

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

Dipartimento di Tecnica e Gestione dei Sistemi Industriali
Corso di laurea Magistrale in Ingegneria Gestionale

Tesi di laurea

La tecnologia blockchain a supporto del Supply Chain Management.

Caratteristiche di funzionamento e applicazioni

Relatore

Ch.mo Prof. Roberto Panizzolo

Laureanda

Lorenza Rozzi

Anno Accademico 2018 – 2019

Sommario

In questa tesi viene presentato uno studio relativo alle opportunità che la tecnologia blockchain offre nell'ambito del management dell'impresa, dedicando particolare attenzione alle possibili applicazioni nella gestione delle relazioni nelle reti di aziende (Supply Chain Management).

Lo sviluppo del lavoro si è basato su una analisi della letteratura rilevante. Le potenzialità della tecnologia hanno incentivato la fioritura di gruppi di ricerca (Osservatori Digital per esempio, all'interno della community Politecnico di Milano), siti e blog (blockchain4innovation il più celebre) che sono stati consultati al fine di mappare le iniziative e il potenziale teorico della tecnologia in una molteplicità di campi differenti.

Una volta delineata la situazione a livello generale, il focus è stato posto sulla dimensione della Supply Chain e quindi sulle relazioni e transazioni di cui essa è teatro ogni giorno. A partire dai portali web di alcune aziende o tramite consultazione di articoli e ricerche, si è potuto ricostruire l'architettura alla base dei progetti avviati, delineandone obiettivi, risultati raggiunti o, almeno, teorizzati.

Dopo questa prima parte descrittiva, si è passati ad elaborare una analisi comparata di progetti sviluppati in ambito Supply Chain a livello nazionale da quattro grandi aziende, mettendone in luce diversi aspetti rilevanti. Tra questi, sono state evidenziate le barriere che rendono complessa l'implementazione della metodologia, la necessità di pianificare adeguatamente il processo di implementazione, in quanto se da un lato emerge come la blockchain migliori la gestione delle controversie tra gli attori che la utilizzano, i casi presi in esame mettono in luce una potenziale asimmetria informativa tra le parti.

Lo studio condotto ha fatto anche emergere come, in questa fase di prime sperimentazioni, in tutti i casi analizzati l'interesse e l'entusiasmo nei confronti della tecnologia siano parzialmente 'frenati' dalla sua robustezza ancora non pienamente testata. Per queste ragioni, al momento le applicazioni sviluppate assegnano alla blockchain un ruolo meramente di supporto alla gestione dei processi, migliorando le modalità con cui vengono implementati ma non la loro specifica struttura.

Indice

INTRODUZIONE.....	1
CAPITOLO 1.....	3
TEORIA E FUNZIONAMENTO DELLA BLOCKCHAIN.....	3
1.1 IL CONTESTO DI INCUBAZIONE E LA SOLUZIONE AL PROBLEMA DEL DOUBLE SPENDING....	3
1.2 BLOCKCHAIN E DISTRIBUTED LEDGER TECHNOLOGY	6
1.3 DUE TIPI DI BLOCKCHAIN: PUBBLICHE O PRIVATE.....	9
1.4 MODELLO PURISTA E MODELLO PRIVATO A CONFRONTO	11
1.5 I COMPONENTI DELLA BLOCKCHAIN.....	12
1.6 LA CRITTOGRAFIA NELLA BLOCKCHAIN.....	14
1.7 IL FLUSSO DELLA TRANSAZIONE.....	15
1.8 LA VALIDAZIONE DI UN BLOCCO: IL RUOLO DEL MINER E LA PROOF OF WORK.....	17
1.9 LA SICUREZZA DELLA BLOCKCHAIN: TIMESTAMP.....	18
1.10 LE PRINCIPALI CARATTERISTICHE DELLA BLOCKCHAIN	19
1.11 GLI AGGIORNAMENTI ALL’INTERNO DELLA BLOCKCHAIN: I FORK	20
1.12 DUE BLOCKCHAIN ESEMPLARI: BITCOIN ED ETHEREUM	21
1.12.1 Bitcoin	21
CAPITOLO 2.....	27
AMBITI APPLICATIVI DELLA TECNOLOGIA BLOCKCHAIN	27
2.1 PROGETTI AVVIATI E FONDI STANZIATI	27
2.2 LA GEOPOLITICA DELLA BLOCKCHAIN	30
2.3 I PRINCIPALI AMBITI APPLICATIVI DELLA BLOCKCHAIN IN ITALIA E NEL MONDO	31
2.3.1 Banche e finance	32
2.3.2 Assicurazioni	34
2.3.3 Soluzioni per i pagamenti digitali.....	35
2.3.4 Le potenzialità dell’Agrifood.....	35
2.3.5 Blockchain nel retail.....	37
2.3.6 Blockchain nella Supply Chain.....	39
2.3.7 Blockchain nell’Internet of Things.....	40
2.3.8 Blockchain nella sanità.....	41
2.3.9 Blockchain nella Pubblica Amministrazione.....	42
2.3.10 Scuola e mondo accademico.....	46
2.3.11 Blockchain nello sport.....	48
2.3.13 Musica	51
2.3.14 Elettricità e Smart Grid	53
2.5 LIMITI TECNOLOGICI DELLA BLOCKCHAIN	62
2.7 CONCLUSIONI.....	65
CAPITOLO 3.....	67
SMART CONTRACT E BLOCKCHAIN.....	67
3.1 NASCITA DEGLI SMART CONTRACT	67
3.3 SMART CONTRACT E BLOCKCHAIN	71
3.4 MAPPATURA DELLE APPLICAZIONI.....	75
3.4.2 Gestione dei diritti musicali e digitali in generale.....	76

3.5 ANALISI DELLA RELAZIONE TRA SMART CONTRACT E BLOCKCHAIN	78
3.6 GAP DI RICERCA E CONCLUSIONI	81
CAPITOLO 4.....	85
BLOCKCHAIN PER IL SUPPLY CHAIN MANAGEMENT	85
4.1 IL SUPPLY CHAIN MANAGEMENT E I PROCESSI CHE NE FANNO PARTE.....	85
4.1.1 <i>Approvvigionamento e gestione dei fornitori</i>	86
4.1.2 <i>Pianificazione</i>	88
4.1.3 <i>Logistica e Distribuzione</i>	92
4.1.3 <i>Produzione</i>	94
4.1.4 <i>Sviluppo nuovo prodotto</i>	96
4.2 BLOCKCHAIN APPLICATA AI PROCESSI DEL SUPPLY CHAIN MANAGEMENT.....	97
4.2.1 <i>Blockchain nel processo di approvvigionamento</i>	97
4.2.2 <i>Blockchain applicata al supply planning</i>	104
4.2.3 <i>Blockchain applicata al Logistic Management</i>	111
4.2.4 <i>Blockchain applicata ai processi produttivi</i>	118
4.2.5 <i>Blockchain applicata al processo di sviluppo nuovo prodotto</i>	122
4.3 BARRIERE E BENEFICI: ANALISI COMPARATA	125
CAPITOLO 5.....	137
I PROGETTI BLOCKCHAIN DELLE SUPPLY CHAIN ITALIANE.....	137
5.1 I PROGETTI AVVIATI NEL SETTORE INDUSTRIALE ITALIANO	137
5.2 CASE STUDY: I PROGETTI DI LUXOTTICA, BARILLA, ENEL E NESTLÈ.....	139
5.2.1 <i>Il caso Luxottica: blockchain nell’International Logistics</i>	139
5.2.2 <i>Enel e la blockchain community</i>	148
5.2.3 <i>Baci Perugina e Microsoft Azure (Nestlè Italia, Microsoft Italia)</i>	153
5.3 ANALISI E CONFRONTO DELLE CARATTERISTICHE DEI PROGETTI PRESENTATI	165
RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI	183
RINGRAZIAMENTI.....	189

Introduzione

In ogni secondo di ogni giorno si realizzano innumerevoli transazioni commerciali, ordini, pagamenti, tracking di merce e molto altro. Spesso ognuno dei partecipanti a queste operazioni utilizza un proprio registro, un sistema per catalogarle e storicizzarle che gli è più congeniale ma che può essere differente (in maniera sostanziale o minima) dalla versione che gli altri utenti notarizzano nel proprio. Questa molteplicità di registri è la ricetta giusta per generare errori, frodi ed inefficienze ed è a questo punto che l'introduzione della blockchain, con la sua forma di registro pubblico e identico per tutti, può ridurre queste vulnerabilità, condividendo i dettagli di ciascuna transazione con ciascun utente.

Una Supply Chain è costituita da un numero variabile di nodi, i quali partecipano ogni giorno alle attività necessarie alla creazione di valore commerciale per il business. Data la complessità di ogni singola fase, è inevitabile che molti degli attori si affidino a loro volta ad altri network di subfornitori e partner. La necessità di appoggiarsi agli intermediari però porta il business a dover attendere le relative validazioni di transazioni, generando una catena di inefficienze che si riflettono su tutti i processi.

Per mantenere il più possibile sotto controllo tutti gli snodi della Supply Chain, molte di esse hanno incentivato il livello di burocratizzazione, arrivando a certificare ogni singolo passaggio di mano che il prodotto e tutte le sue componenti hanno subito. Si è quindi passati ad un processo dipendente dalla carta, risultandone in frequenti ritardi e attese e potenziali perdite per tutti gli stakeholders.

Ecco perché secondo IBM (2019) i benefici che la blockchain può portare in qualsiasi settore sono considerati critici per tutte le imprese. Si tratta quindi di un sistema condiviso di registrazioni, visibile a tutti i partecipanti, la cui sicurezza si fonda sul consenso richiesto ad ognuno di essi per accedere alle informazioni storicizzate, assegnando la stessa importanza a ciascuno dei nodi.

Rimpiazzando l'incertezza e l'opacità di alcuni processi tramite un registro decentralizzato e sicuro, aumenta la trasparenza del network, mettendo in luce tutti i punti più critici e le perdite di efficienza.

Questa tesi vuole concretizzare i benefici effettivi portati dalla tecnologia in tutti gli ambiti in cui, almeno per ora, ne sono state studiate o testate le possibili applicazioni. Come anticipato in precedenza, un particolare focus sarà posto sui processi che avvengono all'interno delle Supply Chain, che sono sempre al centro di progetti di ottimizzazione ed efficientamento.

La struttura dell'elaborato è articolata nel seguente modo.

Nella prima parte (capitoli 1 e 2) si ripercorrono la nascita della tecnologia e le sue caratteristiche principali, gli ambiti di utilizzo e qualche dettaglio sulle più esemplari applicazioni sviluppate.

La parte centrale (capitolo 3) sarà dedicata ad un approfondimento riguardo agli Smart Contract, una forma di automatizzazione nata separatamente, ma che ha trovato supporto nella blockchain e grazie a cui è oggi possibile attivare in maniera semiautomatica determinate azioni al verificarsi di predeterminate condizioni.

Infine (capitolo 4) si giungerà alla discussione delle potenzialità sperimentate e studiate all'interno dei principali processi che hanno luogo nella Supply Chain di una qualsiasi realtà industriale (manifatturiera) e si confronteranno i risultati (teorici) che emergono dalla letteratura.

Il quinto e ultimo capitolo ripropone la logica del quarto focalizzandosi sui progetti di Supply Chain Management avviati da aziende italiane, confrontando obiettivi e caratteristiche di ciascuna implementazione.

CAPITOLO 1

Teoria e funzionamento della blockchain

L'obiettivo di questo primo capitolo è illustrare il funzionamento della blockchain a livello teorico, partendo dalla nascita di questa tecnologia e descrivendone le caratteristiche principali. Nel dettaglio verranno dapprima esposte le ragioni dell'interesse suscitato dalla blockchain nel mondo e le criticità che essa ha permesso di risolvere specialmente in ambito economico-finanziario. Seguirà quindi una dettagliata analisi dei componenti e delle strutture caratterizzanti questa tecnologia e verrà presentato qualche esempio di funzionamento. Infine, si terminerà con un particolare focus su due modelli costruiti su di essa e divenuti famosi.

1.1 Il contesto di incubazione e la soluzione al problema del Double Spending

Blockchain si può definire come una tecnologia che permette la creazione e la gestione di un insieme di transazioni tramite un database a blocchi. Tuttavia, più che una tecnologia si può pensare come un modo di interpretare i concetti di decentralizzazione e di community. Per questo motivo esistono diverse forme di applicazioni e definizioni della blockchain, in relazione all'interpretazione che di volta in volta ne viene fatta.

Dato il grande rilievo che il concetto di blockchain sta acquisendo a livello mondiale, occorre fare chiarezza su quale aspetto la rende così appetibile e in che modo potrebbe essere una soluzione di notevole interesse in vari ambiti del finance prima di tutto.

Per fare luce su questo punto si può pensare che la tecnologia in questione è stata presentata per la prima volta nell'inverno del 2008 dal suo ideatore, Satoshi Nakamoto (Nakamoto, 2008), che ha reso pubblico il White Paper dal titolo "*Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System*" tramite cui il mondo è venuto a conoscenza in particolare di una delle forme di blockchain ad oggi più note, il sistema Bitcoin.

L'obiettivo di questo Paper, come si legge nell'abstract, è illustrare come il sistema Bitcoin possa permettere trasferimenti digitali di denaro tra due entità senza necessità di coinvolgere una terza parte con la funzione di intermediario, ma poggiando su un network di utenti che costituiscono appunto la catena.

La velocità della transazione e l'immediatezza del pagamento che si realizza in questo modo verrebbero però a mancare, secondo Nakamoto, nel momento in cui non si garantisce che la transazione sia autentica e sicura.

Infatti, quando fu introdotto il sistema blockchain, la digitalizzazione aveva già largamente preso il sopravvento in diversi ambiti, incluso quello dei pagamenti.

Il trasferimento digitale di asset, però, non poteva avvenire senza la presenza di un ente regolatore, che si faceva garante dell'autenticità e della sicurezza della transazione. Si pensi in primis alla funzione svolta dalle banche: se si vuole eseguire una transazione online, per esempio un bonifico, l'operazione può avvenire solamente utilizzando la piattaforma digitale del proprio istituto di credito e a mezzo, nella maggior parte dei casi, del pagamento di un onere. Inoltre, generalmente l'operazione viene portata a termine effettivamente in un periodo che in media va dalle 24 alle 48 ore successive. Il ruolo dell'ente regolatore, la banca in questo caso, è autorizzare la transazione, verificando che la somma di denaro che viene spostata da un utente ad un altro sia compatibile con le disponibilità dei loro conti correnti e procedendo quindi con la riduzione dell'ammontare depositato dal primo correntista di una somma pari a quella trasferita e incrementando quello del beneficiario della stessa somma.

In sintesi, ciò di cui la terza parte si fa garante è evitare il verificarsi di una situazione che in letteratura viene comunemente chiamata Double Spending (Cholan, 2017).

Se infatti si pensa al digitale si dovrà inevitabilmente ammettere che una delle caratteristiche che contraddistingue questa tecnologia è la sua duplicabilità all'infinito a costi minimi.

Nel mondo digitale il passaggio implica automaticamente una duplicazione, si pensi per esempio a un semplice foglio di testo scritto in Word: nel momento in cui viene trasferito da un utente ad un altro ne viene creata immediatamente una copia. Così facendo però il possesso di quel documento sarà condiviso dai due

utenti, ciascuno dei quali sarà libero di trasferirlo ad altri o tenerlo per sé stesso. Applicando questa proprietà in ambito finanziario, se si duplica una moneta, cioè con la stessa si ha la possibilità di acquistare per due volte beni diversi, appare evidente che qualsiasi tipo di relazione commerciale verrebbe minata alle basi.

A questo proposito, la proposta di Nakamoto e del suo team è quella di mettere a disposizione una tecnologia, la blockchain appunto, in grado di consentire il trasferimento di un asset dall'utente 1 all'utente 2 e tale per cui, senza la necessità di coinvolgere una terza parte, il possesso dello stesso viene trasferito con il passaggio e di conseguenza l'utente 1 non avrà più alcuna autorità su di esso. L'oggetto della transazione resta unico e non è possibile in alcun modo duplicarlo. Si è così definita una soluzione al problema del Double Spending, ossia si ha garanzia che uno stesso asset monetario non sia utilizzato più di una volta dal medesimo acquirente per acquistare un bene. Questa proprietà della blockchain si può descrivere come la capacità di creare e mantenere asset digitali unici ed è la caratteristica rivoluzionaria che ne ha decretato il successo.

Da ciò deriva il concetto di Token, che rappresenta un qualsiasi asset digitale che può essere scambiato tra due parti senza bisogno di intermediari ma tramite la blockchain. Possiamo descrivere un Token come un insieme di informazioni digitali, ma può anche incorporare altre informazioni.

Questo asset viene scambiato in ragione del suo valore intrinseco, cioè chi lo emette promette di poter erogare un servizio che può essere acquistato grazie al Token, quindi gli acquirenti saranno soggetti che credono nel valore di quel servizio al punto da acquistarlo tramite Token per usufruire loro stessi di quel servizio o per venderlo ad altri che potranno poi utilizzarlo a loro volta.

Uno dei primi esempi di Token è proprio il Bitcoin, ed in seguito ne sono stati sviluppati altri modelli, anche diversi, come quelli creati tramite la blockchain Ethereum di cui si tratterà nel dettaglio in seguito

La pubblicazione del White Paper citato precedentemente ha portato alla notorietà il sistema Bitcoin, tuttavia erroneamente spesso si utilizza Bitcoin come sinonimo di blockchain. Come verrà ripreso più volte nel capitolo, con Bitcoin si intende propriamente una delle forme più note di blockchain, tant'è che molti autori distinguono tra Blockchain (con la lettera iniziale maiuscola) e blockchain (con

iniziale minuscola) dove nel primo caso si intende la Blockchain Bitcoin, mentre nel secondo la blockchain in generale (e si utilizzerà il medesimo criterio anche in questo lavoro); ma il sistema Bitcoin non è altro che una delle innumerevoli applicazioni della tecnologia blockchain.

1.2 Blockchain e Distributed Ledger Technology

Se consideriamo la blockchain come un insieme di tecnologie, possiamo includerla nel cluster delle tecnologie classificate sotto il nome di Distributed Ledger, ossia che operano come archivi (registri) distribuiti.

Prima di tutto occorre fare un breve cenno sui Ledger. Il Ledger è infatti il “Libro Mastro” della contabilità, fa riferimento a una serie di dati contenuti all’interno di archivi e che permettono di definire le regole di analisi e verifica delle transazioni. I Ledger tradizionali, cioè quelli tramite cui banche e pubbliche amministrazioni gestiscono la contabilità e la registrazione dei dati sono di tipo centralizzato (Centralized Ledger).

Le tecnologie che si basano su Centralized Ledger sono la rappresentazione della logica centralizzata, dove tutto viene gestito facendo riferimento ad una struttura o autorità centralizzata, la quale rappresenta l’ente di fiducia, garante della sicurezza della transazione, come rappresentato in Figura 1.1. Ad ogni cambiamento dei dati contenuti negli archivi si procede alla modifica del Ledger tramite una autorità centrale deputata appunto alla sua gestione. In questo modo banche e altri enti possono verificare che effettivamente le informazioni riguardanti una specifica transazione e i soggetti coinvolti siano corrette e, quindi, approvarla.

Alla base di tutto sta la fiducia che tutti devono avere nei confronti del gestore del Central Ledger che quindi si comporta come una terza parte che garantisce per tutti i soggetti della transazione. Il gestore del Ledger controlla anche che l’accesso alle informazioni sia permesso solo a determinati utenti; si pensi per esempio ad una banca che ha la facoltà di decidere chi può accedere e controllare il saldo di un conto corrente.



Fig 1.1: In un Centralized Ledger, ad esempio un sistema bancario, l'accesso alle informazioni custodite e tutte le operazioni vengono regolate da un'autorità centrale, garante della sicurezza. (www.bockchain4innovation.it)

L'avvento della digitalizzazione ha sicuramente modificato questo approccio gestionale, tuttavia in una prima fase le modifiche si sono focalizzate su di una accelerazione del sistema di immagazzinamento e modifica dei dati contenuti nei Ledger che sono diventati progressivamente più performanti e veloci da usare. La logica di funzionamento del Central Ledger, almeno all'inizio, non è stata messa in discussione.

Il grande cambiamento è arrivato diversi anni dopo con la blockchain e le DLT. Le Distributed Ledger Technology (da qui in avanti chiamate con l'acronimo DLT) sono un insieme di sistemi che fanno riferimento a un registro distribuito che consente l'accesso a diversi utenti i quali possono anche apportare modifiche. Ciò è possibile tramite l'uso di chiavi crittografate che abilitano alcuni utenti a utilizzare il sistema e a modificare i vari aspetti delle transazioni.

Le DLT nascono come evoluzione delle tecnologie Centralized Ledger e Decentralized Ledger, come schematizzato in Figura 1.2.

Se le caratteristiche principali di un sistema definito Centralized Ledger sono state illustrate in precedenza, il core concept del Decentralized Ledger ripropone la logica della centralizzazione a livello 'locale', tramite una struttura costituita da più soggetti centrali, attorno ai quali ruotano tanti soggetti 'satelliti'. Quindi la fiducia viene demandata a un ente sicuramente più vicino ai singoli soggetti della catena ma comunque centralizzato.

Le Distributed Ledger realizzano il vero e proprio cambiamento, poiché la logica è completamente distribuita e non esiste più alcun centro, ma ogni soggetto si fa garante della transazione tra qualsiasi altro partecipante alla rete. Nessuno ha la possibilità di prevalere sugli altri e il processo decisionale passa rigorosamente attraverso un precedente processo di acquisizione del consenso a cui tutti i nodi della rete prendono parte.

