meglio, vista la mancanza di awareness e conoscenza in relazione alla blockchain, viene percepita come mancante e lacunosa.

4.5 Quale tecnologia adottare per il settore degli approvvigionamenti farmaceutici e quali sono i benefici per la collettività?

In questo ultimo paragrafo si discutono i risultati ottenuti dalle interviste e si punta a dare una risposta alle ultime due domande core di questa tesi. In relazione alla seconda domanda, ovvero quale sia la tecnologia migliore da adottare nel settore della supply chain farmaceutica, la risposta è dipende. Dipende poiché ogni struttura ospedaliera e ogni attore coinvolto nella filiera farmaceutica ha diverse esigenze e problemi da risolvere. La combinazione di più tecnologie blockchain sarebbe l'ideale per tutti gli attori. Per le industrie farmaceutiche, i grossisti e i distributori sicuramente la blockchain migliore da adottare sarebbe **IOTA** o **Hyperledger Fabric**. La tecnologia IOTA è perfetta in quanto permette di far dialogare i sistemi di IoT e registrare le variazioni di dati sulla blockchain. Hyperledger invece risulta essere estremamente efficace nel momento in cui rientrano le modalità di pagamento della merce, quindi sarebbe uno strumento strategico se adottato da ospedali e enti

regionali per la gestione, programmazione e successivamente acquisto di prodotti ospedalieri, inclusi anche i farmaci. Il passaggio nell'introdurre la blockchain in settori pubblici non è semplice e attualmente vi sono molti scogli che impediscono o meglio frenano la possibilità di investimento, i principali appunto sono l'arretratezza dei sistemi informatici regionali e la diffidenza da parte di molti managers in questa tecnologia.

In relazione all'ultima domanda sono emersi diversi aspetti molto interessanti, in particolare sui molti benefici e vantaggi che la blockchain è in grado di portare ai diversi attori coinvolti. In primis la blockchain garantisce **fiducia, sicurezza e trasparenza**. Questi tre concetti sono fondamentali in un mondo dove determinati acquisti sono di vitale importanza come farmaci salvavita o tecnologie per la radioterapia. L'utilizzo della blockchain sarebbe di grande vantaggio anche per le imprese di logistica e le industrie farmaceutiche, in quanto grazie alle sue caratteristiche peculiari è in grado per esempio di **monitorare in tempo reale la temperatura di trasporto dei frighi** registrando eventuali anomalie sul network. L'introduzione della blockchain in questo settore semplificherebbe di molto l'operato non solo dei fornitori ma anche della stessa regione, in quanto **grazie agli smart contract si implementerebbero le tempistiche delle gare di appalto** senza perdere il carattere qualitativo che viene identificato nei capitolati di gara. Grazie alla digitalizzazione dei requisiti di gara e alla trasformazione tecnologica della gara di appalto si renderebbe l'intero processo molto più semplice, immediato e sicuro. Chiaramente questa trasformazione non sarà immediata, ma potrà avvenire nel momento in cui vi saranno determinati investimenti sugli strumenti informatici e software in dotazione alle istituzioni pubbliche e soprattutto quando vi sarà la giusta consapevolezza e coinvolgimento di tutti gli attori. Allora in quel momento si potrà parlare di innovazione tramite il sistema blockchain.

Conclusioni

Questo lavoro di tesi ha mirato a presentare organicamente i concetti principali legati alla tecnologia blockchain in particolare mettendo in rilievo le criticità e i vantaggi ad ora conosciuti per poi verificare l'applicabilità ad un sistema particolarmente rilevante: la sanità.

La blockchain è una tecnologia nuova, per certi versi ancora immatura, ma molte aziende, e direi anche aziende visionarie, si stanno lanciando in questo nuovo mondo che unisce sicurezza, fiducia e trasparenza. Il valore aggiunto che sarebbe in grado di portare la blockchain al settore sanitario è davvero enorme. Grazie a questa tecnologia si potrebbe implementare ulteriormente e con maggiore efficacia per esempio la telemedicina, uno degli obiettivi chiave del nostro PNRR riguardante la Mission salute. La telemedicina è l'insieme di tecniche mediche ed informatiche grazie alle quali un medico è in grado di curare a distanza un paziente. Se tutti i dati clinici venissero raccolti su un ledger decentralizzato ogni attore partecipe al network sarebbe in grado di condividere i propri dati garantendo al tempo stesso la privacy al paziente e la qualità dell'informazione trasmessa.