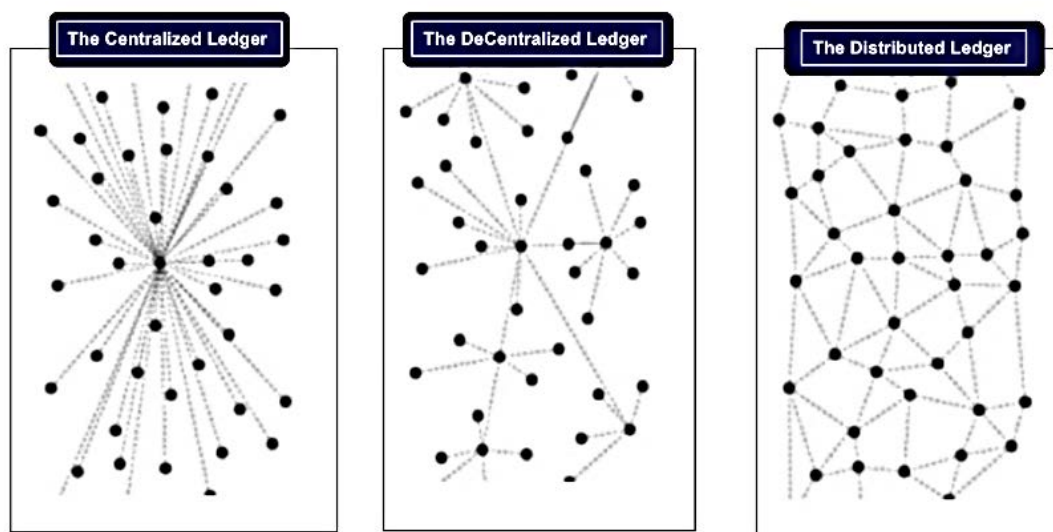


Fig 1.2: Tecnologie a registro centralizzato, decentralizzato e distribuito (www.bockchain4innovation.it)

Come si può quindi verificare la legittimità di una transazione se non c'è una autorità centrale che se ne fa garante? La risposta è nella decentralizzazione del Libro Mastro che, con la blockchain, passa da essere univocamente posseduto da una autorità centrale ad appartenere a tutti. Il Libro Mastro quindi è di tutti i membri della rete, ciascuno ne ha una copia e può visionarlo e controllarlo.

Chiunque può attuare una transazione o modificarne una esistente poiché la richiesta di modifica o di attuazione sarà accettata da tutti i partecipanti alla rete solo dopo che essi ne avranno concordato la legittimità.

La centralità quindi risiede nella regola del **consenso**. L'autonomia di ciascun nodo è subordinata al raggiungimento di un consenso sulle operazioni che vengono svolte e solo con questo consenso sono poi autorizzate e attivate. Si deve quindi parlare di Distributed Ledger Technology come di un nuovo modo di gestire i rapporti tra persone e informazioni.

Da quanto appena detto consegue l'immutabilità della blockchain: danneggiare o distruggere un Centralized Ledger è possibile attaccando direttamente la sua autorità centrale, nel caso della blockchain è invece impossibile poiché si dovrebbero danneggiare simultaneamente tutte le copie del Libro Mastro possedute da tutti i partecipanti.

1.3 Due tipi di blockchain: pubbliche o private

Chiarito cosa si intende per Decentralized Ledger occorre spiegare brevemente i concetti di blockchain pubbliche (Permissionless Ledger) e private (Permissioned Ledger).

La Figura 1.3 illustra sinteticamente che, seppur sempre costruite attorno al concetto di Distributed Ledger, le blockchain possono essere quindi di due tipi:

- Permissionless Ledger: come la Blockchain Bitcoin, non hanno bisogno di generare autorizzazioni affinché gli utenti possano partecipare al controllo e alla validazione delle transazioni; nessuno può in alcun modo impedire che una operazione venga inserita nel Ledger una volta che è stata approvata da tutti. Questo modello di blockchain quindi risulta adeguato a tutti quei documenti di cui va garantita l'assoluta immutabilità nel tempo a meno di modifiche che richiedano il massimo consenso per questioni di sicurezza (si veda per esempio i contratti di proprietà o i testamenti).
- Permissioned (o Private) Ledger: possono essere controllate e quindi avere una sorta di 'proprietà', infatti il sistema di approvazione e inserimento/modifica di una transazione nel Ledger non è vincolato all'approvazione da parte di tutti i nodi della rete ma ad un numero limitato di utenti che sono definiti come Trusted. È il tipo di blockchain più adeguato a istituzioni o grandi imprese e società di servizi che devono intrecciare relazioni con diversi attori (fornitori, clienti, etc.) in cui le operazioni che vengono svolte sono soggette a controllo da parte dei soli che ne abbiano l'autorizzazione.

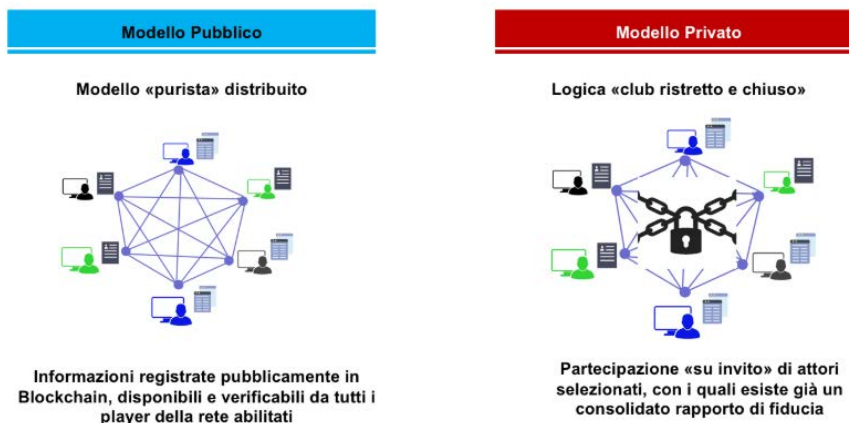


Fig 1.3: Modello privato e modello pubblico originale della Blockchain Bitcoin a confronto (www.blockchain4innovation.it)

In sintesi, il concetto di **Permissioned Ledger** introduce nel sistema blockchain un secondo valore, quello di **Governance**, ossia risulta indispensabile stabilire regole e criteri in base ai quali sono regolamentati l'accesso e la gestione di tutti i dati. Da ciò deriva che le tecnologie basate su **Permissioned Ledger** possono essere più performanti, soprattutto in termini di velocità, delle **Permissionless**.

Le blockchain private possono fare affidamento su un ristretto gruppo di utenti a cui viene affidata la validazione delle transazioni in funzione della fiducia di cui sono investiti. La blockchain per funzionare deve quindi poter contare su una rete privata, chiusa e affidabile. Il prestigio e la sicurezza di questa catena sono proprio legati alla sua impenetrabilità da parte di soggetti esterni, quindi ne risulta che la rete dovrà essere sufficientemente testata e inviolabile.

Per quanto appena detto le blockchain private sono costituite da attori che ne condividono la **Governance**, quindi i valori e le regole della rete; le regole costituiscono il cuore di queste strutture e perciò la fase di sviluppo di una blockchain privata è molto delicata, in quanto tutti gli attori coinvolti dovranno lavorare in fase di progettazione sia sull'infrastruttura, sia sulle logiche di funzionamento.

Va comunque precisato che la blockchain non è l'unica possibile interpretazione del **Distributed Ledger**, di cui infatti esistono altre forme non costruite attorno al concetto di catena a blocchi.

1.4 Modello purista e modello privato a confronto

In tabella 1.1 si propone un confronto riepilogativo tra il modello pubblico, in particolare quello della Blockchain Bitcoin, e quello privato sviluppato in seguito. Il modello purista decentralizzato, che vede il suo massimo esempio nella Blockchain Bitcoin, prevede che l'accesso al network sia consentito a chiunque voglia partecipare e quindi abbia almeno le strutture necessarie e sufficienti in termini di software e capacità di elaborazione.

Si è tuttavia affiancata a questo modello una blockchain definita 'ibrida', in cui il controllo della catena è sempre di tipo distribuito ma l'accesso al network è consentito solamente ad un gruppo ristretto di utenti riconosciuti e comprovati. Tutti i nodi partecipano alla validazione di una qualsiasi transazione e tutti concorrono alla sicurezza complessiva della Blockchain.

Infine, troviamo le Blockchain di tipo Permissioned, le quali prevedono che l'accesso al network come anche tutte le attività di controllo, validazione e sicurezza della rete siano affidate solo ai partecipanti definiti Trusted, coloro che hanno aderito alle regole delineate nella Governance della struttura.

Tab 1.1: Tipologie di blockchain classificate in funzione di due variabili: il tipo di accesso e il tipo di controllo

		TIPOLOGIA DI ACCESSO	
		Chiuso	Aperto
Tipologia di controllo	Concentrato	Blockchain PRIVATE o PERMISSIONED <ul style="list-style-type: none"> - Accesso e tutte le attività di sicurezza e validazione permesse solo agli utenti Trusted; - La Governance è alla base dell'infrastruttura e dello sviluppo di queste reti; - Adatta per applicazioni in cui è necessario restringere l'accesso. 	
	Distribuito	Blockchain IBRIDE <ul style="list-style-type: none"> - Accesso consentito a un gruppo ristretto e comprovato di utenti; - Le attività di validazione possono essere intraprese da chiunque nel network. 	Blockchain PERMISSIONLESS <ul style="list-style-type: none"> - Accesso totalmente libero; - Attività di validazione e modifica di operazioni consentite a tutti i partecipanti.

1.5 I componenti della blockchain

Arriviamo quindi al cuore del tema blockchain, ossia a quelli che sono i componenti fondamentali di una qualsiasi catena:

- **Nodi:** ogni partecipante alla catena, o meglio, ogni server di ciascun partecipante costituisce un nodo;
- **Transazione:** sono i dati, gli asset che vengono scambiati durante la transazione e che necessitano di essere verificati, approvati e poi archiviati dai vari nodi;
- **Blocco:** è costituito da un insieme di transazioni che vengono verificate e approvate assieme dai partecipanti, come un vero e proprio batch;
- **Ledger:** è il registro pubblico (Distributed) in cui vengono annotati tutti i dettagli di ogni singola transazione in modo trasparente, immutabile e sequenziale; dentro al Ledger troviamo la sequenza dei blocchi concatenati tra di loro grazie a una funzione di crittografia e grazie all'Hash;

- **Hash:** in letteratura si definisce come una operazione non invertibile che permette di mappare una stringa di testo o numerica in una stringa unica e univoca di lunghezza determinata. Identifica in modo univoco e sicuro ciascun blocco. Una volta codificata una stringa tramite Hash è impossibile risalire alla stringa generale che l'ha originata.

La transazione registra tutte le informazioni relative all'indirizzo pubblico del ricevente e alle caratteristiche specifiche dell'operazione che si vuole effettuare e contiene la firma crittografica che ne garantisce sicurezza e autenticità.

In particolare, i componenti della transazione sono tre come illustrato in Figura 1.4: l'utente chiamato *Sender*, colui che desidera inviare asset, il *Receiver*, ossia il beneficiario della transazione e infine il processo di trasferimento vero e proprio.



Fig 1.4: I componenti di una transazione tramite blockchain: Sender, Receiver e un codice cifrato (www.bockchain4innovation.it)

Si considererà ora un qualsiasi blocco facente parte della rete: esso contiene le diverse transazioni e dispone di un Hash che registra tutte le informazioni di dettaglio relative al blocco e crea una catena con un altro Hash che contiene quelle relative al blocco precedente.

Il blocco quindi risulta schematizzabile come in Figura 1.5.

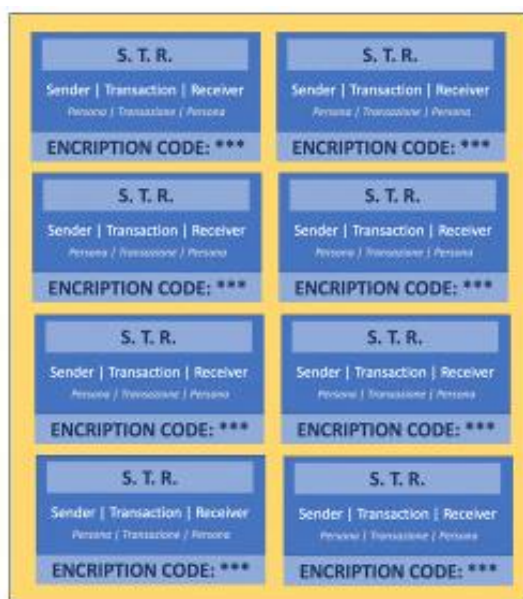


Fig 1.5: Un blocco che raggruppa un certo numero di transazioni, ognuna caratterizzata dai tre elementi costitutivi e da un codice crittografico (www.bockchain4innovation.it)

L'unione di diversi blocchi quindi forma una catena come illustrato in Figura 1.6 seguente.

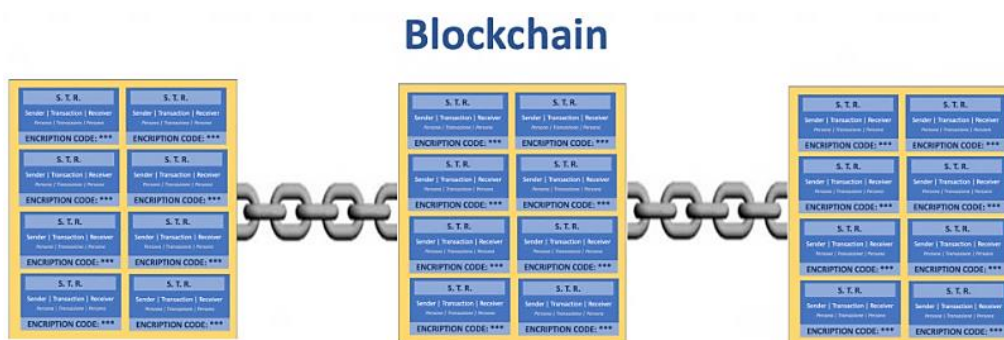


Fig 1.6: Una catena composta dall'unione di blocchi, tramite concatenazione dei loro codici Hash. (www.bockchain4innovation.it)

1.6 La crittografia nella blockchain

All'interno della blockchain l'uso della crittografia è di notevole rilievo. Essa infatti permette di poter avviare una transazione autentica semplicemente tramite una chiave pubblica, ossia una stringa di codice univoca utilizzata per firmare la transazione in modo che sia visibile a tutti i partecipanti alla rete ma allo stesso

tempo non fornisca alcuna informazione di dettaglio riguardante i due soggetti direttamente coinvolti nel trasferimento di moneta e l'ammontare della somma scambiata.

Il sistema crittografico utilizzato nella blockchain permette inoltre solamente ai legittimi proprietari di un portafoglio di poter spendere le somme in loro possesso, proteggendole dai malintenzionati.

Entrando nello specifico, la funzione crittografica utilizzata nella blockchain (in particolare nella Blockchain Bitcoin) è chiamata Hash e si definisce come una funzione

$$h: \{0,1\}^* \rightarrow \{0,1\}^n$$

che a una qualsiasi stringa m di lunghezza predefinita $*$, data in input, associa in output un digest di messaggio $h(m)$ di lunghezza fissata.

In sintesi, quindi la funzione principale di questo algoritmo è di oscurare i dati in input trascrivendoli in una stringa numerica differente in modo che sia praticamente impossibile risalire alla sequenza che l'ha originata.

La funzione Hash è largamente utilizzata nel mondo digitale, molti siti web per esempio criptano le password che gli utenti inseriscono per accedere alla loro pagina personale in modo che chiunque sia in grado di oltrepassare le barriere di sicurezza e ottenere le password degli utenti abbia in mano solamente le versioni crittografate tramite Hash e non la password autentica immessa.

Come si discuterà più avanti, durante ogni transazione viene firmato digitalmente l'Hash della transazione precedente. Ne deriva quindi che chi riceve il pagamento può vedere tutti i vari passaggi di proprietà che la moneta ha attraversato, convalidati dalle firme dei diversi proprietari.

1.7 Il flusso della transazione

Si supponga quindi di voler gestire tramite blockchain una transazione, in particolare la vendita di un bene che quindi passerà da un utente che chiameremo Sender a uno chiamato Receiver.

Si costituisce la transazione, gli elementi che ne fanno parte sono:

- L'indirizzo pubblico del Receiver;
- Le informazioni specifiche dello scambio;
- Le Cryptographic Key.

Se per esempio il bene che viene trasferito è un immobile, le informazioni specifiche contenute nella transazione riguarderanno la tipologia dell'immobile, il prezzo, la disponibilità economica del Receiver, l'effettiva proprietà dell'immobile da parte del Sender ed eventuali altri dettagli necessari.

La transazione permette poi di preparare le Cryptographic Keys per ognuno dei due attori, ossia le Digital Signature e le Public Keys di ogni partecipante.

Per fare chiarezza su questo punto, è bene specificare che all'interno della blockchain si utilizza un sistema di sicurezza a chiave pubblica: ciò significa che la chiave che viene creata consiste in una chiave privata da cui si ricava un'altra chiave pubblica. Brevemente, la chiave pubblica serve per ricevere la valuta, quella privata si utilizza per firmare digitalmente la transazione. Le due chiavi vengono generate simultaneamente, e, mentre quella privata viene mantenuta a conoscenza del solo proprietario, quella pubblica può essere diffusa a tutta la rete.

Una volta definite le chiavi si può procedere con la firma della transazione. Nello specifico si calcola l'Hash e si firma digitalmente la transazione che entrerà a far parte di un blocco assieme ad altre transazioni.

Tutti i nodi della rete potranno verificare l'autenticità del blocco tramite la chiave pubblica diffusa dal mittente, che rappresenta anche il suo indirizzo.

Questo blocco dovrà essere verificato e 'risolto' da tutti i partecipanti al network.

Infatti, come è stato detto in precedenza, la blockchain viene costruita attorno a un Distributed Ledger, e quindi tutta la rete è coinvolta nella validazione di questo nuovo blocco che vuole entrare a far parte della chain.

Supponiamo che il blocco sia stato ispezionato e approvato da tutti i membri della rete (poi si entrerà nel dettaglio di questa fase), ora viene aggiunto alla catena di blocchi e sarà accessibile in modo permanente a tutti i partecipanti. Non potrà essere modificato e rimarrà il riferimento di quella transazione.

La catena così formata dai vari blocchi costituisce il Libro Mastro blockchain, di cui tutti gli utenti possiedono una copia.

1.8 La validazione di un blocco: il ruolo del Miner e la Proof of Work

Come accennato in precedenza, affinché un nuovo blocco di transazioni possa essere aggiunto alla catena esistente è necessario che tutti i nodi della rete lo validino e lo approvino.

Questo passaggio viene effettuato risolvendo un complesso problema matematico (una sorta di puzzle crittografico) che richiede un grande impegno in termini di capacità elaborativa dei server di tutti gli utenti. Questa operazione viene definita come Mining ed è eseguita dai Miner.

Nello specifico ogni Miner porta a termine una serie di attività:

1. Prepara un nuovo blocco di transazioni includendo quelle raccolte dalla rete, controllando che siano valide;
2. Seleziona il blocco più recente e inserisce un Hash di tale blocco nel nuovo blocco che sta creando;
3. Cerca di risolvere il problema matematico del nuovo blocco e, se riesce a risolverlo per primo, il blocco nuovo viene aggiunto alla rete, se invece un altro nodo risolve per primo il quesito matematico per il suo blocco allora sarà questo secondo blocco ad essere aggiunto alla rete.

Chiunque voglia cimentarsi nella soluzione del quesito matematico può diventare Miner e competere per essere il primo a giungere alla soluzione. Trattandosi di un impegno ingente in termini di energie, necessita di essere incoraggiato tramite una remunerazione promessa a chi riesce a portare a termine per primo questo compito; generalmente il tipo di remunerazione dipende dalle regole e dalla Governance definita in quella specifica blockchain ed è emesso in forma di cryptocurrency, ossia moneta virtuale, come per esempio il Bitcoin (in sigla BTC).

Chi riesce a risolvere il puzzle per primo può validare il blocco con la presentazione della Proof of Work, ovvero la prova della soluzione. Essa è anche l'unico modo tramite cui i nodi della rete si possono “conoscere” e costruire tra

loro un rapporto di fiducia basato sulla collaborazione alla risoluzione del problema.

Il problema matematico del Proof of Work è un quesito che si risolve in un numero n di tentativi e ed è impossibile prevedere a priori quale utente lo risolverà per primo e dopo quanti tentativi. Una grande capacità elaborativa, sia in termini di elettricità che di tempo, è necessaria per giungere ad una soluzione, cosa che rende questo processo risolutivo piuttosto complesso e lungo in termini di durata. Tuttavia, questo effetto non è casuale, infatti la difficoltà del Proof of Work è calibrata proprio in modo da limitare la velocità con cui nuovi blocchi vengono aggiunti alla rete al fine di evitare di dare vita a una blockchain esageratamente caotica.

1.9 La sicurezza della blockchain: Timestamp

All'inizio del capitolo si è sottolineato come la tecnologia blockchain sia stata ideata allo scopo di permettere transazioni veloci e sicure, garantendo l'impossibilità di duplicare un asset.

Se l'autorevolezza dell'operazione si ottiene tramite validazione del blocco da parte degli utenti della rete, la sicurezza si raggiunge invece, come accade di norma nel digitale, certificando l'avvenuta autorizzazione in uno specifico istante temporale.

All'interno della struttura blockchain questa certificazione prende il nome di Timestamping e genera in output la marca temporale o Timestamp, cioè una sequenza di caratteri specifici tramite cui si indica in modo univoco e immutabile la data e/o l'orario di accadimento di una specifica operazione.

Il Timestamping allora permette, assieme al processo del consenso distribuito, di garantire la sicurezza di una transazione e quindi alla blockchain di funzionare, impedendo il verificarsi di una situazione di Double Spending.

Si supponga per esempio che un asset trasferito dall'utente 1 all'utente 2 venga erroneamente riattribuito all'utente 1 subito dopo il passaggio tramite l'intervento di un nodo che volontariamente manomette la storia di quella transazione.