Per ciò che riguarda invece il settore della supply chain e in particolare l'approvvigionamento dei farmaci, la blockchain sarebbe in grado di rivoluzionare in modo positivo l'intero settore. Ovviamente è un processo molto complesso e ad ora forse ancora distante, ma ci sono già alcune aziende farmaceutiche che si stanno muovendo in questa direzione poiché hanno intuito i benefici che ne possono trarre. Uno degli scogli che impedisce il diffondersi di questa tecnologia è sicuramente la diffidenza di ancora molti imprenditori e manager. Il motivo è che forse non si produce abbastanza comunicazione e sensibilizzazione a riguardo di temi in cui la blockchain possa essere associata e sviluppata. Ci sono ancora molte barriere che frenano lo sviluppo della blockchain, una di queste è sicuramente l'obsolescenza degli strumenti informatici utilizzati da molte organizzazioni e l'analfabetismo informatico e digitale che permea gran parte della società. Un'ulteriore barriera è data dalla complessità stessa della tecnologia e dalla difficoltà di reperire bravi sviluppatori che siano in grado di operare sulla blockchain e di programmare smart contract. Una volta superate queste barriere lo sviluppo e l'utilizzo della blockchain sarà talmente veloce che non ci renderemo conto dell'improvviso cambiamento che travolgerà i metodi di pagamento e di finanziamento globali.

Lo stato attuale della blockchain potrebbe essere paragonato a ciò che accadde agli inizi degli anni novanta con Internet. All'epoca solamente pochissime persone conoscevano Internet e ne comprendevano il vero potenziale di sviluppo. Grandi menti come Jeff Bezos, il fondatore di Amazon, hanno deciso di cogliere l'opportunità offerta da Internet e investire in questo mercato. Ora Amazon è uno dei più grandi colossi aziendali al mondo che ha chiuso l'anno 2021 fatturando ben 14,32 miliardi di dollari.

Credo che la blockchain abbia lo stesso potenziale di sviluppo che ha avuto Internet a metà degli anni novanta. La blockchain non deve essere vista solamente come una semplice transazione monetaria o una capacità di generare profitti tramite speculazioni di trading, ma è l'opportunità per progredire verso il futuro. Un futuro che si sarà sempre più digitale e tecnologico, ma anche un futuro che migliorerà il modo in cui si creano e si generano

relazioni. Un futuro che renderà più efficienti e sicure le modalità di stipulare accordi e contratti, un futuro che ridurrà le asimmetrie informative e aumenterà la trasparenza tra i diversi stakeholders coinvolti in un processo produttivo.

Bibliografia

Axel Schumacher “Blockchain & Healthcare - 2017 strategy guide” (2017)

Alharthi S., Cerotti P.R., Far S.M. “An Exploration of the Role of Blockchain in the Sustainability and Effectiveness of the Pharmaceutical Supply Chain”, (2020), *IBIMA Business Review*

M. Baglio, F. Dallari, E. Garagiola, “Pharma Supply Chain in Italia. Modelli distributivi e strategie di outsourcing.” (2017), *Tecniche Nuove Milano*

D. Biselli, “Il Servizio Sanitario Nazionale Italiano” (2013)

Bhushan B., Khamparia A., Sagayam K.M., Sharma S.K., Ahad M.A., Debnath N.C. “Blockchain for smart cities: A review of architectures, integration trends and future research directions”, (2020) *Sustainable Cities and Society*,

A. Burinskiene, “Pharma Supply Chain: Efficiency Modeling Approach”, (2018) *Journal of System and Management Sciences*

B. Ding “Pharma Industry 4.0: Literature review and research opportunities in sustainable pharmaceutical supply chains”, (2018) *Process Safety and Environmental Protection*

Dutta P., Choi T.-M., Somani S., Butala R. “Blockchain technology in supply chain operations: Applications, challenges and research opportunities” (2020), *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*

Ferreira A. “Regulating smart contracts: Legal revolution or simply evolution?”, (2021), *Telecommunications Policy*

Firica O. “Blockchain technology: Promises and realities of the year 2017”, (2017), *Quality - Access to Success*

L. Gerrits, “Comparative study of EOS and IOTA blockchains in the context of Smart IoT for Mobility” (2020), *University of Cote d’Azur*