Il passaggio della cryptocurrency dall'utente 1 all'utente 2 viene 'fissato' tramite Timestamping, quindi il blocco che contiene la transazione viene timbrato temporalmente con data e ora del passaggio avvenuto. Il blocco quindi si arricchirà di un nuovo Timestamp che formerà una catena unitamente con gli altri Timestamp degli altri blocchi. Ogni Timestamp contiene nella propria sequenza anche quella del precedente, quindi si può intuire che alterare una transazione implicherebbe alterare simultaneamente tutte queste sue componenti che sono tra loro concatenate, evento di gran lunga improbabile.

1.10 Le principali caratteristiche della blockchain

Dopo questa introduzione sul sistema blockchain e dopo aver descritto sommariamente tutte le sue parti e i ruoli, si procede ad elencare per chiarezza le principali caratteristiche della blockchain (nel suo modello purista pubblico), che sono anche i vantaggi di questa struttura.

AFFIDABILITÀ

L'affidabilità della blockchain è data proprio dal suo essere decentralizzata e meno governabile di altre strutture e infatti, se un nodo della rete subisce un danneggiamento, tutti gli altri nodi continueranno comunque ad essere operativi e non ci sarà alcuna perdita di informazioni sostanziali, qualsiasi sia il nodo, cosa che garantisce robustezza alla catena.

TRASPARENZA

Tutti i nodi della rete hanno visibilità sulla stessa quantità di dettagli di tutte le transazioni, non ci sono posizioni di privilegio di alcuni utenti su altri (nella versione pubblica 'purista' della blockchain).

CONVENIENZA

La struttura in sé della blockchain è per tutti conveniente in quanto riduce la necessità di individuare una terza parte con il ruolo di *supervisor* sulle operazioni che vengono effettuate dagli utenti.

SOLIDITÀ

Come detto prima la blockchain è robusta, nessuno può alterare le informazioni contenute nel registro una volta che sono state inserite, e allo stesso modo nessuno può inserirne di nuove senza l'approvazione di tutti gli altri partecipanti.

IRREVOCABILITÀ

Le transazioni che vengono autorizzate sono irrevocabili, definitive e tracciabili da tutti.

DIGITALITÀ

La blockchain permette in molti ambiti applicativi diversi di utilizzare il canale digitale come principale sistema di trasmissione di informazioni ed esecuzione di transazioni di diversa tipologia.

1.11 Gli aggiornamenti all'interno della blockchain: i Fork

Prima di passare a una più dettagliata descrizione delle principali forme di blockchain sviluppate sin qui occorre fare una breve digressione a proposito dei Fork.

Con il termine inglese Fork si intende un cambiamento, di vario tipo, che viene apportato all'interno della blockchain per migliorarne le performance.

Esistono due tipi di Fork, il Soft e l'Hard. I primi si attuano aggiornando il protocollo attualmente in vigore nella rete, quindi si tratta sostanzialmente di adeguarsi a una nuova versione dello stesso. È un cambiamento reversibile e la partecipazione alla catena rimane permessa anche a tutti quei nodi che per varie ragioni decideranno di non effettuare l'aggiornamento. L'Hard Fork invece è sinonimo di cambiamento irreversibile che condizionerà il comportamento di tutti i partecipanti in quanto per continuare a rimanere attivi nella rete dovranno obbligatoriamente implementare l'aggiornamento proposto.

Più propriamente, come indica il termine stesso, un Fork (e nello specifico un Hard Fork) rappresenta una situazione di scissione e biforcazione all'interno della community di una blockchain.

Infatti, gli Hard Fork possono essere di tipo Planned, ovvero pianificati e programmati da tempo, oppure Contentious, cioè che, non riuscendo a trovare il consenso della comunità, generano una separazione nella blockchain. Questa scissione rischia di indebolire il legame di fiducia tra i vari nodi della blockchain e ha portato in passato alla nascita, per esempio, di nuove valute virtuali originate dalla Blockchain Bitcoin, il Bitcoin Cash e i Litecoin

1.12 Due blockchain esemplari: Bitcoin ed Ethereum

Come aspetto conclusivo di questo primo capitolo si presentano le caratteristiche di queste due blockchain, la prima in quanto applicazione più famosa nel mondo di questo tipo di strutture e la seconda perché poggia su logiche blockchain differenti ma di grande interesse analitico.

1.12.1 Bitcoin

Un Bitcoin, o brevemente BTC, è l'unità di valuta del sistema Bitcoin. Chiunque voglia cominciare a utilizzarla basta che installi sul proprio dispositivo digitale un'applicazione adeguata al portafoglio Bitcoin che gli consentirà come prima cosa di costruirsi un'utenza, cioè un account con un indirizzo al fine di poter cominciare a spedire e ricevere denaro da questo indirizzo.

Come spiegato precedentemente, gli scambi di Bitcoin avvengono grazie alla tecnologia delle blockchain. Quindi tutte le transazioni validate dai nodi della chain vengono registrate nel Ledger centrale che valida i proprietari della valuta durante una transazione senza rivelare la loro identità, attraverso l'uso dell'indirizzo privato, proprio come se fosse uno pseudonimo. Ogni utente può accedere al proprio portafoglio tramite una chiave privata crittografata, una firma che distingue in maniera univoca e immutabile le transazioni effettuate da quell'utente.

Ogni Bitcoin rappresenta una catena di transazioni, quindi un insieme di blocchi, che, all'atto del trasferimento da un utente ad un secondo, viene firmato tramite un meccanismo di firma digitale che assicura l'autenticità del pagamento.

La marca temporale, già precedentemente trattata, è il sistema tramite cui ogni transazione viene contraddistinta da una precisa data permettendo così di risolvere il problema del Double Spending.

Generalmente per garantire anonimato e sicurezza nella transazione, ogni operazione viene portata a termine tramite un nuovo indirizzo. Quindi ogni utente si troverà sul proprio dispositivo digitale una sorta di *wallet* in cui saranno presenti tutti i vari account da lui creati con un numero residuo di Bitcoin su ciascuno di questi.

Una transazione può quindi esser vista come una sorta di algoritmo che diminuisce la quota Bitcoin dell'utente A e aumenta dello stesso valore quella di un utente B. Tutti gli altri nodi della rete aggiorneranno il registro della blockchain trasferendo l'informazione relativa alla nuova operazione al nodo successivo.

L'utente B genera una chiave pubblica, ossia un indirizzo, in cui ricevere il nuovo quantitativo di Bitcoin, mentre l'utente A individua uno dei suoi indirizzi con un quantitativo specifico di Bitcoin e fa partire la transazione. Nello specifico la transazione permette al nodo A di aggiungere la chiave pubblica di B al suo indirizzo scelto, o meglio alla sua chiave privata (cioè la firma crittografata digitale) per verificare la correttezza della transazione.

Come si può notare, dal punto di vista logico il Bitcoin non mostra differenze sostanziali con le monete tradizionali, a meno del suo essere virtuale. Nel mondo fisico non rappresenta alcunché di concreto ma acquisisce validità solamente in ragione del fatto che le persone sono disposte a scambiarlo per ottenere prodotti e/o servizi.

L'innovatività del Bitcoin è legata alla tecnologia che gli ha permesso di svilupparsi, ossia la blockchain. Come è stato già detto alcune volte, il protocollo Bitcoin rappresenta solamente una delle possibili applicazioni della tecnologia blockchain.

Bitcoin quindi si appoggia su software open source tramite cui, utilizzando una tecnologia peer-to-peer (P2P), attiva transazioni che non necessitano del supporto di autorità o istituzioni centrali esterne ai due utenti che sono interessati ad

attuarle. Lo sviluppo del protocollo è quindi pubblico e condiviso tra tutti coloro che intendono aderire alle sue finalità.

1.12.2 Ethereum

Ethereum nasce nel 2013 ad opera di Vitalik Buterin, uno sviluppatore russo cresciuto in Canada, appassionato in particolare del settore delle cryptocurrency. Durante l'anno 2014 Vitalik si avvale di un progetto di crowdfunding per riuscire a completare Ethereum l'anno successivo e renderla pubblica online.

Ethereum nasce come blockchain pubblica nella forma di una piattaforma di Distributed Computing open source con lo scopo di mettere a disposizione dei suoi utenti la possibilità di creare, pubblicare e gestire Smart Contract, forme di contratti che si attivano automaticamente al verificarsi di prefissate condizioni (si tratterà in seguito più approfonditamente l'argomento) in modalità peer-to-peer. Può essere definita come una Programmable blockchain, cioè che non si limita a fornire operazioni predefinite e standardizzate ma che permette a tutti i suoi utenti di poter creare le proprie. Quindi si può sintetizzare come una piattaforma per **Computing Distribuito**, che permette cioè di dare vita a tante diverse tipologie di applicazioni blockchain, non solo attinenti alla dimensione delle cryptocurrency, mentre tutte le altre blockchain sviluppate sin qui si possono definire come piattaforme per Database Distribuiti.

In linguaggio tecnico Ethereum è un sistema definito **Turing complete**, ossia che permette agli utenti sviluppatori di creare tante diverse applicazioni e operazioni; queste vengono costruite utilizzando linguaggi di programmazione tradizionali (che fanno riferimento a piattaforme quali JavaScript e Python) e vengono fatte girare sulla EVM (Ethereum Virtual Machine).

La EVM è di fatto il componente principale della rete, il motore di Ethereum, l'ambiente di sviluppo e di gestione di Smart Contract.

Ethereum è, in estrema sintesi, il più grande computer condiviso mai creato, in grado di erogare una potenza enorme disponibile ovunque e per sempre.

Nel dettaglio, ciò che fa Ethereum è mettere a disposizione delle risorse computazionali che possono essere utilizzate dai suoi utenti per portare a termine

delle operazioni. L'uso delle risorse, in termini di capacità elaborativa, viene remunerato tramite una moneta virtuale chiamata Ether.

Ether gode di un doppio ruolo: da un lato rappresenta la potenza elaborativa necessaria per sviluppare uno Smart Contract, dall'altro è la moneta che viene scambiata per pagare la realizzazione dei contratti.

Ma concretamente per cosa può essere utilizzata Ethereum?

Qualsiasi utente della rete può avvalersi della potenza elaborativa di questo enorme computer in grado di eseguire algoritmi su una rete globale costituita dai nodi di tutti i partecipanti per creare e gestire contratti nella forma di Smart Contract. Ciascun contratto permette di gestire in modo sicuro e pubblico servizi di vario tipo, dalla registrazione di un dominio, alla gestione di un crowdfunding, alla creazione di un copyright.

Ethereum si avvale poi di un sistema di gestione interna chiamato Gas che si occupa di efficientare le risorse e distribuirle in modo adeguato, ridurre lo spam e valutare la quantità di risorse necessarie per ciascuna richiesta.

Nel 2016 Ethereum è stata teatro di un importante Fork che l'ha definitivamente divisa in due diverse blockchain: Ethereum Classic ed Ethereum Foundation.

Questa scissione della blockchain è stata cagionata da un evento chiamato *The DAO*, acronimo di Decentralized Autonomous Organization. The DAO era a tutti gli effetti una organizzazione virtuale creata all'interno della blockchain Ethereum con l'obiettivo di raccogliere capitale (tramite lo scambio di DAO Token a fronte di Ether) per investirlo in progetti che venivano validati e approvati da tutti coloro che costituivano questa organizzazione, ossia chiunque fosse in possesso di un DAO Token.

The DAO era stata concepita proprio come una ICO (acronimo di Initial Coin Offering), ossia una vera e propria forma di finanziamento che, con tanto di sito internet illustrativo e White Paper descrittivo, propone i suoi progetti al pubblico, al punto che nel giro di pochi mesi gli organizzatori riuscirono a raccogliere all'incirca 150 milioni di dollari.

Tuttavia, nel giugno del 2016, violando l'indirizzo in cui erano stati allocati gli Ether dell'organizzazione, 70 milioni di dollari furono rubati.

Fu proprio questo fatto ad accendere all'interno dei membri di Ethereum una serie di discussioni e dibattiti che portarono infine ad una scissione della blockchain. Da una parte, infatti, si schierarono tutti coloro che sostenevano il principio della community, unico 'proprietario' della blockchain e che decide, votando a maggioranza, sulle possibili evoluzioni del network. Dall'altra parte coloro che affermavano l'immutabilità della blockchain acclamavano l'immodificabilità della stessa, che deve rimanere protetta da qualsiasi forma di manomissione. Quando Ethereum creò una nuova versione, più sicura della precedente, i 'puristi' scelsero di continuare a operare su quella vecchia.

Ad oggi quindi è corretto parlare non tanto di Ethereum quanto più dei due enti che la costituiscono effettivamente: Foundation e Classic.

Ethereum Foundation è l'ente prettamente dedicato allo sviluppo, ricerca e supporto della piattaforma Ethereum; è alle redini di tutti i vari progetti Ethereum che si sono susseguiti negli anni, come il progetto Gas per la gestione del pricing e della sicurezza. Le sue origini risalgono a quando il team di sviluppatori guidato da Vitalik Buterin trasformò Ethereum nella forma di impresa con la società svizzera Ethereum Switzerland GmbH, successivamente acquisita da una fondazione non-profit svizzera che prese il nome di Ethereum Foundation.

Ethereum Classic si è costituita quando alcuni membri di Ethereum che volevano dare vita a una nuova forma di struttura, hanno deciso di separarsi dalla versione originale creata, non condividendone le linee di sviluppo proposte da Ethereum Foundation. Ad oggi Ethereum Classic è una rete che poggia completamente sulla tecnologica Ethereum ma incorpora ulteriormente una serie di servizi aggiuntivi pensati per aumentarne la sicurezza e l'usabilità da parte degli utenti.

Di fatto quindi si tratta di una blockchain non-hackerabile il cui codice sorgente deriva da quello della versione Ethereum iniziale a cui sono state apportate alcune modifiche a seguito della vicenda di The DAO.

In tal modo Ethereum Classic oggi opera come una versione parallela della blockchain Ethereum originale gestita e aggiornata dagli sviluppatori che fanno capo alla società Ethereum Foundation.

CAPITOLO 2

Ambiti applicativi della tecnologia blockchain

L'obiettivo di questo secondo capitolo è illustrare una pluralità di applicazioni settoriali potenziali e già adottate che la tecnologia blockchain consente di sviluppare, a dimostrazione del crescente interesse acquisito da questa anche al di fuori dell'ambito finance.

L'analisi comincia con la presentazione dei principali investimenti in essere e delle prospettive di crescita di progetti avviati e prosegue poi con una disamina dettagliata dei settori di impiego per trarne infine qualche conclusione di carattere generale.

2.1 Progetti avviati e fondi stanziati

Blockchain è diventata sempre di più sinonimo di sicurezza nello scambio di asset, inviolabilità del registro decentralizzato, efficienza ed economicità delle transazioni. Non è difficile credere quindi che gli ambiti applicativi di questa tecnologia siano molti e molto differenziati; in alcuni sono già implementate soluzioni che poggiano su struttura blockchain, in altri la fase di sperimentazione è appena cominciata.

Secondo una ricerca sviluppata dall'Osservatorio Blockchain del Politecnico di Milano (osservatori.net, 2018), gli ambiti applicativi della blockchain in Italia possono esser distinti in due categorie:

- Quelli appartenenti all'area del finance, che include, tra i tanti, Payments, Capital Markets, Compliance, Trade Finance, Insurance, etc.;
- Quelli appartenenti all'area del non finance, ossia tantissimi settori, quali Internet of Things, Smart Contracts, Data Storage, Tracking, Supply-Chain Management, Health Care, Public Administration, etc.

Da questa prima analisi si evince che i potenziali ambiti di impiego della tecnologia, così come evidenziato dagli esperti del Politecnico, sono molti e buona parte di essi non appartiene direttamente all'area finanziaria.

Per avere qualche informazione in più relativa al livello di interesse che le aziende hanno nella blockchain si riporta l'indagine che la multinazionale dei servizi PwC (PwC, 2018) condusse coinvolgendo circa 600 amministratori delegati di aziende di 15 Paesi diversi, Italia inclusa e rappresentata da 46 rispondenti.

Emerse che, come sottolineato dallo schema riportato in Fig 2.1, l'84% dei rispondenti era coinvolto in progetti di ricerca sulla blockchain, in particolare il 20% di questi stava studiando la tecnologia, il 32% era già in fase di sviluppo, il 10% lavorava all'avviamento di progetti pilota, il 15% stava implementando soluzioni e il 7% aveva bloccato, per varie ragioni, progetti già avviati. Solo il 14% dichiarò di non aver alcun coinvolgimento previsto in questo ambito.

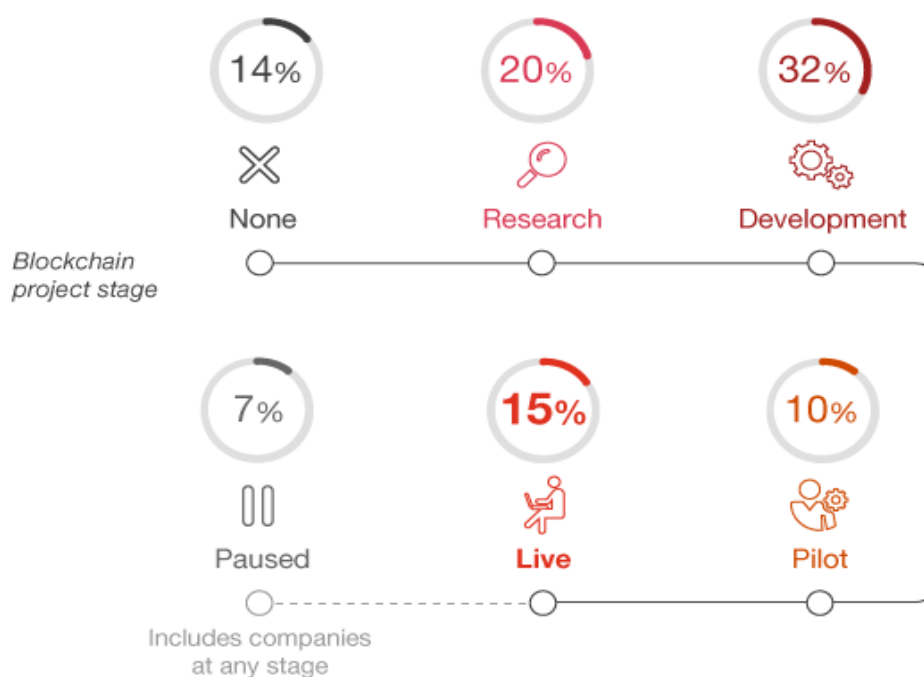


Fig 2.1: Percentuale di aziende coinvolte nelle fasi di ricerca attorno al tema blockchain (PwC Global Blockchain Survey 2018)

Secondo un'altra nota società di consulenza, Deloitte, la quale ha realizzato una intervista (Deloitte 2018) simile a quella condotta da PwC, ad oggi sono stati investiti oltre un biliardo di dollari nella blockchain, e si contano più di 120 startup basate su questa tecnologia. Oltre metà degli investimenti sono stati

realizzati solamente a partire dal 2016 e molte aziende in tutto il mondo hanno in previsione di investire continuativamente nell'orizzonte temporale 2020.

Il grafico in Fig 2.2 raffigura i risultati della ricerca di Deloitte. Nella parte sinistra, su 1053 totali executive intervistati a livello globale, la suddivisione delle aziende per investimenti programmati (in dollari). Quanto rappresentato si può riassumere con il 16% degli intervistati che dichiara di avere investito almeno 10 milioni di dollari, a cui segue un 23% che si colloca nella fascia tra i 5 e i 10, un 26% tra 1 e 5 milioni e il 20% rimane al di sotto del milione. Solamente il 10% dichiara di avere investito meno di 500.000 dollari e il 5% di non avere investito in alcun modo. Il grafico a barre che occupa la parte destra della figura descrive come le fasce di investimento riportate sopra siano distribuite in 7 Paesi. Si può notare che i maggiori investimenti in termini di ammontare di milioni di dollari sono stati affrontati in Messico e Francia, dove all'incirca il 20% dei rispondenti sembra avere creduto in progetti per più di 10 milioni, mentre negli Stati Uniti questa percentuale scende al 13%. In questi ultimi infatti, il 16% degli intervistati sembra non avere alcun progetto attualmente in fase di ricerca, mentre nessuno degli executive di Francia, Cina e Messico risulta essere estraneo allo studio della blockchain.

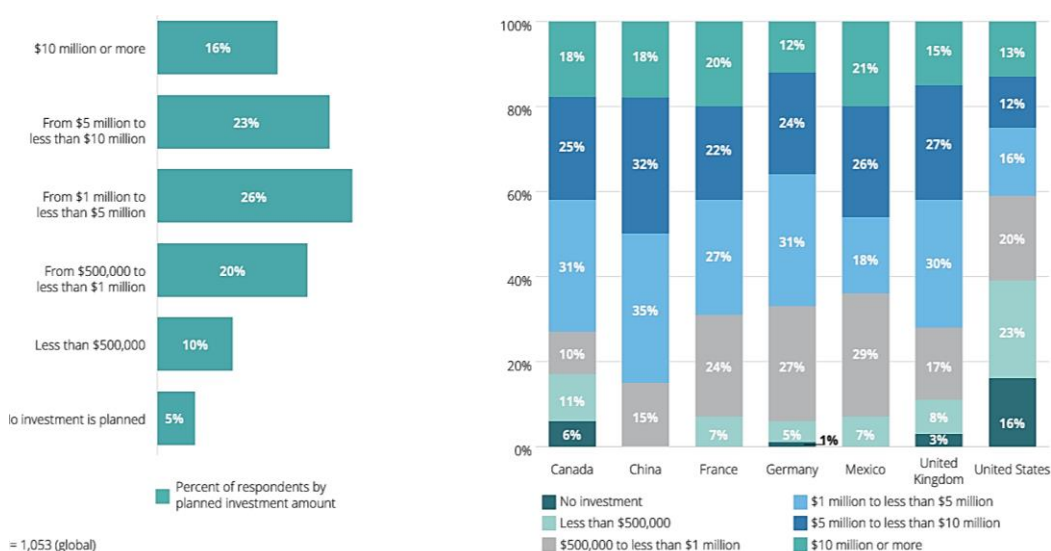


Fig 2.2: Percentuali di investitori suddivise per ammontare di patrimonio investito in progetti che riguardano la blockchain (Deloitte Global Blockchain Survey 2018)

Interessante inoltre è la chiave di lettura proposta da un'altra nota leader nella consulenza, Capgemini, (Capgemini, 2018), secondo cui le tre fasi cruciali nello sviluppo della tecnologia blockchain possono essere riassunte come in Fig 2.3:

1. Consapevolezza – iniziata nel 2011 è tuttora in corso; le imprese e le organizzazioni stanno cercando di capire e di sviluppare conoscenza a proposito della tecnologia;
2. Sperimentazione – Secondo Capgemini è iniziata nel 2017 e durerà sino al 2020; le imprese e le organizzazioni lavorano per creare competenze, forme di collaborazione, ideare nuovi consorzi, con l'obiettivo di comprendere appieno le potenzialità e le criticità della blockchain;
3. Trasformazione – cominciata nel 2019, ci accompagnerà sino al 2025 e in questo periodo la blockchain trasformerà le modalità di relazione, di integrazione, di collaborazione portando innovazione a più livelli: di tecnologia, di data management, di Governance.

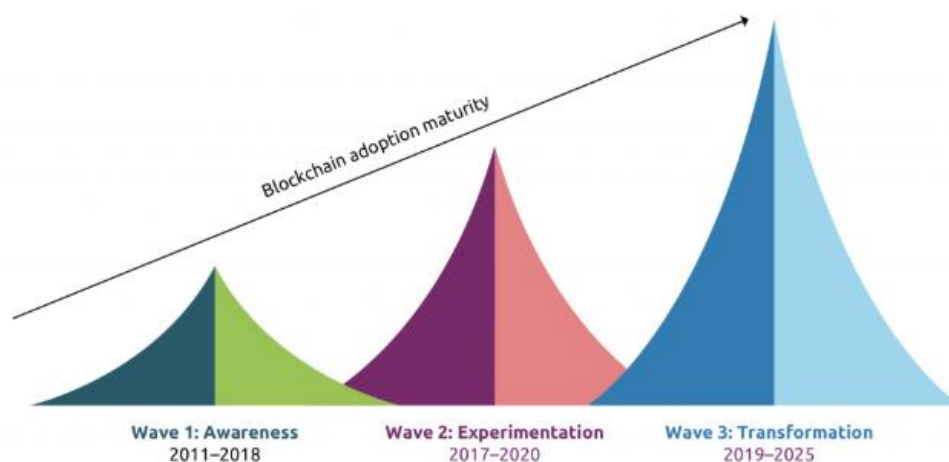


Fig 2.3: Le tre waves di sviluppo (Capgemini, 2018).

2.2 La geopolitica della blockchain

La blockchain sotto diversi aspetti ha delle caratteristiche rivoluzionarie, dirompenti, che possono essere destabilizzanti. Per questa e altre ragioni nel mondo si registrano modalità di approccio anche molto diverse tra loro. Ci sono Paesi o aree geografiche che hanno 'sposato' questa causa (per esempio Dubai,

Estonia, Singapore), mentre altri stanno sviluppando un approccio molto attento e pragmatico, con un intenso lavoro a livello di studio di nuove normative appropriate alla gestione di un fenomeno così innovativo (come la Svizzera, l'Austria, Malta, Liechtenstein, Gibilterra, il Regno Unito).

C'è poi l'Europa che sta cercando una sua dimensione con una serie di iniziative tra cui la European Blockchain Partnership, iniziativa che riunisce 23 Paesi europei per favorirne la collaborazione riguardo allo scambio di esperienze e di expertise, sia sul piano tecnico sia su quello della regolamentazione. Infine, ci sono Paesi che in questo momento guardano con perplessità o forse anche con scetticismo alla blockchain. L'Italia, con la Legge di Bilancio 2019, ha previsto una serie di investimenti a favore della diffusione della blockchain e dell'Intelligenza Artificiale e ha poi istituito un team di esperti con una iniziativa del Ministero dello Sviluppo Economico che collaboreranno per la definizione di una strategia nazionale di sviluppo di progetti blockchain e di Intelligenza Artificiale.

L'altro significativo tema a proposito di implementazione riguarda l'atteggiamento che occorre seguire per avvicinarsi alla Blockchain, per sceglierla e per implementarla. La blockchain non è un prodotto già 'pronto per l'uso', è molto difficile standardizzarla e c'è bisogno di una strategia che si deve costruire, spesso con lo sviluppo di competenze interne, per bilanciare obiettivi specifici e la Governance propria di ogni impresa.

2.3 I Principali ambiti applicativi della blockchain in Italia e nel mondo

Di seguito vengono analizzati i diversi ambiti applicativi in cui la blockchain può portare miglioramenti rispetto alle situazioni in essere con la possibilità di ridefinire i rapporti tra produttori e consumatori/utilizzatori. L'ordine in cui sono proposti i vari settori di impiego segue una sorta di gerarchia che parte dai business storicamente più interessati alla tecnologia o in cui essa ha già permesso di implementare soluzioni di successo e prosegue verso quelli in cui le potenzialità sono ancora oggetto di studio e non alla portata di tutti i player.

2.3.1 Banche e finance

La finanza e l'economia sono il primo settore di impiego della tecnologia blockchain, infatti, permettendo velocità e affidabilità nelle transazioni ed eliminando la necessità di un ente super partes che si fa garante dell'autenticità dell'operazione, per banche e istituti finanziari sta diventando quasi indispensabile accaparrarsi una posizione di prima linea in questo nuovo mercato pieno di opportunità su cui investire.

Proprio per questo tra i principali investitori in startup che si muovono nell'ecosistema blockchain troviamo banche e istituti noti e operanti a livello mondiale.

Nel caso delle banche, l'approccio utilizzato si può dividere in quattro grandi linee d'azione:

1. Sviluppo interno di blockchain per la creazione di private Ledger o piattaforme di money transfer per garantire maggior rapidità e sicurezza nelle transazioni ai propri clienti;
2. Individuazione di partnership con imprese specializzate sulla blockchain per il mondo bancario allo scopo di dare vita a progetti di collaborazione e arrivare a disporre delle competenze necessarie che l'istituto non possiede internamente;
3. Open innovation con investimenti in startup o con acquisizioni di imprese che possono portare competenze e soluzioni;
4. Adesione a grandi consorzi sia di tipo bancario sia cross-sector per accelerare lo sviluppo o il passaggio in produttività disponendo di standard condivisi.

Tra i principali istituti di finanziamento che stanno conducendo ricerche in questo senso, la britannica Barclays e la svizzera UBS hanno pubblicamente ammesso di esser coinvolte nella sperimentazione di tecnologie blockchain per accelerare funzioni di back office e di gestione, con la prospettiva di volerla estendere successivamente a diversi ambiti operativi. Tra le altre, Bank of England, risponde con la creazione di una serie di team di sviluppo all'interno della propria organizzazione.

In qualità di early adopter, all'incirca 300 istituti a livello globale hanno intrapreso la via della cooperazione costituendo un consorzio privato nel

settembre del 2018, noto come R3, con l'obiettivo di sviluppare una piattaforma blockchain open source, Corda, e una versione commerciale della stessa utilizzabile a livello industriale che fornisce servizi di vario genere, da quelli finanziari di base, ai sanitari, all'ambito assicurativo. Durante lo scorso dicembre anche l'italiana Intesa Sanpaolo si è aggiunta al consorzio, mentre Unicredit nell'agosto 2018 ha annunciato di aver completato con successo la prima transazione internazionale su piattaforma *we.trade*, una piattaforma a blocchi che mette in contatto le parti tramite attivazione automatica di pagamenti al verificarsi di predefinite condizioni (Smart Contract), offrendo a piccole e medie imprese una gestione economica e sicura delle transazioni nazionali e internazionali.

La startup inglese Thought Machine, fondata da un gruppo di ex-Google, ha ideato e realizzato una piattaforma cloud-based, nota come VaultOS, per permettere alle banche di potere gestire qualsiasi tipo di servizio erogato in maniera completamente automatizzata e molto più economica. Bank of America ha depositato presso lo U.S Patents and Trademark Office (USPTO) 15 brevetti correlati alla blockchain volti a sviluppare sistemi più accurati di identificazione dei rischi legati all'uso delle criptovalute.

In sintesi, all'interno dell'ambito del finance, stando a quanto reso pubblico nello scorso anno dal World Economic Forum in un report pubblicato sulla rivista Forbes, i pagamenti e trasferimenti di denaro gestiti tramite una logica decentralizzata sarebbero tra le funzioni più apprezzate da diversi istituti di credito, in quanto permetterebbero alle banche di poter velocizzare notevolmente le operazioni di routine che tutt'ora comportano una componente di attività burocratica e time-consuming ingente. Secondariamente, la garanzia di inviare dati in maniera corretta, verificando l'autenticità del mittente e del destinatario, è un'altra funzione reputata indispensabile per il buon funzionamento di un istituto di finanziamento.

I registri distribuiti, come dimostrato nel capitolo precedente, sono più robusti rispetto ai sistemi tradizionali, per cui l'intrusione e la manomissione di informazioni implica l'alterazione del registro di tutti i nodi della rete, operazione molto onerosa, il che porta a ridurre la probabilità di hackeraggio di una struttura blockchain. In linea con ciò, un rapporto di Goldman Sachs (Goldman Sachs,

2019) attesta come, eliminando la dipendenza da mediatori, si abbassano i potenziali problemi di sicurezza, dall'hackeraggio, alla corruzione.

2.3.2 Assicurazioni

Sebbene secondo diverse fonti sia annoverabile all'interno dell'ambito finance, il settore delle assicurazioni, può, secondo altri, essere considerato a parte. Indiscutibile l'interesse che si sta sviluppando anche all'interno di questo ambito attorno al tema blockchain.

Come evidenziato da uno studio condotto da Ernst Young (Ernst Young, 2017), un aspetto di questo settore in cui la blockchain può positivamente intervenire è proprio quello relativo all'accesso in tempo reale a notifiche riguardanti dati e mutamenti degli stessi che vengono poi elaborati all'interno di reportistiche in modo tale da poter offrire al cliente servizi e prodotti che meglio si adattano al contesto e alle sue necessità. In altre parole, si tratta di riuscire a reperire dati sicuri sui propri clienti, sulle loro priorità e preferenze, così come dati da terze parti, e, adottando strategie di Big Data Analytics, è possibile elaborarli e ottenere informazioni che possono permettere di prevenire frodi e gestire il rischio in modo più efficace.

Recentemente, la startup Stratumn, la società di consulenza Deloitte e il fornitore di servizi Lemonway hanno presentato assieme LenderBot, una micro-assicurazione abilitata alle tecnologie blockchain. Si tratta di un prodotto pensato per tutelare i clienti di servizi appartenenti all'ambito ormai globalmente diffuso della sharing economy. Si pensi per esempio ad aziende come AirBnB, che permettono ad alcuni utenti di mettere a disposizione locali e immobili ad altri che ne usufruiscono per un tempo stabilito. Il punto critico in questo scambio sta nell'impossibilità di assicurare i propri valori e beni su queste piattaforme; nasce per questo LenderBot, che permette di sottoscrivere micro-assicurazioni personalizzate semplicemente chattando tramite l'App Messenger di Facebook, eliminando la necessità di una terza parte garante del contratto sottoscritto.

2.3.3 Soluzioni per i pagamenti digitali

Le opportunità di investimento nella tecnologia blockchain in questo settore sono innumerevoli, anche se ancora molti aspetti devono essere migliorati, la velocità di transazione, per esempio, che si attesta su valori ancora al di sotto di quelli richiesti dal mercato.

Tra le tante opportunità, la compravendita immobiliare potrebbe trarre discreti vantaggi dall'utilizzo di queste tecnologie. Se si pensa infatti che in una transazione di questo tipo i principali ostacoli sono rappresentati dalla mancanza di trasparenza, dall'eccessiva burocratizzazione, (quindi la sovrabbondanza di carte e documenti da compilare) dalle possibili frodi ed errori nei registri cartacei, si può facilmente intuire quali vantaggi possa portare l'adozione di una piattaforma blockchain per condurre queste operazioni. L'uso di database decentralizzati in questo settore può aiutare a registrare, monitorare e trasferire titoli fondiari, atti di proprietà, privilegi, etc. e contribuire a verificare l'autenticità e la correttezza di un documento in tempi molto brevi.

In questa direzione Ubitquity, piattaforma fondata nel 2015, offre ai suoi utenti una semplice interfaccia per poter gestire in maniera completamente trasparente i documenti relativi a contratti di proprietà per tutti i diversi stakeholders della transazione.

Un'altra pratica che si sta diffondendo grazie al supporto della blockchain riguarda la gestione di concessioni di beni in leasing in modo completamente autonomo, senza il coinvolgimento di terze parti. In sostanza, il soggetto interessato sceglie, per esempio, l'auto che preferisce e la transazione viene inserita nel registro pubblico della blockchain che viene aggiornato con le informazioni dell'acquirente e quelle del proprietario.

2.3.4 Le potenzialità dell'Agrifood

Nel capitolo precedente è stato sottolineato come, durante una transazione che avviene sulla blockchain, tramite Timestamping viene 'marcato' il blocco di transazioni con data e ora e l'Hash di tutto il blocco si arricchisce delle informazioni di questa nuova componente. Se l'operazione coinvolge lo

spostamento di una certa quantità di moneta virtuale, Bitcoin per esempio, la storia di questa moneta viene aggiornata con i dati del nuovo scambio e quindi costituirà una sorta di curriculum, che contiene in modo indelebile ogni passaggio subito dal Bitcoin. Se al posto della moneta si pensa di avere un chicco d'uva per esempio, o un kg di filo di cotone, si può immaginare quali potenzialità ne derivino.

Si ha quindi l'opportunità di tracciare tutta la storia della materia prima, dalla raccolta del frutto, al tavolo del ristorante o alla bottega del retailer e diventa così accessibile e visibile a tutti gli attori della Supply-Chain. Si risolverebbero in tale maniera una serie di problemi legati all'identità univoca e alla trasparenza.

Molte aziende agricole nell'ultimo decennio hanno posto l'accento sulla tracciabilità di tutte le trasformazioni che avvengono lungo la catena produttiva del singolo prodotto. A questo proposito la struttura blockchain fornisce un supporto vantaggioso a chi vuole raccontare la storia del proprio lavoro.

Ecco quindi che i benefici della blockchain risultano particolarmente rilevanti per l'industria di trasformazione e per tutte quelle attività fortemente legate alla certificazione, come quelle del settore alimentare appunto. Chiunque appartenga alla filiera, dal produttore di materia prima al provider logistico, a tutti i livelli potrà aggiungere informazioni preziose alla storia del prodotto e visualizzare i dati immessi dagli altri enti. Di tutto ciò ne beneficerà il consumatore finale, che vuole sempre più esser coinvolto riguardo quel che avviene nelle fasi antecedenti l'acquisto del prodotto.

Secondo un report di Gartner (Gartner, 2019), entro il 2025 il 20% dei 10 principali retailer mondiali del comparto alimentare utilizzerà la blockchain per la sicurezza alimentare e la tracciabilità per creare visibilità su produzione, qualità e freschezza.

Alcuni player hanno già sperimentato la blockchain in questo senso e stanno sviluppando best practice. Ad esempio, il gigante americano della vendita al dettaglio Walmart ha già eseguito alcuni test per utilizzare la blockchain al fine di tracciare ogni singolo passaggio di proprietà che i suoi prodotti subiscono prima di arrivare sugli scaffali del negozio. Questo porterebbe l'azienda a identificare in maniera più veloce eventuali frodi o danni subiti dalla merce e bloccarne le fasi

successive limitando quindi le relative ripercussioni sul cliente finale. Anche altri marchi alimentari, come Unilever e Nestlé, stanno sfruttando la blockchain per tracciare la contaminazione degli alimenti.

La Fondazione Gordon e Betty Moore, a cui diedero vita il co-fondatore di Intel Gordon Moore e la moglie Betty per promuovere aspetti come la scoperta scientifica innovativa, ha commissionato ad Accenture uno studio per esplorare la fattibilità della blockchain riguardo alla tracciabilità end-to-end della Supply-Chain nel settore alimentare. Ne deriva il report (Accenture, 2019) in cui si esaminano opportunità e sfide di implementazione di questa tecnologia emergente, compresi vantaggi economici e ambientali e considerazioni più ampie riguardo ecosistema e Governance. Nello specifico, sono state indagate quattro commodities (carne di manzo e soia brasiliani, tonno selvatico indonesiano e gamberi allevati in Thailandia), selezionate a causa della loro dimensione significativa sul mercato e dell'impatto ambientale. Il report sottolinea come un crescente numero di progetti pilota mostri come la blockchain possa permettere al network di registrare, verificare e tracciare efficientemente i beni trasferiti tra parti distanti connesse tramite Supply-Chain. In tutte e quattro le commodities prese in considerazione la blockchain sembra rappresentare un ottimo fit per ridurre i costi, acquisire efficienza e ottenere velocemente informazioni da tutti i nodi della rete. Tuttavia, il report mette in luce anche come sia necessario uno studio approfondito prima di implementare la blockchain. Infatti, in certe specifiche situazioni, se la blockchain non è al momento implementabile su tutta la Supply-Chain, dovrebbe essere prioritizzata la sua attivazione almeno su una porzione, quella con valore maggiore, del network.

2.3.5 Blockchain nel retail

Come discusso in questo capitolo, i pagamenti digitali possono trarre interessanti benefici dall'implementazione di un network blockchain, perciò anche il pagamento in negozio, se esteso alle monete virtuali permetterebbe ai clienti di risparmiare tempo e anche denaro. Il settore della vendita al dettaglio costruisce il suo business attorno alla fiducia che il cliente ripone nel sistema di vendita scelto,

motivo per cui Amazon risulta essere tra le prime scelte di chi vuole fare shopping online. Tuttavia, se si prova a pensare ad un sistema di vendita che permette di mettere in contatto direttamente acquirente e venditore senza intermediari, diversi sono i benefici che entrambe le parti possono trarre. Startup come Open Bazaar stanno studiando utility basate su registri distribuiti, in cui cliente e venditore vengono messi in contatto senza oneri di intermediazione associati. In questi casi la fiducia nel sistema è garantita dal sistema stesso, ossia dalle catene di blocchi che lo costituiscono.

Open Bazaar è nata nel 2014 nella forma di un open-source software, scaricabile sul proprio personal computer o dal proprio Smartphone, che si trasformano quindi in un nodo della rete. Gli utenti hanno a loro disposizione una piattaforma di e-commerce, come potrebbe essere eBay, ma decentralizzata in una rete peer-to-peer, in cui le persone interagiscono direttamente tra di loro, senza commissioni da pagare agli intermediari come eBay o Amazon. Al momento del lancio della versione 2.0 della piattaforma a fine 2017, il network registrava oltre 40.000 nodi accesi in tutto il globo. Inoltre, Open Bazaar ha permesso ai propri clienti di utilizzare come mezzo di scambio alcune criptovalute, listandone oltre 50. Non mancano però le critiche e le preoccupazioni di chi vede in questi sistemi una maniera più veloce ed efficiente anche per scambi illegittimi e sviluppo dei relativi mercati, ancora più se, come nel caso di Open Bazaar, agli utenti viene garantito l'anonimato. Tuttavia, gli sviluppatori fanno sapere che la regolazione è interna alla piattaforma e basata su un meccanismo di feedback e reputazione dei nodi in cui ciascuno può recensire gli altri e quindi scegliere di visualizzare solamente determinati nodi nella sua rete.

La fiducia tra i membri del network rimane comunque la questione fondamentale di queste piattaforme, perciò i loro sviluppatori hanno ideato diverse funzionalità. Una di queste sono gli account a firma multipla, tramite cui quando un acquirente e un venditore si accordano su un prezzo, il software crea un contratto con le loro firme digitali e lo manda ad una terza parte, una sorta di mediatore, che a sua volta lo firma. A questo punto si crea un account Bitcoin a firma multipla che richiede almeno due delle tre parti per essere sbloccato. Quando il venditore ha spedito la

merce e l'acquirente l'ha distribuita firmano il contratto e il pagamento viene sbloccato.

Come presentato al punto precedente, le principali aree di interesse nel settore del retail afferiscono alla necessità di trasparenza della Supply Chain, ottenendo minori rischi di contraffazione e consumatori finali in grado di verificare in ogni istante tutte le caratteristiche del prodotto (ad esempio provenienza, specifiche di materiali e componenti, ecc.). Utilizzando il tracciamento e la certificazione dei meccanismi di autenticità, la blockchain permette al cliente di comprendere e scoprire la storia dietro a un prodotto.

Juniper Research ha prodotto recentemente una nuova ricerca (Juniper Research, 2019) in cui ha rilevato come i ricavi annuali derivanti dalla Blockchain sul tracking delle attività retail saliranno a ben 4,5 miliardi di dollari entro il 2023. Secondo questo studio, infatti, la versatilità della blockchain riesce a offrire ai rivenditori una trasparenza nella catena di fornitura, nella gestione della fidelizzazione dei clienti e nell'efficienza operativa e, tra gli altri vantaggi, porta anche ad un'adozione più rapida rispetto ad altri settori. I rivenditori poi sono avvantaggiati perché possono optare per diversi approcci di implementazione. Il report, infatti, sottolinea come, mentre alcuni rivenditori (per esempio Alibaba o JD.com) stanno lanciando le proprie piattaforme BaaS (Blockchain-as-a-Service, ossia piattaforme che offrono al cliente pagante l'utilizzo della stessa), altri (incluso Walmart) hanno scelto di collaborare con fornitori esterni specializzati.