Gianluca Chiap, Jacopo Ranelli, Raffaele Bianchi “Blockchain, tecnologia e applicazioni per il business. Tutto ciò che serve per entrare nella nuova rivoluzione digitale.”, (2019) *Hoepli Editore*

Guggenberger T., Schweizer A., Urbach N. “Improving Interorganizational Information Sharing for Vendor Managed Inventory: Toward a Decentralized Information Hub Using Blockchain Technology”, (2020), *IEEE Transactions on Engineering Management*

Hermes S., Riasanow T., Clemons E.K., Böhm M., Krcmar H. “The digital transformation of the healthcare industry: exploring the rise of emerging platform ecosystems and their influence on the role of patients”, (2020), *Business Research*

T. Hewa, M. Ylianttila, M. Liyanage, “Survey on blockchain based smart contracts: Applications, opportunities and challenges”, (2021) *Journal of Network and Computer Applications*

Hughes A., Park A., Kietzmann J., Archer-Brown C. “Beyond Bitcoin: What blockchain and distributed ledger technologies mean for firms” (2019), *Business Horizons*

Johnson J.L., Manion S. “Blockchain in healthcare, research, and scientific publishing”, (2019) *Medical Writing*

Kale R.V., Raipurkar A.R., Chandak M.B. “A ppe kit supply chain management system using block chain smart contract”, (2020) *International Journal of Interdisciplinary Global Studies*

Khatter K., DevanjaliRelan “Non-functional requirements for blockchain enabled medical supply chain”, (2021), *International Journal of Systems Assurance Engineering and Management*

Kouhizadeh M., Saberi S., Sarkis J., “Blockchain technology and the sustainable supply chain: Theoretically exploring adoption barriers” (2021), *International Journal of Production Economics*

Kumar A., Liu R., Shan Z. “Is Blockchain a Silver Bullet for Supply Chain Management? Technical Challenges and Research Opportunities”, (2020) *Decision Sciences*

Kumari K., Saini K. “Data handling & drug traceability: Blockchain meets healthcare to combat counterfeit drugs”, (2020), *International Journal of Scientific and Technology Research*

Luigi Jovacchini, Paolo Nardella “Token: cos’è e come viene utilizzato nelle criptovalute” (2020) *Blockchain for innovation*

Mona Jaberidoost, Shekoufeh Nikfar, Akbar Abdollahiasl and Rassoul Dinarvand “Pharmaceutical supply chain risks: a systematic review”, (2013) *DARU Journal of Pharmaceutical Sciences*

Palas M.J.U., Bunduchi R. “Exploring interpretations of blockchain's value in healthcare: a multi-stakeholder approach”, (2021), *Information Technology and People*

Punathumkandi S., Sundaram V.M., Panneer P. “Interoperable permissioned-blockchain with sustainable performance”, (2021), *Sustainability (Switzerland)*

G.M. Racca “La modellazione digitale per l’integrità, l’efficienza e l’innovazione nei contratti pubblici” (2019)

Radanović I., Likić R. “Opportunities for Use of Blockchain Technology in Medicine” (2018) *Applied Health Economics and Health Policy*

Rao A.R., Clarke D. “Perspectives on emerging directions in using IoT devices in blockchain applications”, (2020), *Internet of Things (Netherlands)*

Treiblmaier H., Rejeb A., Strebinger A. “Blockchain as a driver for smart city development: Application fields and a comprehensive research agenda”, (2020), *Smart Cities*

Upadhyay A., Mukhuty S., Kumar V., Kazancoglu Y. “Blockchain technology and the circular economy: Implications for sustainability and social responsibility”, (2021), *Journal of Cleaner Production*

N. Vyas, A. Beije, B. Krishnamachari “Blockchain and Supply Chain: Concepts, Strategies and Practical Applications” (2019)

Sitografia

<https://www.blockchain-council.org>

<https://ethereum.org/en/>

<https://www.hyperledger.org>

<https://www.iota.org>

<https://www.oracle.com/index.html>

<https://www.ibm.com/it-it>

<https://blockchainitalia.io>

<https://coinmarketcap.com>

<https://www.regione.veneto.it>

<https://en.wikipedia.org/wiki/Blockchain>

<https://www.consip.it>

<https://www.azero.veneto.it>

<http://www.forexwiki.it>

<https://www.tibco.com>

<https://www.salute.gov.it>

<https://www.agenas.gov.it/aree-tematiche/hta-health-technology-assessment>

<https://www.supplychainitaly.it>

<https://www.investopedia.com/terms/s/scm.asp>

Indice Figure

Figura 1 Fonte: T. Tiberio, 2022

Figura 2, Fonte: A. Schumacher, “Blockchain & Healthcare, Strategy guide”2017

Figura 3 Esempio di un’architettura di blockchain pubblica con relative chiavi private e pubbliche per il riconoscimento (Fonte: Y. Mezquita et al., “Blockchain-based architecture for the control of logistics activities: Pharmaceutical utilities case study” 2020)