2.3.6 Blockchain nella Supply Chain

Quanto detto per il settore agricolo e del retail può essere esteso in generale per il settore manifatturiero, in particolare per sviluppare tecnologie in grado di supportare la trasformazione dell'azienda in ottica Industry 4.0. Aree core come produzione, logistica e operations necessitano di tecnologie affidabili che consentano di avere a disposizione una enorme quantità di dati in tempo reale e di poter scremare all'interno di questi solamente quelli più significativi per il processo produttivo in essere.

Non si vuole presentare al momento ulteriori dettagli a questo proposito in quanto il capitolo 4 avrà come oggetto una completa disamina di opportunità e rischi legati all'ambito Supply Chain.

2.3.7 Blockchain nell'Internet of Things

Un altro modello di sviluppo che sta velocemente diffondendosi nel tessuto industriale è quello dell'Internet of Things (IoT in breve), ossia l'interconnessione di dispositivi in modo tale che possano scambiare dati tra di loro. La blockchain a questo proposito offre la possibilità di poter riconoscere la sorgente che invia dati e quindi autorizzare l'operazione, garantendo uno scambio sicuro e inviolabile e allo stesso tempo veloce di informazioni tra oggetti connessi.

Il panorama dell'IoT prevede, secondo diverse fonti, una crescita vorticoso che porterà ad avere più di 20 miliardi di device collegati entro il 2020. Una rete di IoT può trovare quindi nella blockchain la possibilità di identificare in modo rapido e sicuro gli oggetti interconnessi tra di loro, eliminando la necessità di dover avere delle persone dietro agli oggetti, che ne permettano il riconoscimento e attivino quindi lo scambio. In secondo luogo, si permette così alle imprese nel mondo B2B e agli utenti nel B2C la conoscenza della storia completa di tutti i componenti, con i passaggi di proprietà.

Ad esempio, in progetti che riguardano la manutenzione predittiva è fondamentale disporre di strumenti in grado di garantire l'identità di ciascun componente coinvolto in un prodotto complesso, quale una macchina automatica destinata alla produzione. La conoscenza della storia di ciascun componente è di enorme importanza al fine di analizzare i fattori di rischio e definire le modalità di intervento.

L'idea di IBM è proprio quella di fondere l'IoT con la blockchain e ha preso vita nel 2015 tramite il progetto ADEPT (Autonomous Decentralized Peer-to-Peer Telemetry Proof-of-Concept) in collaborazione con Samsung con cui sono stati realizzati Smart Contract su struttura Ethereum. Con ADEPT si è costituita una rete decentrata di dispositivi IoT che poggia su di un registro pubblico tramite cui comunicano tra di loro gestendo in modo autonomo la questione del

riconoscimento. Il sistema poggia su tre protocolli open source distinti: Telehash per la messaggistica, BitTorrent per il file sharing ed Ethereum per funzioni di coordinamento dei device come per esempio la registrazione, l'autenticazione e la gestione delle regole per l'avvio delle operazioni e per l'autorizzazione di eventuali transazioni. Grazie all'implementazione di queste soluzioni, per esempio, la lavatrice connessa W9000 ha sviluppato la capacità di acquistare autonomamente il detersivo nel momento in cui finiscono le scorte, richiedere interventi di manutenzione, ordinando eventuali parti di ricambio e ottimizzare i cicli di lavaggio per abbattere i consumi energetici. Questo per quanto riguarda le applicazioni B2B. Ma disponendo di un ampio display interattivo e della connessione con la mobile app specifica a disposizione dell'utente, la macchina può anche visualizzare messaggi pubblicitari contestuali alla situazione d'uso, permettendo a fornitori di servizi e beni collaterali di inserirsi opportunamente nel dialogo tra device ed essere umano. Tutte funzioni gestite senza l'introduzione di un blocco centrale di elaborazione che orchestri o medi le attività del dispositivo rispetto al contesto in cui è inserito.

2.3.8 Blockchain nella sanità

Se applicata al settore pubblico, la blockchain consentirebbe di dare vita a strutture più snelle, veloci e precise in termini di stoccaggio, reperimento e aggiornamento di dati e informazioni. Nell'ambito della sanità si potrebbe realizzare nello specifico la vera centralità del paziente, coordinando in maniera sincronizzata tutte le azioni mediche che lo interessano.

In generale, a parte ospedali, cliniche e servizi di cura, le altre principali aree di interesse per la sanità sono rappresentate dalle aziende biotecnologiche, fornitrici di tecnologie mediche, dalle aziende farmaceutiche, assicurative e clienti; mentre le applicazioni più interessanti coinvolgono transazioni finanziarie, Smart Contract, digital identity e tenuta di registri contabili.

Grazie alla blockchain, per esempio, i pagamenti per servizi sanitari individuali possono essere eseguiti in modo diretto e tempestivo. Le catene di approvvigionamento dei farmaci, soprattutto di quelli ad alto valore, possono

essere documentate e trattate in modo trasparente, facilitando la prevenzione delle frodi e delle contraffazioni. Le identità dei soggetti in cerca di trattamenti sanitari individuali e dei fornitori di servizi possono essere determinate con facilità escludendo il rischio di falsificazioni.

La tecnologia blockchain permetterebbe di dare vita ad un sistema condiviso, veloce e inviolabile in cui il personale sanitario potrebbe registrare, modificare e verificare le informazioni del paziente. Se si pensa che i servizi sanitari sono erogati da una molteplicità di strutture con sistemi di gestione, infrastrutture e in generale 'storie' digitali anche molto diverse, si intuisce come possa accadere che le informazioni di un paziente che riceve una prestazione in una di queste strutture possano andare perdute, o non venire registrate in modo che qualsiasi altra struttura possa in futuro accedervi e visualizzarle, comportando una perdita di efficienza e di efficacia per la cura del soggetto.

Questo problema della molteplicità delle fonti nel mondo sanitario si riflette per esempio nell'assenza di un registro unico nazionale per quanto riguarda le prescrizioni terapeutiche farmacologiche, ma si devono coordinare più sorgenti spesso tra loro frammentate. A tale proposito un sistema di gestione sicuro e decentralizzato in cui ogni istituto sanitario può accedere e visualizzare le informazioni relative a un paziente, può essere una risposta interessante in termini di velocità di accesso, rendendo più efficace e tempestivo il servizio.

La startup americana Gem ha realizzato e presentato nel 2017 il primo sistema blockchain sviluppato appositamente per il settore sanitario, Gem Health, che tramite un database decentralizzato permette di offrire un trattamento personalizzato ma allo stesso tempo a costi contenuti, seguendo e condividendo a livello globale gli standard, ma senza compromettere la privacy e la sicurezza del dato grazie ad un sistema di accesso multi-firma e multi-fattore per la verifica delle informazioni.

2.3.9 Blockchain nella Pubblica Amministrazione

Le potenzialità della blockchain nel settore pubblico sono enormi se si considera soprattutto che grazie a questa tecnologia ogni cittadino potrebbe veder creata e

condivisa una propria identità digitale, sistema con cui si potrebbero ottenere diversi vantaggi quali rendere più difficile l'evasione fiscale, avere un maggiore controllo sull'identità dei cittadini e quindi combattere la criminalità. Pubblica amministrazione e sistema welfare sono i settori nei quali le tecnologie blockchain possono contribuire a semplificare le lunghe procedure burocratiche per ottenere, ad esempio, l'erogazione di aiuti pubblici solamente nelle situazioni in cui effettivamente sussistono le condizioni stabilite per legge, riducendo fenomeni di truffe.

Su questo modello la società GovCoin Systems, con sede nella City (Londra), supporta il governo inglese nella distribuzione degli interventi a sostegno dell'inclusione delle fasce più svantaggiate della popolazione del Regno Unito.

Tramite lo sviluppo di registri distribuiti, la pubblica amministrazione potrebbe mantenere sotto controllo alcune specifiche situazioni di norma difficilmente gestibili. Si pensi per ipotesi al mercato della compravendita di armi: tramite blockchain si potrebbero sviluppare registri pubblici più sicuri in cui ai candidati non ritenuti idonei viene impedito l'acquisto di armi o l'ottenimento di un porto d'armi. Un passo successivo potrebbe essere quello di collegare a questi registri le cartelle cliniche di tutti gli individui, rendendo quindi molto più veloce per le forze dell'ordine la ricerca di soggetti con profilo psicologico debole che potrebbero essere più inclini alla violenza e possessori di un'arma.

La startup americana Blocksafe a questo proposito sta costruendo un network blockchain per la condivisione e il mantenimento di dati IoT, in particolare permette di tenere traccia della posizione della propria arma nel mondo, limitando il numero di casi di violenze che hanno come punto di partenza il furto di un'arma.

Una delle applicazioni senz'altro più interessanti nell'ambito pubblico riguarda l'uso di strutture blockchain per rendere più sicuro il voto elettorale, in particolare il voto elettronico che da tempo è oggetto di diverse sperimentazioni in quanto permette di rendere più veloce l'intero sistema di votazione ma allo stesso tempo il problema della sicurezza rimane un ostacolo all'implementazione. Infatti, la manipolazione dell'opinione pubblica tramite violazione dell'identità dei cittadini o intrusioni nei sistemi di analisi dei dati sono le principali minacce che

scaturiscono dal rendere digitale un'operazione che tutt'oggi viene implementata ancora manualmente in prima persona.

Come si sta dimostrando in diversi Paesi, la risposta a questo problema può venire dalla blockchain. Secondo la società CB Insight, che ha monitorato i vari passaggi che si susseguono in caso di e-voting (voto elettronico), il Digital Voting Journey si svolgerebbe come indicato in Fig 2.4.

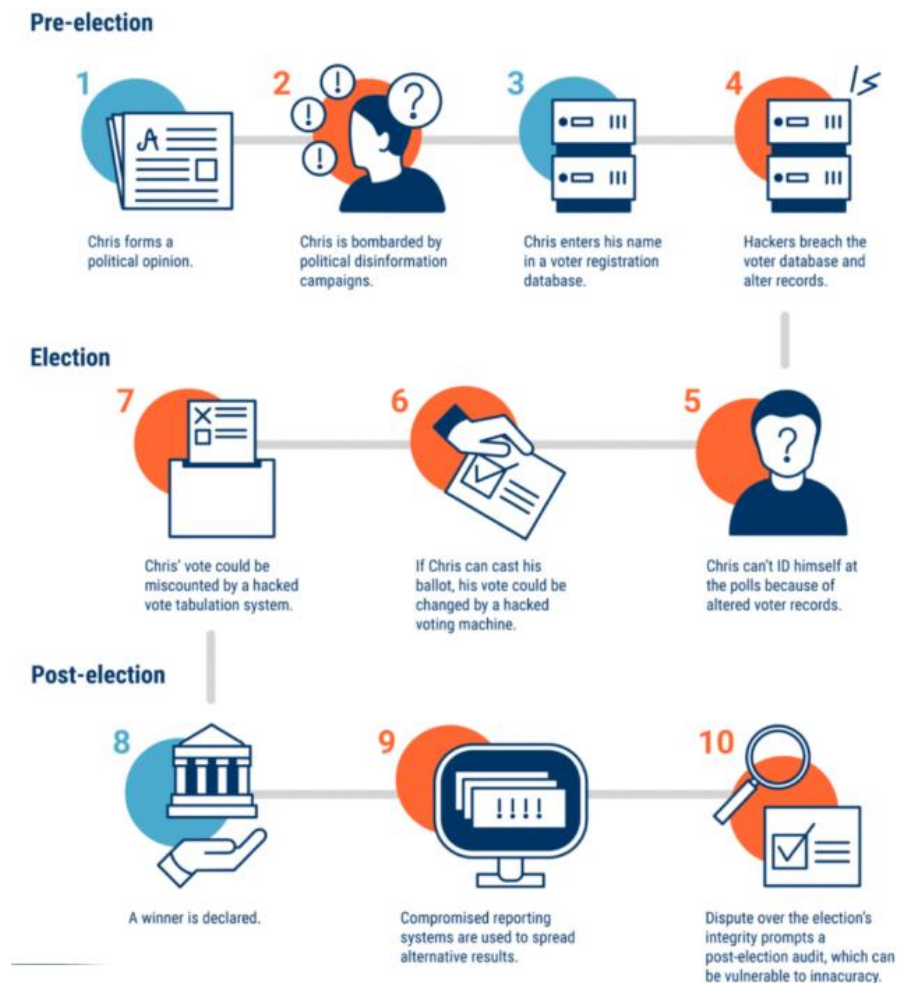


Fig 2.4: I passaggi che portano un cittadino alla formazione di una propria opinione e infine al voto elettorale digitale (Digital Voting Journey secondo CB Insight)

I pericoli che derivano da un sistema di voto elettronico sono presenti già nella fase precedente alla votazione, quando il cittadino viene letteralmente bombardato di notizie appositamente alterate per influenzare la sua opinione. Successivamente, operazioni di hacking possono modificare l'effettiva scelta di un individuo generando in ultima istanza dispute post-elettorali e controversie. Introducendo un approccio di tipo blockchain si può giungere ai seguenti miglioramenti:

- Prima delle elezioni i rischi di influenza mediatica possono essere ridotti tramite appositi strumenti crittografici che 'filtrano' le notizie provenienti da alcune fonti, gestendo la quantità e la qualità delle informazioni che ogni utente può ricevere;
- Durante la fase di voto vera e propria viene verificata l'identità dell'elettore e l'unicità del suo voto;
- Dopo il voto è possibile effettuare degli audit per il conteggio dei voti garantendo trasparenza e immutabilità delle scelte effettuate dai cittadini.

Follow My Vote è una applicazione per l'e-voting sviluppata in America che si appoggia sulla tecnologia blockchain, permettendo così ai suoi utenti di accedere direttamente dall'applicazione installabile su smartphone ad un'area privata in cui essi si possono autenticare anche grazie alla webcam e successivamente votare e seguire in tempo reale i risultati delle elezioni, senza la minaccia di vedere alterato il proprio voto.

Questo sistema è già stato testato durante le ultime votazioni americane nel novembre del 2016 in parallelo al sistema tradizionale di voto dimostrando di essere una soluzione sicura e inviolabile in cui ciascun utente può tenere traccia della propria scelta e del percorso (virtuale) che essa subisce per venire conteggiata e immagazzinata in maniera sicura.

2.3.10 Scuola e mondo accademico

Nell'ambito accademico, a tutti i livelli, nonostante la digitalizzazione abbia reso più immediate alcune procedure, i controlli manuali e le attività burocratiche sono ancora le più time consuming. Inoltre, la contraffazione di certificati è una delle frodi più frequenti ai danni di studenti e docenti. Che sia una laurea alla prestigiosa università britannica di Oxford, o un certificato da pilota dell'esercito o un premio Pulitzer, il mercato dei falsari non conosce crisi, in Italia e all'estero. Secondo varie ricerche pubblicate dalla BBC lo scorso anno, gli Stati Uniti sono al centro del mercato legato a università false e diplomi di laurea contraffatti con circa 800 istituti già identificati come fasulli e molti altri sotto inchiesta. Scandali relativi a studenti 'turbo', così chiamati per la velocità nel concludere il loro percorso di studi, sono scoppiati nel nord Europa

Si tratta quindi di un fenomeno da non sottovalutare, non solo per i danni recati a coloro che professano correttamente l'attività di docente o sostengono gli esami regolarmente, ma soprattutto per i danni che possono derivare da questi certificati falsi. Fingersi medico con una laurea falsa può provocar gravi problemi di salute e persino vittime tra i pazienti; una laurea in ingegneria non autentica abilita il falso ingegnere a disegnare o dirigere lavori di edifici che non rispettano le regole di sicurezza del settore. Inoltre, le lauree false possono fornire una copertura a criminali di vario genere, permettendo loro di infiltrarsi all'interno di una ditta concorrente per scopi di spionaggio industriale, per esempio. Un falso certificato di studio può coprire affiliati a gruppi terroristici che riescono ad infiltrarsi in servizi pubblici vulnerabili.

Diversi istituti quindi tentano di limitare il fenomeno con contromisure di vario tipo, dal divieto di pubblicare foto con il proprio diploma sui social, ai certificati con QR code, fino all'innovativo programma avviato in primis dal prestigioso Massachusetts Institute of Technology (MIT) americano e ripreso poi da alcuni atenei di tutto il mondo, tra cui l'università di Cagliari, prima in Italia, durante la sessione di laurea del luglio 2018. Per la prima volta infatti l'ateneo sardo ha utilizzato la tecnologia blockchain per autenticare i certificati di laurea della facoltà di informatica tramite il sistema fornito dalla piattaforma Ethereum. Il

certificato in questione viene quindi elaborato proprio come uno Smart Contract, un contatto automatico che si attiva in maniera autonoma al raggiungimento di condizioni prestabilite dagli utilizzatori. Ad ogni sessione di laurea quindi verranno generati certificati digitali registrati sulla blockchain di Ethereum e disponibili per chiunque voglia verificarne l'autenticità, senza la necessità di particolari dotazioni.

Sempre in questo ambito, Cineca, in collaborazione con l'Università Milano Bicocca, ha sviluppato un nuovo sistema di certificazione basato su blockchain per garantire l'autenticità del titolo di laurea. Il nuovo sistema è stato presentato lo scorso 25 gennaio a Milano Bicocca, nel corso del convegno *La certificazione blockchain nell'education*. Esso garantisce la notarizzazione dei titoli di studio introducendo lo standard Blockcerts sviluppato dal MIT: in questo modo il titolo sarà verificabile in tempo reale sul web, senza passare da richieste agli atenei e trafile burocratiche.

Inoltre, c'è chi ha inteso i benefici derivanti dalla decentralizzazione forniti dalla blockchain e ha così immaginato un tipo differente di università, più 'distribuita' e democratica. L'idea ha portato nell'autunno del 2018 alla nascita della Woolf University, costola della celeberrima Oxford University, una sorta di piattaforma in cui gli studenti ricevono gli insegnamenti dai docenti e superano gli esami al fine di conseguire il titolo finale. Le lezioni sono presentate in forma di on-line classroom, ma anche le più tradizionali in ambiente fisico vengono mantenute. Tutto ciò si muove nella direzione di voler eliminare l'ingombrante intermediario dell'università, intesa come sistema burocratico, fatto di procedure e tempistiche da rispettare. Inoltre, permette la gestione di dati in maniera più sicura, evitando di incorrere in falsificazioni di documenti come discusso prima, ed efficiente, con notevoli risparmi dall'utilizzo di un sistema che automatizza le procedure amministrative. Una serie di chiavi di check-in immediate (un pulsante da premere su smartphone per esempio) per studenti e docenti attivano Smart Contract validando la partecipazione dello studente ad una lezione e il completamento di un esame. Tutto ciò che l'università necessita di registrare viene effettuato tramite WOOLF Token, in breve una mobile app che consente di verificare la presenza di determinate condizioni, quindi attivare l'insegnamento,

gestire i pagamenti, etc. Per esempio, in un tutorial erogato in forma individuale online, ossia tra un docente e uno studente, entrambi dovranno confermare la loro presenza tramite l'applicazione; ciò farà immediatamente attivare uno Smart Contract nel network blockchain di Woolf, quindi l'insegnante riceverà il suo pagamento e lo studente riceverà i crediti della lezione al termine di questa e data la trasparenza del registro pubblico, ognuno in qualsiasi momento potrà controllare queste informazioni.

2.3.11 Blockchain nello sport

Seppure un mercato più elitario, quello dello sport potrebbe diventare un nuovo bacino di investimento per le tecnologie Decentralized Ledger, infatti, decentralizzando il processo di finanziamento della carriera di un atleta, per esempio, fan e supporters possono acquistare una partecipazione finanziaria che assume valore in relazione al rendimento e alla carriera di una stella dello sport.

La prima pietra in questo senso è stata posta dalla americana FCFL, Fan Controlled Football League, un esperimento che mira a reinventare il rapporto tra tifosi e sport, fornendo ai primi il pieno controllo della propria esperienza da spettatori tramite la produzione dei cosiddetti Fan Token. Questi Token rappresentano il controllo che ciascuno spettatore ha sulla FCLF: più un fan guarda le partite o da prova del suo interesse, più Token acquisisce e più decisioni può prendere, dalla scelta del coach secondo lui più opportuno alla tattica da mettere in piedi durante il gioco. Si parla di una vera e propria 'democratizzazione' dello sport.

Riportando uno studio di SportTechX, i principali ambiti di applicazione della tecnologia blockchain nello sport possono ridursi a quattro: Performance, Management, Media&Fans, Betting. In primis la blockchain rischia di avere l'impatto maggiore sul management delle società sportive. Qui la gestione delle azioni e delle decisioni societarie ad esempio passerà attraverso piattaforme decentralizzate che permettono la vendita di azioni e diritti ai fan sparsi nel mondo in maniera rapida e sicura. Molti team hanno già concluso diverse partnership per l'utilizzo di criptomonete al fine di fornire soluzioni di pagamento per giocatori e dipendenti.

Se si pensa poi all'ambito del miglioramento della performance sportiva e promozione di uno stile di vita attivo, qui si trovano le interessanti proposte di Lympo, che propone una rivoluzione dell'intero ecosistema dell'healthy lifestyle, monetizzando i dati generati dagli utenti e le loro attività fisiche e performance giornaliere, creando un sistema di ricompense attraverso Smart Contract. Ogni utente può decidere di partecipare ad una sfida, per esempio una corsa di 5 km, quindi tramite tecnologia blockchain viene sottoscritto un contratto con il soggetto promotore, e al termine della corsa Lympo scaricherà i dati del tracking confermando il completamento della sfida. L'utente quindi potrà ricevere la sua ricompensa in forma di LYM Token. Una piattaforma che si presta non solo a trasmettere uno stile di vita sano ma che offre una nuova forma di marketing advertising a chi, come palestre o case produttrici di indumenti sportivi per esempio, intende promuovere i propri prodotti nel settore.

Un'altra nicchia è rappresentata dal settore Media&Fan che sembra essere quello in cui la tecnologia possa fornire maggiori possibilità di innovazione, a conferma di un trend innovativo che punta ad arricchire il fan engagement. La 'tokenizzazione' del fan system permetterà l'accesso a contenuti e servizi esclusivi, come il Jetcoin Institute dimostra, investendo e guadagnando dal successo del proprio atleta preferito. L'organizzazione ha già sperimentato questo approccio in molte situazioni, sia nel caso di atleti individuali, che per squadre, anche nel nostro Paese nel 2014 con la squadra di calcio Hellas Verona.

Inoltre, la blockchain potrebbe risultare lo strumento definitivo per eliminare il fenomeno della falsificazione dei biglietti in occasione degli eventi sportivi, garantendo anche una maggiore sicurezza all'interno degli impianti.

Per quanto riguarda il mondo del betting, ossia delle scommesse in ambito sportivo, la più grande innovazione apportata dalla blockchain consiste nell'eliminare la discrepanza tra grandi player ed utenti finali. Attraverso la rete infatti si riuscirebbe ad eliminare la figura dell'intermediario e dell'autorità, aumentando sia il numero di giocatori sia quello degli eventi su cui poter scommettere.

Gli ambiti di applicazione analizzati suggeriscono un'evoluzione a vantaggio dei piccoli investitori, cosa che andrebbe anche a vantaggio di piccole squadre o

federazioni con scarsa capacità finanziaria, dove ognuno avrebbe l'opportunità di dire la propria in un mercato decentralizzato e sicuro.

2.3.12 Car sharing e mobilità

Nell'ambito del car sharing la tecnologia blockchain si pone al servizio di quelle applicazioni che intendono proporsi come 'anti-Uber', ossia come l'opposto della centralizzazione. Si tratta di spostarsi dalla comune rete centralizzata utilizzata per chiamare i taxi, ad alcune applicazioni che i clienti possono interpellare per cercare altre persone che viaggiano su percorsi simili e utilizzare criptomonete per pagare il passaggio.

Da dicembre 2018 è operativo in Italia il servizio offerto da Helbiz, una startup statunitense. Già di per sé il servizio offerto è differente da quello di altri operatori presenti sul mercato perché non è presentato da una società con una flotta di auto ma si rivolge, invece, direttamente a ogni singolo automobilista, o possessore di scooter elettrico, che intende noleggiare il proprio mezzo per un breve lasso di tempo. L'obiettivo è creare una comunità di persone che condividono la propria auto con tutti gli iscritti. Altre società sono attive in Italia nel *car-sharing peer-to-peer*. Si tratta, per esempio, di Auting, azienda bolognese con cinquemila utenti e quasi mille vetture in strada a poco più di dodici mesi dalla sua fondazione, oppure della milanese Genial Move, operativa dall'autunno 2017. In pratica il loro servizio agevola e facilita la condivisione di un veicolo non utilizzato dal proprietario con persone iscritte a una piattaforma per la registrazione e il pagamento del servizio.

Helbiz, rispetto a quanto finora esistente sul mercato, alza l'asticella sfruttando la tecnologia blockchain. A differenza degli attuali car-sharing peer-to-peer dove le procedure prevedono, per esempio, lo scambio delle chiavi manuale o la sottoscrizione di contratti di condivisione, la startup americana punta tutto sugli smartphone e sul loro collegamento con una sorta di scatola nera legata alla centralina dell'auto. Infatti, basta iscriversi, tramite una app, al servizio offerto da Helbiz, per ottenere la chiave digitale necessaria ad accendere il veicolo. Dopo di che è la scatola, fornita in modo gratuito ai proprietari del veicolo, a controllare

tutto, dal funzionamento dell'auto ai chilometri percorsi fino a eventuali incidenti o necessità di soccorso. Ed è sempre la scatola a inviare i dati necessari per gli addebiti all'eventuale utilizzatore e per redigere un profilo dell'utente da condividere all'interno della comunità. È con le monete digitali che si paga e nello specifico con la HelbizCoin. Anche in questo caso basta accedere all'app e scegliere se convertire altre valute o acquistarla tramite le tradizionali carte di credito.

L'industria dei trasporti ha iniziato a muovere i primi passi a livello globale con la creazione del consorzio MOBI, acronimo di Mobility Open Blockchain Initiative, per coordinare e promuovere iniziative per l'utilizzo della Blockchain nei nuovi servizi digitali per la mobilità. La mission di questo consorzio è quella di definire delle linee guida coerenti su temi fondamentali per lo sviluppo della mobilità intelligente come la digital identity dei veicoli, le regole per l'utilizzo delle informazioni sull'utilizzo dei veicoli, le modalità di condivisione dei driving data piuttosto che la gestione delle transazioni legate a ride-sharing e car-sharing. MOBI si fa inoltre promotore della MOBI Grand Challenge 2018-2019, con l'obiettivo di guidare la rivoluzione dei veicoli a guida autonoma, in particolare studiando il modo in cui questi veicoli inviano e ricevono dati e coordinano i propri movimenti tramite la blockchain. MOBI vede la partecipazione di diversi operatori attivi, in un modo o in un altro, nel mondo dei trasporti. Si va dalle grandi case automobilistiche come Ford, General Motors, Renault e Bmw, a componentistica come Bosch e ZF Friedrichshafen, a società consulenza come Accenture o informatiche come IBM e tanti altri ancora, a dimostrazione di un'iniziativa volta a creare un vero e proprio ecosistema per lo sviluppo delle innovazioni digitali necessarie per una mobilità sempre più intelligente.

2.3.13 Musica

Il mercato della compravendita di prodotti e servizi discografici è uno dei più complessi da regolamentare e controllare, al punto che la diffusione di brani musicali su larga scala resa possibile dall'avvento del digitale ne ha comportato la smaterializzazione, e con la comparsa dei formati audio digitali come l'mp3, ha

reso 'liquida' la musica e obsoleti i supporti fisici. Le canzoni hanno cominciato a fluire nella rete, andando a riempire gli hard disc degli utenti, i modelli di business delle grandi compagnie discografiche hanno faticato a adattarsi. Con la comparsa delle prime piattaforme di streaming (legale) si è affermato il sistema basato sul Pay per Play (PPP, ossia remunerazione per singolo ascolto), dove ad ogni ascolto corrisponde un esiguo guadagno per l'artista comportando non poche difficoltà per chi, come arrangiatori e musicisti, si è dovuto quindi accontentare di una forma di remunerazione parziale o del tutto assente.

L'industria della musica produce ogni minuto una quantità enorme di dati, all'incirca 1,2 miliardi di canzoni veicolate in streaming ogni giorno. In altre parole, si tratta di 1,2 miliardi di transazioni che devono essere gestite, tracciate e che devono generare valore per coloro che detengono i diritti d'autore delle canzoni a qualsiasi livello. A fronte di un volume di questa entità solo su base giornaliera appare evidente che un sistema costruito per gestire queste transazioni sulla base della vendita di prodotti fisici appare inadeguato. Una infrastruttura inadeguata quindi, motivo per cui molti artisti musicali oggi si rivolgono alle tecnologie dei registri decentralizzati per riuscire a condividere musica online in modo più equo.

MusicoIn è una piattaforma peer-to-peer di streaming musicale gratuita basata su blockchain che si prefigge di compensare in modo equo e diretto musicisti, sviluppatori e miners. La soluzione proposta è utilizzare una blockchain, Ethereum, una criptomoneta personalizzata, il MUSIC, e gli Smart Contract. Tramite questi strumenti MusicoIn sarebbe in grado di fornire agli artisti una remunerazione per ascolto superiore alle altre piattaforme note come Spotify o Apple Music, e nell'ordine di 0,02\$ (per confronto, YouTube paga 0,0006\$). I pagamenti saranno velocissimi, nell'ordine dei secondi e automaticamente ripartibili tra chi ha collaborato alla creazione dell'opera, dai membri della band ai coristi, dai tecnici del suono al produttore. I contenuti sono memorizzati e distribuiti attraverso un sistema di distribuzione file peer-to-peer distribuito chiamato IPFS (Inter-Planetary File System).

Per risolvere gli aspetti critici del mercato discografico, la piattaforma ha ideato un modello chiamato UBI (Universal Basic Income) che dovrebbe garantire un

compenso equo ad ogni contributore in proporzione al suo contributo. UBI funziona come una sorta di “cassa comune”, l’UBI pool, che è alimentata in gran parte dai miners, ossia coloro che creano i blocchi, verificano le transazioni e sono ricompensati con Token. I miners ottengono 250 MUSIC, gli altri vanno nella cassa comune. Da qui si hanno i fondi, sempre in MUSIC, per remunerare i musicisti con il PPP e per investire sullo sviluppo della piattaforma. Per mantenere più o meno costante la remunerazione per ascolto, attraverso uno Smart Contract, il valore del pagamento cambia a seconda della ‘quotazione’ del MUSIC: ad esempio, i musicisti riceveranno 1MUSIC per ogni riproduzione quando il valore di mercato della moneta è tra 0 e 0,099 centesimi di dollaro, 0,2 MUSIC quando il valore di mercato è compreso tra 0,10 centesimi e 1,00 dollari e così via. Gli artisti non guadagneranno solo con il PPP: gli utenti potranno sovvenzionarli con “tips” (mance) dirette.

Ma può essere sostenibile economicamente questo modello? In rete vi sono diversi dubbi, anche per le ragioni esposte prima sul valore dei Token. In varie discussioni su forum dedicati vengono esplorati anche altri scenari, come quello di far pagare comunque un abbonamento agli utenti. Attualmente Musicoin dichiara di avere circa 3.000 artisti in catalogo, prevedendone 125.000 per la metà del 2019.

2.3.14 Elettricità e Smart Grid

La gestione del mercato energetico è un settore storicamente altamente centralizzato. Aziende e privati devono trattare con un rivenditore, che acquista energia e provvede a rivenderla ai singoli utenti. In Italia l’energia elettrica, prodotta dalle centrali e dalle fonti rinnovabili, viene distribuita attraverso tralicci, centraline, cavi e contatori alle città, alle industrie e alle abitazioni, che quindi costituiscono i nodi della rete, su tutto il territorio nazionale. Il sistema di distribuzione attuale è progettato per funzionare a senso unico: i flussi energetici si spostano esclusivamente dalle centrali ai vari nodi periferici. La distribuzione ai consumatori è continua e il flusso di energia risulta essere sempre lo stesso, a

prescindere dalla quantità effettivamente necessaria e conseguentemente consumata.

Tuttavia, è significativo che la società di ricerca Markets&Markets abbia previsto una crescita del 78% (Markets&Markets, 2018) nell'uso della blockchain per applicazioni dedicate al mercato Energy fino a generare un volume di business di oltre 7 miliardi di dollari entro il 2023 a fronte di uno di partenza (2017) di poco inferiore a 400 milioni. In particolare, la prospettiva più interessante di investimento sembra essere legata all'ambito della P2P Energy, ossia all'introduzione di scambi tra due individui nel mercato dell'energia. In questo senso sono intesi i consumatori finali, ossia coloro che hanno scelto di produrre e utilizzare energia per uso personale o familiare e sono quindi definiti come Prosumer (produttori-consumatori).

A fronte di una crescita nel numero dei microproduttori Prosumer di energia e grazie alla disponibilità di strumenti e dispositivi per rendere più efficace la produzione e più efficiente il suo consumo c'è la possibilità di prevedere un aumento dell'energia prodotta da questi soggetti, che può essere portata sul mercato per essere immessa in Rete.

Di questa situazione i grandi produttori e distributori possono beneficiare, pensando a un sistema di rapporti diverso nel momento in cui i Prosumer sono organizzati e coordinati in un ecosistema di attori. Una maggiore intelligenza su produzione e consumo di energia e una maggiore capacità di azione da parte di tutti sulle leve possono consentire ad esempio di ridurre i consumi generali, rendere più efficiente la produzione e gestire in modo più stabile e bilanciato le reti. Di fatto possono rendere più efficiente e meno dispendiosa l'alimentazione di aziende e città. In tutto questo il Peer-to-Peer energetico permette di attuare una transazione energetica tra individui alla pari, ossia uno scambio o una vendita del surplus energetico verso altri soggetti con le stesse caratteristiche, ad esempio tra vicini di casa ai quali mettere a disposizione la propria energia in eccesso e con la blockchain, ci sono le condizioni tecnologiche per poter gestire una organizzazione produttiva e distributiva decentralizzata.

Da qui il concetto di Smart Grid, propriamente una rete intelligente che sfrutta piattaforme di analytics e di scambio per gestire nel modo più efficiente possibile

consumi e produzione di energia elettrica al fine di ridurre al massimo gli sprechi. Una rete elettrica Smart mette in comunicazione produttori e consumatori, integrando nella rete di distribuzione le funzionalità di una rete di informazioni; quest'ultima preleva informazioni, in tempo reale, dai contatori, dai veicoli e da tutti i prodotti e gli strumenti connessi agli utenti, per poi razionalizzare e distribuire l'energia in maniera efficiente, evitando i sovraccarichi e le variazioni di tensione.

È dotata di strumenti di monitoraggio che consentono di tenere traccia di tutto il flusso elettrico del sistema.

In altre parole, il funzionamento della rete intelligente permette di evitare le interruzioni di elettricità e di ridurre il carico quando possibile.

In sintesi, se nel sistema tradizionale la rete è strutturata in modo da prevedere una distribuzione 'a senso unico', nel sistema Smart è 'a maglia' e consente la distribuzione in modo dinamico (bidirezionale).

A questo punto però bisogna riconoscere che non è semplice gestire un complesso di reti di distribuzione in cui idealmente ogni consumatore potrebbe anche essere un produttore e in cui, guardando al futuro, un numero rilevante di 'utenze' (i veicoli elettrici, in particolare) non ha una posizione e un numero noti a priori.

A supporto di questo decentramento, la tecnologia blockchain permette di ridurre questa complessità usando registri distribuiti in cui inserire le transazioni legate ai singoli scambi di energia. Questa gestione via blockchain è indipendente dal tipo e dal volume delle transazioni, quindi si può applicare sia negli scambi tra grandi gestori sia in quelli tra privati o piccole realtà locali.

A livello P2P l'approccio generalmente utilizzato dalla blockchain Smart Grid richiede che ogni singolo utente abbia determinati sistemi hardware o un computer connesso alla blockchain in grado di connettersi ad un contatore smart di potenza che si comporta come un punto di contatto e di validazione tra la blockchain e il sistema di trasmissione di elettricità. Il contatore registra la produzione di elettricità, la sua esportazione e importazione e la converte in specifici Token di proprietà dei vari partecipanti della rete. Ognuno di essi possiede un proprio e-wallet in cui custodisce le crypto monete utilizzate nelle varie transazioni.

Startup come la newyorkese Transactive Grid, che offre un servizio di Smart Energy basato sulla piattaforma open source Ethereum, consentono ai clienti di effettuare transazioni su sistemi decentrati di generazione di energia (come i singoli condomini della Grande Mela) in modo efficace, abilitando quindi i singoli abitanti a generare, acquistare e vendere in autonomia energia elettrica scambiandola tra di loro.

Tra i progetti pilota più recenti che utilizzano strutture blockchain come supporto alle Smart Grid si segnala il sistema che l'operatore austriaco Wien Energie ha cominciato a testare nel 2018 per contabilizzare gli scambi di energia a livello residenziale nel quartiere viennese Viertel Zwei.

A partecipare ai Ledger distribuiti sono proprio gli elementi della rete di distribuzione elettrica, ad esempio le postazioni di ricarica dei veicoli presenti nel quartiere o i singoli sistemi fotovoltaici e di immagazzinamento di energia delle abitazioni. Sono direttamente i nodi ad attivare scambi di energia quando necessario (ad esempio quando un veicolo si connette a una postazione di ricarica) ed a scegliere autonomamente con chi effettuare lo scambio, secondo Smart Contract integrati nella piattaforma blockchain.

Più su larga scala si segnala PowerLedger, una piattaforma blockchain che adotta un approccio analogo sul mercato dell'energia in Australia e Nuova Zelanda. PowerLedger misura i consumi di chi partecipa al sistema inserendo sensori nei contatori, e il singolo consumatore decide da chi acquistare energia per un particolare scopo e questo acquisto viene eseguito usando una criptovaluta specifica, Sparkz.

Anche diversi operatori italiani dell'energia stanno partecipando a progetti mirati. Enel ad esempio fa parte del consorzio Enerchain, patrocinato dall'azienda tedesca Ponton, che lavora ad una piattaforma pensata come una sorta di sistema operativo per lo scambio all'ingrosso di energia. Lo scorso 20 marzo l'infrastruttura di Enerchain ha visto la luce per la prima volta, presentandosi come la prima rete basata su blockchain a permettere scambio di energia e gas naturale. La piattaforma permette di effettuare uno scambio in un tempo massimo di un secondo e si mostra adatta sia per gestire transazioni tra piccole comunità di partecipanti, che tra distributori di più grandi dimensioni.

Intuitivamente, muovendoci nella direzione di avere sempre più dispositivi connessi tramite IoT, come già accennato nei precedenti paragrafi, deriva conseguentemente lo studio di strutture, come appunto piattaforme blockchain, in cui, tramite l'impostazione di opportuni Smart Contract, che quindi si attivano automaticamente quando due utenti richiedono e presentano le condizioni necessarie, si ottiene uno scambio più veloce, efficiente e dimensionato sulle effettive necessità e disponibilità nello specifico momento. Conseguentemente la rete stessa sarà molto più reattiva a cambiamenti o danneggiamenti rispetto al modello attuale centralizzato; si pensi per esempio che se una tempesta dovesse compromettere una centralina distributiva o un trasformatore, la griglia intelligente potrebbe immediatamente attivare contratti tra gli altri nodi "sani" della rete, evitando un blackout massivo.

Resilienza quindi è uno dei benefici che derivano dall'introduzione di reti intelligenti, ma non è l'unico.

La Tab 2.1 illustra le principali opportunità dall'uso della tecnologia blockchain nel settore energetico, suddivise a seconda che si tratti di scambi tra grandi fornitori del settore, piuttosto che tra fornitori e singole comunità di utenti o tra privati meglio definiti come prosumer.

Tab 2.1: Opportunità e progetti avviati a vari livelli per la gestione intelligente dell'energia elettrica (eurelectric, 2018).

	OPPORTUNITIES	PROJECTS
Wholesale trading	Riduzione dei costi per ciascuna transazione;	Enerchain (Ponton)
Retail markets	-Riduzione dei costi di accounting e di pagamento; -Maggiore trasparenza; -Contratti 'fluidi'; -Maggiore scelta del fornitore per il cliente;	Transactive Grid
P2P marketplaces	-Maggiore scelta del fornitore per il cliente; -Minore stress per le reti di trasmissione.	Wien Energie

All'interno del mercato di elettricità e gas solitamente le offerte sono condotte tramite l'intermediazione di broker e successivamente approvate da entrambe le parti con sottoscrizione di relativi contratti di fornitura, comportando numerose fasi di burocratizzazione ed elevati costi operativi. La tecnologia blockchain può ridurre questi costi rendendo i processi più efficienti connettendo direttamente entrambe le parti. A conseguenza di ciò, dati i costi relativamente più bassi di transazione, anche lo scambio di volumi minori di energia può risultare conveniente.

Inoltre, la disintermediazione, ossia l'assenza di una terza parte con cui produttore e consumatore si devono interfacciare, permette di risparmiare tempo e costi sia per i primi che per i secondi, con un impatto ambientale e sociale significativo a livello locale. Ciascun utente poi è libero di scegliere da quale fornitore approvvigionarsi in un dato momento, a seconda dei suoi specifici bisogni, rendendo possibile la realizzazione di contratti più 'fluidi', ossia che varino a seconda delle necessità, senza restrizioni per le parti che li vincolino al mantenimento di una data condizione di fornitura per un certo periodo di tempo.

A livello di singola transazione P2P, lo scambio di energia prodotta e consumata localmente permette di limitare le perdite che invece inevitabilmente vengono subite sul trasposto su lunghe distanze, limitando lo stress subito dalla rete nella sua interezza

Se poi si sposta l'attenzione ai veicoli elettrici, il cui numero è destinato ad aumentare con il tempo, si comprenderà che il settore dello scambio veloce ed efficiente di energia è e sarà progressivamente di interesse crescente all'interno della società. A questo proposito la blockchain può ottimizzare il coordinamento della ricarica di questi veicoli facilitando i pagamenti e la ricarica alle stazioni di servizio e permettendo ai possessori di veicoli elettrici di scegliere in tempo reale la fonte da cui servirsi.

In aggiunta a quanto detto sin qui, un network basato su blockchain è in generale più sicuro da eventuali danneggiamenti e infiltrazioni a scopi illeciti di uno tradizionale.

2.4 Confronto dei progetti avviati

A conclusione di questa disamina delle potenzialità e dei progetti già avviati nei diversi ambiti applicativi si propone una sintetica analisi comparativa con l'obiettivo di presentare una visione d'insieme della situazione nei vari campi.