Figura 4 Fonte: “TIBCO Software Inc., 2022”

Figura 5 Fonte: Modello Prisma, Tommaso Tiberio 2022

Figura 6 Fonte: “Blockchain and Supply Chain” N. Vyas et al. 2019

Figura 7 Fonte: D. Biselli, 2013 “Il Servizio Sanitario Nazionale Italiano”

Figura 8 Fonte: “Organizzazione Azienda Zero” Tommaso Tiberio 2022

Figura 9 Fonte: “Filiera distributiva del farmaco” (M. Baglio et al., 2017)

Figura 10 Fonte: “Modello centralizzato di distribuzione delle aziende ospedaliere” (M. Baglio et al. 2017)

Figura 11 Fonte: “Non-functional requirements for blockchain enabled medical supply chain” Kiran Khatter, Devanjali Relan (2021)

Figura 12 Fonte: “Survey on blockchain based smart contracts: Applications, opportunities and challenges” di T. Hewa et al. 2021

Figura 13 Fonte: “Survey on blockchain based smart contracts: Applications, opportunities and challenges” di T. Hewa et al. 2021

Indice Tabelle

Tabella 1. Il framework di riferimento per l'analisi

Tabella 2 “Analisi degli stakeholders della supply chain” Tommaso Tiberio 2022

Tabella 3 “Implementazioni della blockchain apportare al settore del SCM” , Tommaso Tiberio 2022

Tabella 4 “Codifiche delle attività del SCM implementate dalla blockchain”, Tommaso Tiberio 2022

Tabella 5 “Stakeholders in sanità” Tommaso Tiberio 2022

Tabella 6 “Implementazioni in sanità con tecnologia blockchain” Tommaso Tiberio, 2022

Tabella 7 “Schema intervista agli esperti di blockchain” Tommaso Tiberio 2022

Tabella 8 “Schema intervista ai provveditori degli ospedali Veneti” Tommaso Tiberio 2022

Tabella 9 “Schema intervista ai responsabili della logistica delle industrie farmaceutiche”

Tabella 10 “Risposte interviste semi strutturate tecnici blockchain” Tommaso Tiberio 2022

Tabella 11 “Risposte interviste semi strutturate dirigenti aziende ospedaliere” Tommaso Tiberio 2022

Tabella 12 “Risposte responsabili logistica delle imprese farmaceutiche” Tommaso Tiberio 2022

Ringraziamenti

Un sentito ringraziamento va al mio relatore: il Professor Stefano Campostrini. Lo ringrazio non solo per avermi seguito in questo lavoro di tesi, ma anche per aver fondato il corso di Governance delle organizzazioni pubbliche. Sono pienamente soddisfatto di aver scelto e di essermi formato con questo corso di laurea magistrale, che oltre ad avermi dato una preparazione a 360 gradi sulle conoscenze relative al funzionamento della Pubblica Amministrazione, mi ha spinto a ricercare nuovi interessi e ad esplorare campi innovativi come appunto la tecnologia blockchain. Spero vivamente che le conoscenze e le skills apprese in questo corso possano un giorno essere applicate per migliorare il funzionamento dell'intero apparato amministrativo italiano.

Un sincero ringraziamento va alla Professoressa Francesca Dal Mas che mi ha aiutato nella ricerca del materiale bibliografico. Ci terrei anche a ringraziare le Dottoresse Veronica Pegoraro e Chiara Bidoli, le quali mi hanno affiancato e dato importanti suggerimenti per l'impostazione delle domande delle interviste. Il loro aiuto è stato davvero fondamentale.

Ringrazio i miei genitori, Laura e Mario, che mi hanno supportato in ogni mia scelta lungo tutto questo percorso accademico ed infine un grazie speciale va alla mia compagna Marta, che da molti anni al mio fianco rende la mia vita ogni giorno piena di gioia ed amore.