La Tab 2.2 illustra quindi una classificazione delle piattaforme o soluzioni proposte da imprese e startup, evidenziandone le seguenti caratteristiche:

- a livello macro il tipo di struttura blockchain più utilizzata all'interno dello specifico ambito: per esempio si nota come nei settori assicurativo, bancario, sanitario e pubblico-amministrativo il tipo di registro maggiormente diffuso è quello privato, in quanto le transazioni e i dati contenuti in esso si vogliono condividere solamente con personale 'autorizzato'. Al contrario, piattaforme sviluppate in settori come quello della mobilità o della musica, ripongono le loro speranze di successo nella scalabilità che si ottiene proprio tramite un elevato numero di utenti interessati a usufruirne i servizi. Troviamo infine settori, come quello del retail, dell'IoT e dell'Agrifood in cui hanno visto la luce sia progetti che poggiano su infrastruttura volutamente privata (si pensi per esempio alle macchine utensili di un reparto produttivo collegate tramite IoT), sia altri in merito a cui si desidera invece mantenere tutti i dati e le informazioni disponibili a chiunque (si veda per esempio la catena produttiva di un pomodoro).
- I nomi di alcune tra le aziende che hanno investito nella blockchain in ciascun specifico settore; si noti che nomi di aziende come IBM e Microsoft compaiono citate solo in un paio di campi ma si tratta di protagonisti che hanno sviluppato strumenti o piattaforme comuni a molti ambiti.
- I consorzi nati dalla collaborazione tra diverse realtà che hanno dato vita a progetti blockchain: si può notare quindi che la complessità del tema tanto quanto l'entusiasmo che ha inizialmente scatenato hanno condotto imprese di diversi settori a consorziarsi o a trovare forme di partnership per accelerare i processi di acquisizione della conoscenza e dell'analisi di

fattibilità. Questo è uno tra i fenomeni più interessanti che caratterizza il percorso di avvicinamento alla blockchain: vale a dire quello di creare relazioni tra realtà diverse, che accomuna anche aziende concorrenti, consapevoli di rinunciare a un eventuale vantaggio competitivo per poter sviluppare la ricerca e la conoscenza e per riuscire a definire quegli standard di interoperabilità che possono a loro volta accelerare l'adozione di tecnologie e processi di business. Si può notare che i settori in cui compaiono nomi di consorzi già avviati sono quello del finance, della mobilità e quello energetico, tutti ambiti in cui la bassi costi e alte velocità di transazione sono fattori ormai considerati imprescindibili dalla clientela e su cui quindi risulta prioritario raggiungere adeguati livelli per competere con le soluzioni attualmente presenti.

- I nomi di startup, alcune delle quali citate precedentemente nel capitolo, che sono nate attorno al concetto e alla piattaforma blockchain. Qui è menzionata la celeberrima Ripple, creatrice dell'omonimo network per trasferimenti di denaro P2P, considerata leader e tra i precursori (nata nel 2012) in questo ambito. Si leggono inoltre i nomi di EZ Lab, che opera a livello di tracciabilità e certificazione nel settore Agrifood e Arcade City, startup americana all'avanguardia nell'ambito della sharing economy.
- La sesta colonna sintetizza per ogni ambito i progetti che sono stati sviluppati all'indirizzo del consumatore finale (B2C): è il caso della piattaforma Corda per la gestione delle transazioni bancarie, di Circle Pay creata dall'americana Circle per mettere a disposizione degli utenti un nuovo sistema di digital payment, di Musicoin e MyCelia che si vogliono proporre come successori di Spotify e Youtube. Sono menzionati anche progetti, come ADEP nell'ambito IoT, che hanno come target primario le aziende collaboratrici o fornitrici, ma le cui funzioni possono essere estese con notevoli successi anche all'ambito B2C (si pensi per esempio all'interazione tra una lavatrice e il suo utilizzatore come presentato precedentemente nel capitolo);
- Infine, viene ripetuta la medesima sintesi anche per l'ambito B2B, ossia progetti i cui target principali rimangono i collaboratori o intermediari del

business in cui operano, si veda per esempio l'ambito del Supply Chain Management.

Tab 2.2: Classificazione dei progetti discussi nel capitolo

	Public/private blockchain	Aziende con progetti avviati	Consorzi	Startup	Progetti B2C	Progetti B2B
Finance	Private	Barclays, UBS, Bank of England, Unicredit, Intesa Sanpaolo, Bank of America	R3	Thought Machine	Corda	VaultOS, We.Trade
Assicurazioni	Private	Deloitte, Lemonway		Stratumn	LenderBot	
Digital Payment	Private/Public	Circle		Ripple	Ubitquity, Circle Pay, Movo	
Agrifood	Private/Public	Walmart, Unilever, Nestlé		EZ Lab	AgriOpenData	Tracking the chain
Retail & Supply-Chain Management	Private/Public	Walmart, Alibaba, Reply, SAP, IBM, Microsoft		Open Bazaar		Tracciabilità, pagamenti e certificazione
IoT	Private/Public	IBM, Samsung			ADEPT	ADEPT
Sanità	Private	Philips Healthcare		Gem, Tierion	Gem Health	
PA	Private	GovCoin Systems		Blocksafe	Follow My Vote	Follow My Vote
Scuola e mondo accademico	Private/Public	Cineca, MIT, Università Bicocca, Oxford University			Blockcerts, Woolf University	Blockcerts
Sport	Public	Jetcoin Institute		Lympto	FCFL, Fan Token,	
Mobilità	Public	Auting, Genial Move, Accenture, IBM	MOBI	Arcade City, Helbiz	Car sharing platform, HellbizApp	MOBI
Musica	Public	PeerTracks			Musicoin, Mycelia	
Energia	Public	Enel, Ponton, Wien Energie	Enerchain	Transactive Grid	PowerLedger	Enerchain platform

Da questa tabella di sintesi emerge come sia evidente che alcuni settori, come finance, digital payment e assicurazioni siano quelli più interessati da aziende leader nel loro ambito e nutrano di un significativo numero di progetti già in fasi successive allo sviluppo, molti dei quali pensati proprio per il cliente finale, per

snellire e semplificare molte delle operazioni precedentemente portate a termine tramite la collaborazione con un intermediario (si pensi alle polizze assicurative per esempio). Dall'altro lato rimangono ambiti come quello dell'Agrifood e del retail in cui anche i grandi player del settore prendono iniziative più cautamente, a tal proposito si pensi che molti degli investimenti realizzati da Walmart, Amazon, etc., alcuni anni fa sono ancora in fase di test e sperimentazione adesso, anche perché il cambiamento globale che porterebbero nella Supply Chain è molto più *disruptive* rispetto a quello visibile negli altri ambiti precedentemente citati.

2.5 Limiti tecnologici della blockchain

Nonostante il loro potenziale valore, le tecnologie blockchain non sono ancora disponibili su larga scala, il che comporta costi fissi non sufficientemente contenuti per poter entrare a pieno potenziale nei diversi mercati. Alti costi e velocità di transazione non ancora ottimizzate presentano una notevole sfida all'affermarsi di queste tecnologie in settori, come quello elettrico, in cui le economie di scala e di scopo la fanno da padrone.

La scalabilità quindi si può annoverare come uno dei principali (attuali) limiti tecnologici della blockchain, almeno fino a quando ulteriori innovazioni non potranno esser sostenute in modo da renderla appropriata per lo sviluppo su larga scala. Sempre legato a questo aspetto deriva che, se ogni nuovo blocco di una catena è considerato accettato quando validato almeno dal 51% dei nodi, e il numero dei nodi totali in una blockchain pubblica è in progressiva crescita (per il discorso sulla scalabilità enunciato prima), da ciò segue che questo 51% è destinato a inglobare un numero sempre maggiore di utenti, il che ci porta a discutere le performance future della blockchain. Date queste premesse, è ragionevole pensare che possano essere migliori di quelle delle tecnologie attualmente utilizzate.

Ulteriormente, il problema legato alla sicurezza e resilienza della blockchain rimane solo in parte testato dal momento che fino ad ora il sistema è rimasto abbastanza inviolato da cyber-hackers, data la sua diffusione su piccola scala che ne limita, al momento, l'attrattività. Anonimato e decentralizzazione che sono

senz'altro alcuni dei principali vantaggi offerti da queste tecnologie, le rendono però allo stesso tempo vulnerabili dal punto di vista della responsabilità legale in caso di malfunzionamenti e truffe ai danni di qualche nodo.

Inoltre, almeno nelle fasi iniziali, la blockchain necessita di grandi investitori per poter supportare progetti di upgrade e modifiche. Senza questa capacità di investimento il rischio che la comunità di un network si divida dando vita ad un Fork rimane latente. Quando si considera blockchain legata a importanti asset fisici come infrastrutture di potenza la minaccia di un Fork risulta molto più pericolosa.

Alcuni altri limiti di queste tecnologie possono essere classificati con il termine inglese *user-friendliness*, ossia creano degli ostacoli per chi le utilizza, a livello di semplicità e immediatezza d'uso; per esempio, la necessità per gli utenti di un network di preservare le proprie chiavi, pubbliche e private, in mancanza delle quali l'utente è come se perdesse tutti i propri asset.

Nello specifico poi del settore energetico, le economie di scala e di scopo ad ora sussistenti rendono i costi contenuti per i provider attuali, mentre nel caso di strutture Smart Grid sarebbe necessario un network molto ampio prima di veder diminuire questi costi. Allo stesso modo con le economie di scopo, ossia tutta una serie di servizi aggiuntivi relativi alla gestione del network che i provider energetici oggi sono in grado di offrire ai clienti a costi più bassi rispetto al loro acquisto separato sul mercato.

2.6 Limiti e barriere di altro tipo

Oltre ai limiti tecnologici e tecnici, molti hanno sottolineato l'esistenza di altre barriere che possono significativamente ostacolare lo sviluppo di progetti e applicazioni che poggiano su blockchain. Nel seguente elenco ho riportato i punti oggetto di maggiori critiche:

- **Fiducia:** qualsiasi manuale o definizione di blockchain riporta questo termine, infatti uno dei motori principali della crescita di queste tecnologie è proprio quello di mettere in contatto due parti che non si conoscono e quindi tra cui non sussiste alcun rapporto di fiducia. Se il modus operandi

pre-blockchain prevedeva la presenza di una figura di intermediazione in grado di porsi come garante dell'autenticità della transazione, l'innovazione propria della blockchain sta nell'aver eliminato la presenza di questo *middleman*, in quanto gli utenti riporranno la propria fiducia non tanto l'uno nell'altro quanto più nella piattaforma che consente di eseguire lo scambio. Tuttavia, per quanto questa disintermediazione possa portare notevoli risparmi in termini di tempo e costi, è stato sottolineato da alcuni esperti come il passaggio da *human trust* a *technology trust*, ossia la costruzione di un rapporto di fiducia nei confronti della tecnologia stessa (nei protocolli, nel sistema di crittografia, nei software, etc.) generi un ostacolo alla costruzione di rapporti di fiducia tra le persone. A ciò si aggiunge il fatto che l'utilizzatore medio della blockchain non è un programmatore esperto e quindi si troverebbe nella condizione di dover fidarsi di una tecnologia di cui conosce poco o niente riguardo al suo funzionamento e ai componenti principali.

- Correttezza dei dati: quando si è parlato di blockchain nell'Agrifood o nel retail si è posta l'attenzione sul maggiore beneficio che essa porterebbe a questi ambiti, cioè veicolare informazioni corrette che non possono subire modifiche lungo tutta la Supply Chain e quindi funzionare come una sorta di certificatori di qualità del prodotto. Tuttavia, è bene distinguere due concetti: da un lato le informazioni che tutti gli attori della chain troveranno a loro disposizione riguardanti il prodotto saranno a prova di qualsiasi frode o danneggiamento, data la struttura immutabile dei registri a blocchi, ma dall'altro lato i dati immessi nei blocchi non possono essere considerati corretti di default. Infatti, nessuno impedisce che venga aggiunto alla chain un blocco che contenga informazioni false, si pensi per esempio a monte della filiera produttiva al contadino che inserisce l'etichetta 'mango biologico' quando in realtà le coltivazioni vengono cosparse da pesticidi chimici. Questa questione diventa particolarmente spinosa quando nella blockchain (public) devono essere inseriti dati esterni, la temperatura ambientale per esempio, poiché ad oggi non è possibile stabilire se l'informazione immessa corrisponda a verità o meno.

In letteratura ci si riferisce a questo problema con il termine *oracle*, ed è considerato uno dei principali ostacoli a vari sistemi, al punto che molti condividono l'idea secondo cui una blockchain di tipo public è utile solo quando fa riferimento a dati esistenti internamente al sistema.

- Immutabilità del registro: annoverata come uno dei principali pregi della tecnologia, non va però dimenticato che può dare luogo a notevoli difficoltà. Prima fra tutte la necessità di dover correggere errori o informazioni false appositamente inserite per danneggiarla. Si pensi poi a normative come l'EU 'right to be forgotten', che permette in certi casi di cancellare o modificare informazioni relative al passato di alcuni individui in modo che non siano più visibili alla maggioranza delle persone. Si tratta di un'azione impossibile per un sistema che deve la sua stessa natura all'immutabilità dei dati.
- Barriere legali: dal punto recedente ci si ricollega intuitivamente al concetto di normativa e quindi ai limiti che sussistono per la blockchain. Ogni azienda che fa uso di queste tecnologie dovrebbe assicurarsi di non violare le leggi di tutte le regioni in cui ha immagazzinato informazioni del suo registro, operazione piuttosto onerosa e complessa, soprattutto in queste fasi iniziali di sviluppo della tecnologia, quando l'aspetto legale è ancora molto duttile e pronò al cambiamento.

2.7 Conclusioni

A conclusione di questa overview sulle potenziali applicazioni della blockchain vorrei sottolineare che molti altri ambiti potrebbero in futuro essere interessati da queste tecnologie, tutti quelli in cui le potenzialità di una struttura che è in grado di garantire la validità di una transazione registrandola in un database sicuro e distribuito in possesso di vari utenti permettono notevoli vantaggi rispetto alla situazione tradizionale centralizzata. Proprio per questo molti esperti predicono che le tecnologie basate su blockchain potranno accelerare una transizione verso un tessuto industriale più distribuito in cui transazioni più accurate e rapide potranno essere generate.

Tuttavia, il futuro tecnologico di queste applicazioni è ancora molto incerto, soprattutto perché a livello industriale si tratta di nuove tecnologie senza applicazioni commerciali scalabili in molti ambiti. Rischi elevati, transazioni ancora lente e alti costi fissi appesantiscono lo sviluppo di queste applicazioni.

In definitiva, se è vero che la blockchain apre nuove prospettive per ogni settore, è altrettanto vero che non è adatta o consigliabile per tutto e, almeno per ora, non potrà essere considerata la soluzione a tutti i problemi. Non per tutte le filiere è sensato appoggiarsi a Distributed Ledger e non tutte le realtà sono pronte per la blockchain. Questa è anche la ragione che ha condotto imprese di diversi settori a consorziarsi o a trovare forme di partnership per accelerare i processi di acquisizione della conoscenza e dell'analisi di fattibilità.

La blockchain richiede alle aziende una certa dose di sperimentazione che tipicamente ciascuna impresa concentra sulle aree di business nelle quali è più forte e dove i vantaggi possono tradursi più velocemente in risultati di alto valore. Perciò è necessaria una analisi approfondita da parte di ciascun soggetto attivatore degli investimenti che è in grado di sostenere, confrontandoli con le aree ritenute più strategiche o in cui si otterrebbero migliori risultati in termini di valore finale, per scegliere dove indirizzare efficacemente i propri sforzi.

Da ultimo, un clima generale di perplessità e ritrosia da parte di chi ancora non ha avuto modo di approfondire il tema contribuisce a sollevare un'ombra di incertezza soprattutto nel momento in cui si vaglia la possibilità di investire nella gestione della Supply-Chain tramite le tecnologie in oggetto.

Ciò è accentuato se si pensa che questa tecnologia è esistente da 10 anni e ancora non ne sono stati creati usi fortemente *disruptive*, sintomo secondo alcuni di un pensiero comune secondo cui non se ne vede una utilità specifica, secondo altri della necessità di investire ancora in diverse fasi di sperimentazione e innovazione prima di potere fare chiarezza sul valore potenziale della blockchain in vari settori.

CAPITOLO 3

Smart Contract e blockchain

Nei precedenti capitoli è stato menzionato più volte il concetto di Smart Contract contestualizzato in alcuni specifici ambiti di applicazione ma non ne è stata data una definizione vera e propria che sarà perciò oggetto di questo terzo capitolo. In particolare, la prima parte del capitolo tratterà degli obiettivi e delle ricerche che hanno portato alla nascita dei contratti intelligenti per proseguire poi nel dettaglio con la struttura logica dei contratti. La seconda metà del capitolo entrerà nello specifico della relazione tra Smart Contract e tecnologie blockchain focalizzandosi su alcuni esempi di piattaforme sviluppate, per terminare poi con un'analisi dei principali punti critici di questi strumenti e dei futuri orizzonti di ricerca.

3.1 Nascita degli Smart Contract

Gli Smart Contract, o, se si preferisce la traduzione italiana, contratti intelligenti, non sono una novità da associare esclusivamente alla blockchain, infatti sono stati oggetto di sperimentazione già negli anni '90 e sono stati ideati ben prima.

Il fenomeno blockchain ha certamente permesso di avere quelle garanzie di trust, affidabilità e sicurezza che nel passato erano necessariamente delegate a una figura terza, tuttavia quando si parla di Smart Contract si deve pensare che siano strutture dotate di una loro dimensione a prescindere dalla blockchain.

L'idea di contratto intelligente risale infatti alla metà degli anni '70, il termine adottato all'epoca non era quello di Smart Contract, ma il concetto era sostanzialmente quello che ha portato ai contratti intelligenti. L'esigenza del momento era molto semplice e afferiva alla necessità di gestire l'attivazione o disattivazione di una licenza software in funzione di alcune condizioni. La questione venne risolta tramite l'inserimento di una chiave digitale che permetteva il funzionamento del software se il cliente aveva pagato la licenza e ne cessava il

funzionamento alla data di scadenza del contratto. Semplicemente, in modo molto basilico, era uno Smart Contract.

Già agli inizi degli anni '70 le aziende utilizzavano il sistema EDI (Electronic Data Interchanges) per regolare automaticamente le forniture di materiali, così come le istituzioni finanziarie utilizzavano sistemi automatici di compensazione elettronica delle varie poste.

Lo sviluppo dell'e-commerce ha dato ulteriore spinta all'informatizzazione dei contratti. Tali accordi, però, spesso non sono altro che testi contrattuali tradizionali trasposti su un diverso mezzo. L'accordo rimane un testo scritto, che può essere letto ed interpretato da un qualsiasi lettore e la cui esecuzione è comunque rimessa ad un'azione aggiuntiva, anche non automatizzata.

Il passo successivo è stato quello di creare contratti automaticamente eseguiti dalle macchine e, quindi, con un linguaggio diverso da quello naturale, ma comprensibile per l'elaboratore che diventa il lettore per cui essi sono principalmente creati. Si tratta dei *data oriented contract* (Surden, 2012), ossia contratti in cui le parti esprimono uno o più termini e condizioni dell'accordo in maniera che siano eseguibili da un computer.

Ulteriore tassello di questa progressione è quello dei *computable contract* (Surden, 2012) che automatizzano la valutazione dell'avveramento o meno di certe condizioni previste dall'accordo.

I veri e propri predecessori degli Smart Contract, così come intesi nel contesto della blockchain, possono essere considerati i *Ricardian Contract* (Grigg 2000), ossia dei 'design pattern' volti ad individuare le intenzioni delle parti prima dell'esecuzione del contratto. Questo attraverso la creazione di apposite categorizzazioni per gestire le varie tipologie di contratto necessarie.

La principale differenza tra tali contratti informatici che tentavano di automatizzare la prassi contrattuale e gli Smart Contract così come vengono intesi nell'ambito delle tecnologie a registri distribuiti, risiede nel fatto che in questi ultimi l'intera gestione dell'accordo, compresa la sua esecuzione, è automatizzata, ossia sono l'hardware ed il software che si occupano dell'interpretazione ed

esecuzione del contratto, senza che sia necessario, né possibile, un ulteriore intervento umano.

Uno dei primi ad effettuare sperimentazioni sugli Smart Contract e a coniarne il nome stesso fu Nick Szabo, un esperto di crittografia americano di origine ungherese che grazie alla passione per la Data Science iniziò a ipotizzare già nel 1993, quando ancora non si parlava di Internet of Things e di Big Data, che determinati oggetti potessero essere gestiti in modo digitale in funzione di prefissate condizioni. Un sistema di produzione di una impresa poteva modificare il proprio comportamento a seconda degli ordinativi presenti da mandare in lavorazione. Il codice alla base di quell'idea di Smart Contract leggeva le condizioni legate agli ordinativi e attivava le macchine necessarie per sostenere la produzione. Nick Szabo divulgò le sue teorie nel 1996 (Szabo, 1996) e in qualche modo ha rappresentato una delle basi logiche del moderno commercio elettronico.

Gli Smart Contract così come li conosciamo oggi hanno bisogno di modelli di sviluppo che permettano di automatizzare le relazioni tra diverse parti e per farlo in modo sempre più preciso la nuova frontiera è quella che prevede di ampliare la capacità di conoscenza e il linguaggio padroneggiato dai sistemi per ridurre sempre di più i rischi di errore e di interpretazione.

Per scrivere un contratto intelligente, il linguaggio di programmazione deve essere dotato di una capacità interpretativa il più possibile ampia, il che comporta che la stesura di contratti in grado di prevedere azioni diverse a seconda del verificarsi di una ben precisa clausola, articolata in varie ramificazioni, è necessario che il linguaggio macchina sia in grado di comprendere e tradurre gli svariati significati che le parole, la sintassi e la punteggiatura acquistano nel linguaggio naturale, cosa che porta alla scelta di ambienti di programmazione più strutturati, in grado di permettere costrutti anche complessi, come si presenterà più avanti nel capitolo.

3.2 Definizione e funzionamento degli Smart Contract

Uno Smart Contract in parole povere è la traduzione o trasposizione in codice di un contratto in modo da verificare in automatico l'avverarsi di determinate condizioni (controllo di dati di base del contratto) e di auto-eseguire azioni (o dare disposizione affinché si possano eseguire determinate azioni) nel momento in cui le condizioni determinate tra le parti sono raggiunte e verificate. Si costituisce di un codice che 'legge' sia le clausole che sono state concordate, sia le condizioni operative nelle quali esse devono verificarsi e si auto-esegue nel momento in cui le condizioni reali corrispondono a quelle concordate.

Lo Smart Contract quindi ha bisogno di un supporto legale per la sua stesura, ma non ne ha bisogno per la sua verifica e per la sua attivazione.

Proprio perché l'assenza di un intervento umano corrisponde anche all'assenza di un contributo interpretativo, lo Smart Contract deve essere basato su descrizioni estremamente precise che devono compendiare tutte le circostanze, le condizioni e le situazioni possibili. Ecco che la gestione dei dati e dei Big Data in particolare diventa un fattore critico essenziale per stabilire la qualità dello Smart Contract.

Nello stesso tempo è fondamentale circoscrivere in modo estremamente preciso le fonti di dati alle quali il contratto è chiamato ad attenersi: i soggetti devono essere definiti e certificati nel contratto.

Poi i dati vengono elaborati in modo deterministico (cioè producendo identici risultati a fronte di identiche condizioni iniziali), in altre parole se gli input sono gli stessi i risultati saranno sempre i medesimi. Da un lato quindi questo meccanismo rappresenta una sicurezza in quanto garantisce alle parti un giudizio assolutamente oggettivo, escludendo qualsiasi forma di interpretazione, dall'altra sposta sul codice, sulla programmazione e sullo sviluppo il peso e la responsabilità o anche il potere di decidere.

Dal punto di vista normativo, la legge di conversione del Decreto Semplificazioni (Legge n. 12/2019, G.U. 12/02/2019) in vigore dal 13 febbraio scorso, ha introdotto la definizione normativa di Smart Contract conferendogli la qualità giuridica della forma scritta.

In particolare, si legge la seguente definizione:

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. Gli Smart Contract soddisfano il requisito della forma scritta previa identificazione informatica delle parti interessate, attraverso un processo avente i requisiti fissati dall’Agenzia per l’Italia Digitale con linee guida da adottarsi entro 90 giorni dall’entrata in vigore della legge di conversione del decreto-legge.

La logica di funzionamento quindi è quella *IF THIS THEN THAT*, che è poi la logica del linguaggio di programmazione, ossia se si verifica un presupposto (*this*) allora consegue un risultato (*that*).

3.3 Smart Contract e blockchain

Fino ad ora non è stato esplicitato se e perché uno Smart Contract per funzionare abbia bisogno necessariamente di una struttura blockchain. Infatti, le loro caratteristiche intrinseche gli consentono di affidarsi semplicemente a strumenti digitali, un codice di scrittura e una piattaforma generica. Tuttavia, uno Smart Contract deve primariamente garantire che il codice con cui è stato scritto non possa essere modificato, che le fonti di dati che determinano le condizioni di applicazione siano certificate e affidabili e che le modalità di lettura e controllo di queste fonti siano a loro volta certificate e deterministiche.

Deve quindi essere preciso sia nella sua stesura sia nella gestione delle regole che ne determinano l’applicazione e che ne governano le eventuali anomalie.

Nei contratti tradizionali il valore della fiducia viene corrisposto e garantito da una figura terza, tipicamente un avvocato o un notaio. Si tratta di figure che continuano ad essere coinvolte, anche se in modalità diverse. Tuttavia, all’interno di situazioni chiaramente definite come possono essere le filiere produttive costituite da diverse imprese, sono stati sperimentati e sono oggi attivi Smart Contract in cui il ruolo della terza parte fiduciaria viene reinterpretata dall’utilizzo

della blockchain. Nell'Industria 4.0, nella Smart Agrifood, nei progetti di Smart Logistics basati sull'utilizzo di apparati Internet of Things, il controllo sul conferimento di determinate materie prime, sulla loro qualità e quantità viene già oggi gestito con Smart Contract che hanno anche il compito di attuare, in automatico, nel rispetto delle logiche Industry 4.0, delle azioni opportune. La caratteristica di robustezza dello Smart Contract è data dal fatto che l'auto-esecuzione avviene tramite blockchain ed è dunque registrata in tutti i nodi del network, con caratteristiche formali di irrevocabilità.

Definire in modo sempre più preciso il comportamento di un contratto intelligente implica portare la competenza di uno Smart Contract sulla semantica applicata ad esso, ossia renderlo sempre di più in grado di interpretare la pluralità di significati diversi che compaiono all'interno delle clausole contrattuali stabilite dalle parti. In questo modo si passa dal concetto di contratto automatico concepito come un automatismo intelligente in grado di auto eseguirsi, al concetto di contratto semantico, una sorta di automatismo intelligente che è progettato per apprendere e per modificare il proprio comportamento in funzione delle nozioni acquisite.

Si possono quindi definire due tipi principali di Smart Contract, deterministici o non deterministici. I primi se fatti girare non richiedono alcuna informazione da enti esterni alla blockchain, mentre i secondi dipendono da informazioni possedute da una terza parte esterna, che usualmente viene indicata in letteratura con il nome inglese di *oracle*, tradotto come oracolo. Un oracolo rappresenta una sorta di indicatore che avverrà la condizione solamente se l'informazione registrata dall'esterno combacia con quella effettivamente designata nel contratto.

È necessario, a questo punto, procedere con una breve spiegazione di come la tecnologia blockchain si applichi ad uno Smart Contract e di come un contratto possa materialmente assumere una forma tecnologica, diversa dal linguaggio naturale. Le informazioni di seguito riportate sono anche illustrate schematicamente in Fig 3.1.

Uno Smart Contract è costituito da tre elementi principali: un account, ossia la combinazione delle chiavi private dei due contraenti e la chiave pubblica posseduta dal resto del network blockchain per verificare le informazioni, una

quota della memoria del registro distribuito che esso occupa e un codice di esecuzione. Al momento iniziale si renderà necessario l'intervento delle due parti: dovranno decidere di comune accordo i termini del contratto, ossia le clausole che ne faranno parte. Ogni clausola viene discussa e, una volta approvata da entrambi i contraenti, viene inserita tramite le chiavi crittografate private in un blocco e da linguaggio naturale viene trasformata in linguaggio crittografico in grado di essere compreso dal sistema. Il blocco verrà quindi vagliato dagli altri nodi, i cosiddetti *miner*, che, tramite la chiave pubblica potranno effettivamente verificare la validità delle informazioni contenute nel blocco, e, una volta approvato, verrà aggiunto a resto dei blocchi e contribuirà a formare la catena. Grazie alla sequenza "If/Then", se il sistema registrerà l'avveramento del fatto di cui alla clausola, il contratto progredirà; se, al contrario il contenuto della clausola verrà violato, il contratto automaticamente attiverà i rimedi previsti dalle parti stesse o dalla legge.

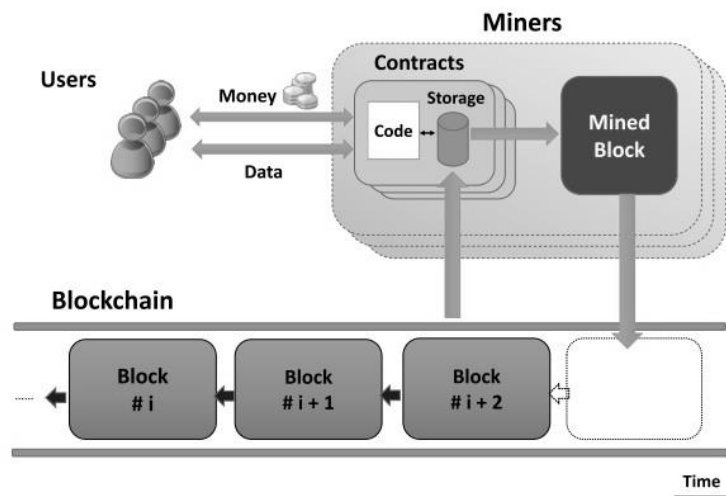


Fig 3.1: Il flusso seguito dalle varie clausole di un contratto per essere codificate in linguaggio macchina e inserite nella blockchain (Alby e van Moorsel, 2017)

Gli Smart Contract possono essere sviluppati e implementati tramite diverse piattaforme blockchain, ciascuna delle quali può offrire funzioni e caratteristiche differenti e può supportare linguaggi di programmazione più o meno complessi.

Di seguito si elencano i principali linguaggi e piattaforme utilizzate per la stesura di un contratto intelligente, sintetizzati anche in Tab 3.1 per chiarezza.

Tab 3.1: Classificazione dei principali tipi di blockchain che supportano Smart Contract e del linguaggio di programmazione utilizzato

Piattaforma blockchain	Linguaggio	Caratteristiche
Bitcoin	C++	Logica semplice, non elaborata
NXT	NXC	linguaggio di alto livello, simile a C
Ethereum	Solidity	Architetture di istruzioni complesse
EOS	C ++,	flessibilità di scrittura, efficienza
Aion	Python, Groovy	Universalità del linguaggio, flessibilità
NEM	Java	Semplice, veloce, sicuro
Hyperledger Fabric (HLF)	Go	Velocità di compilazione
Corda	JVM	Versatilità

La blockchain Bitcoin, per esempio, offre la possibilità di creare Smart Contract ma ha una capacità computazionale molto limitata e un linguaggio ristretto perciò è possibile realizzare solamente una struttura logica semplice per processare singole transazioni. Tuttavia, quando si tratta di scrivere contratti con logiche complesse i limiti sono molti, per esempio non è supportata la creazione di loop. NXT invece, un'altra blockchain pubblica, permette ai suoi clienti di costruire Smart Contract solamente utilizzando dei modelli prestabiliti, senza però possibilità di customizzarli ulteriormente.

Tramite Ethereum, gli Smart Contract sono codificabili utilizzando il linguaggio Solidity, che consente istruzioni di codice anche complesse, ramificate e in loop. È possibile quindi creare strutture di qualsiasi tipo e personalizzarle in vari modi, includendo ramificazioni logiche più complesse come loop, limiti revocabili, etc.,

motivo per cui molti Smart Contract sono implementati proprio grazie a questa piattaforma.

EOS, che grazie alla community Crypto sta diventando sempre più popolare dato il costo irrisorio e la velocità di transazione per secondo, consente di programmare utilizzando C ++, aumentando la flessibilità di creazione.

Aion, invece, è una piattaforma di contratto intelligente che consente l'interscambio di transazioni e messaggi tra diverse blockchain tramite i suoi innovativi protocolli. I linguaggi utilizzabili sono Python o Groovy. Un'altra piattaforma, NEM, è più scalabile di Ethereum, visto che a fronte di 15 transazioni al secondo di quest'ultima ne può gestire centinaia, è anche più sicura e fornisce un codice di programmazione più leggero e tecnologia semplice di contratto intelligente, e meno decentralizzata.

Proseguendo con l'elenco troviamo anche i contratti intelligenti di Hyperledger Fabric (HLF), noti come *chaincode*.

HLF è scritto in lingua Go, il linguaggio di programmazione open source di Google.

Corda, infine, è una piattaforma di contratto intelligente nata recentemente, ideale per la creazione di accordi finanziari e utilizza linguaggi di programmazione JVM come Java o Kotlin.

3.4 Mappatura delle applicazioni

Come delineato nel capitolo precedente, molte delle applicazioni in cui una piattaforma blockchain trova spazio implicano la creazione di contratti intelligenti. Si pensi, per citarne alcuni, all'e-voting, alla gestione dei pagamenti delle rate di un finanziamento, alla gestione dei diritti digitali, alle assicurazioni, fino ad arrivare all'ambito più complesso del Supply Chain Management.

Di seguito si vogliono illustrare brevemente tre ambiti applicativi specifici, nei quali l'utilizzo di contratti intelligenti ha permesso da subito di agevolare la gestione delle relazioni tra le parti.

3.4.1 Internet of Things e smart property

La caratteristica principale che rende ideali gli Smart Contract in questo ambito è la possibilità di gestire l'accesso dei numerosi nodi della rete a diversi dispositivi senza la necessità di regolamentazione da parte di una terza parte. Un esempio viene dal mondo delle assicurazioni per autoveicoli che, appoggiandosi ad apparecchiature Internet of Things a bordo delle vetture, rileva una serie di dati riguardo al comportamento del conducente che possono influire e creare determinate condizioni che attivano o disattivano clausole di vantaggio o svantaggio. Ad esempio, il superamento dei limiti di velocità stabiliti dal contratto può venire identificato come condizione di maggior pericolo e determinare un cambiamento contrattuale delle conseguenze prestabilite (per esempio del premio assicurativo). Tutto ciò può rendere più rapida l'esecuzione e il monitoraggio di un contratto assicurativo di questo tipo, in cui perciò, l'evidenza dei dati empirici del veicolo permette di verificare nell'immediato l'applicabilità delle condizioni contrattuali patteggiate dalle parti.

3.4.2 Gestione dei diritti musicali e digitali in generale

Il diritto di proprietà nel mercato musicale è, come già discusso nel capitolo precedente, fonte di notevoli difficoltà di gestione. Uno Smart Contract, se ben costruito, è in grado di remunerare tutte le parti coinvolte ogni istante in cui il brano musicale in oggetto sia utilizzato a fini commerciali. Ujo è un'azienda che si occupa proprio della gestione di Smart Contract basati su blockchain nel mercato musicale.

Un altro esempio arriva dal mondo dei media dove tramite il Digital Rights Management viene gestita l'erogazione e l'accesso a determinati servizi multimediali. Si può per esempio ascoltare un determinato brano musicale o leggere un libro o assistere a uno spettacolo solo se la scelta effettuata corrisponde effettivamente al tipo di servizio acquistato.

3.4.3 E-commerce

Per facilitare uno scambio tra due parti che non si conoscono può entrare in gioco uno Smart Contract grazie a cui il pagamento al venditore viene rilasciato quando il compratore ha ricevuto il prodotto o servizio richiesto, senza bisogno delle garanzie di una terza parte come ad esempio un istituto di credito. In moltissime applicazioni di grande fruizione oggi, come eBay, Uber e TripAdvisor, il cliente valuta il servizio ricevuto dal provider sulla base della qualità e della velocità in primis, senza tenere in considerazione gli aspetti legali delle transazioni. Proprio tramite queste due metriche valutative il venditore si crea una reputazione e una relazione di fiducia si instaura tra le parti. Anche se la natura del mercato fa sì che i partecipanti alle transazioni molto difficilmente si incontreranno fisicamente, le parti si fideranno l'una dell'altra sulla base degli scambi e delle conversazioni avute durante le transazioni, piuttosto che sui reciproci diritti legali espressi nelle condizioni contrattuali. Tramite le piattaforme blockchain questo meccanismo della fiducia viene sostenuto dalla stessa struttura blockchain che assicura che una transazione sia effettivamente autentica. Diventa quindi un concetto più robusto e meno aleatorio, motivo per cui uno Smart Contract ha più probabilità di successo se costruito su una piattaforma blockchain, perché conferisce alle transazioni maggiore garanzia di affidabilità e certezza rispetto ai consueti sistemi di e-commerce.

Chiaramente la tecnologia Smart Contract porterà un importante supporto nella automazione delle transazioni con la migrazione degli scambi commerciali verso piattaforme programmabili e automatizzate con cui vengono gestite le relazioni. Per assicurare una transizione il più dolce possibile e per supportare il network di contratti sociali che vivono all'interno di questo ecosistema, è importante tenere a mente che non tutte le transazioni e gli scambi possono essere considerati contrattuali in senso legale. Coloro che programmano e utilizzano Smart Contract beneficeranno dal distinguere tra 'scambi sociali', cioè che si basano su una relazione di tipo sociale già presente tra le parti, e contratti commerciali, così come tra contratti che servono a gestire relazioni durature nel tempo e altri al

servizio di affari molto più casuali. Gli Smart Contract possono veicolare significativi benefici al modo in cui vengono regolate le Supply Chain e i pagamenti variabili. Probabilmente dal punto di vista delle applicazioni, la ricerca, progredendo, dovrebbe focalizzarsi su come le relazioni sociali sono condotte nella vita reale e cercare di emularle nel mondo online.

3.5 Analisi della relazione tra Smart Contract e blockchain

Nonostante gli indubitabili vantaggi brevemente accennati sopra, le criticità legate all'utilizzo di Smart Contract sono altrettanto sotto la lente di ingrandimento.

Secondo alcune ricerche (Lee, 2018), il tasso medio di fallimento di uno Smart Contract all'interno della blockchain Ethereum si aggira attorno al 3%. Tuttavia, se si pensa alla famosa vicenda The DAO del 2016, in cui un gruppo di hacker è riuscito nella sottrazione di una ingente somma di denaro appartenente al fondo di Ethereum approfittando di un bug all'interno dello Smart Contract, ossia riproducendo una condizione non prevista dalla struttura del contratto, la 'falla' all'interno della struttura ha portato a una colossale perdita quantificabile in circa 3,6 miliardi di Ether.

Molte sono le classificazioni e le analisi atte a clusterizzare in qualche modo i loro punti di debolezza, ma in questo paragrafo si vuole mettere in luce la categorizzazione proposta dalla ricerca condotta da Maher Alharby e Aad Van Moorsel nell'Ottobre del 2017, in cui sono stati analizzati diversi paper riguardanti l'argomento.

Di seguito sono esplicate le quattro categorie principali evidenziate dallo studio:

1. **Codifying issues:** ossia si tratta dei principali ostacoli allo sviluppo di un contratto;
2. **Security issues:** fa riferimento ad eventuali bug o vulnerabilità grazie a cui enti malintenzionati possono lanciare un attacco;
3. **Privacy issues:** riferite alla pubblicazione delle caratteristiche del contratto a persone non direttamente coinvolte;
4. **Performance issues:** ossia che possono limitare l'abilità della struttura blockchain di diventare scalabile.

La tabella 3.2 propone una sintesi dei principali ostacoli afferenti a ciascuna area come presentati dallo studio, affiancandoli ciascuno ad una o più soluzioni che potrebbero essere implementate.

Tab 3.2: Sintesi dei principali punti di debolezza della relazione tra Smart Contract e blockchain

	Tipo di ostacolo	Soluzioni possibili
Codifying issues	Difficoltà nella scrittura di un contratto corretto	Creazione di contratti semi-automatici e utilizzo di sistemi di verifica formali
	Incapacità di modificare lo stesso o terminarlo	Identificazione di standard per modificare o terminare un contratto
	Complessità dei linguaggi di programmazione	Utilizzo di linguaggi logici
Security issues	Venerabilità del timestamp	Utilizzo di un numero bloccato e random invece del timestamp
	Vulnerabilità della transazione	Utilizzo della funzione "Send If Received"
Privacy issues	Mancanza di privacy nella transazione	Utilizzo di tecniche di crittografia
Performance issues	Esecuzione sequenziale di Smart Contract	Esecuzione parallela di Smart Contracts

Analizzando il primo campo, ossia i limiti nella codifica del contratto, si possono identificare diverse sfide che si presentano agli sviluppatori. Prima fra tutte, la difficoltà di sviluppare contratti che siano corretti, nel senso che effettivamente funzionino nel modo in cui è stato stabilito dalle due parti, con il rischio che parte del valore associato a quel contratto venga perduto (si veda il caso di The DAO illustrato nel primo capitolo di questa ricerca). Una soluzione a questo problema può essere identificata nell'utilizzo di sistemi di creazione di contratti semi-automatici, ossia in grado di leggere il contratto scritto in linguaggio naturale dalle due parti e tradurlo in opportune regole. Parallelamente a ciò, è possibile utilizzare anche sistemi di verifica che investigano l'eventuale presenza di azioni indesiderate erroneamente incluse nel contratto.

Data poi l'immutabilità della blockchain, uno Smart Contract non può essere cambiato una volta eseguito, né terminato, tuttavia sono stati identificati degli standard che permettono di scrivere regole in grado di essere modificate o terminate. La complessità dei linguaggi di programmazione, in aggiunta, può rendere ancora maggiormente difficoltosa la stesura di un contratto. Tramite

linguaggi come Solidity, ossia di tipo procedurale, il codice è eseguito come una successione di step in cui il programmatore deve specificare cosa deve essere fatto prima e cosa dopo, rendendo la scrittura dell'accordo laboriosa e prona all'errore. Ecco che allora l'uso di linguaggi di tipo logico permette da un lato di non dover specificare la sequenza dei passi da eseguire, rendendo dall'altro lato però costosi e più inefficienti gli algoritmi.

Chi sviluppa contratti tramite blockchain può essere identificato come l'autorità ultima che ne decreta il funzionamento e le logiche e perciò ne è anche il responsabile di un eventuale fallimento. Per cui, come nel caso della vicenda di The DAO, se nel contratto non venisse inclusa per errore una determinata condizione, qualcuno potrebbe alterare il valore del contratto stesso in una maniera che non era stata precedentemente prevista dai creatori.

Passando alle security issues, la dipendenza dal Timestamp, ossia la marcatura dei blocchi per avviare ed eseguire le transazioni, può dare adito a ulteriori vulnerabilità del contratto. Generalmente infatti il Timestamp di un blocco viene settato come l'orario locale del miner che ha generato il blocco. Tuttavia, se un nodo disonesto riesce ad alterare questa data fino a un massimo di circa 15 minuti rispetto a quella corretta, il blocco viene comunque considerato valido, generando una debolezza intrinseca in tutti quei contratti che si basano sull'accuratezza della marca temporale. A tal proposito una soluzione possibile consiste nell'uso di numerazioni random come marcatura dei blocchi, rendendo quindi il numero fisso.

Se inoltre due transazioni dipendenti tra di loro che invocano lo stesso contratto sono contenute all'interno di uno stesso blocco si può incorrere in un altro tipo di problema, noto come interdipendenza tra le transazioni. Infatti, un nodo malintenzionato può alterare alcune condizioni contrattuali, per esempio ridurre il premio per chi risolve un quesito previsto da un contratto e, questa transazione può esser casualmente inclusa in un blocco che contiene anche la transazione di un altro nodo con la soluzione proposta al quesito. Contemporaneamente quindi entrambe le transazioni verranno eseguite e il nodo che ha risolto l'enigma riceverà una compensa inferiore rispetto a quella adeguata dato l'intervento del

miner opportunist. Il suggerimento per risolvere questo problema arriva da una funzione intrinseca alla struttura Ethereum, ossia la funzione *SendIfReceived* che autorizza una transazione solamente quando un'altra che fa riferimento allo stesso contratto viene prima accettata da tutti i nodi ed eseguita.

Per quanto riguarda le privacy issues, si può facilmente dedurre che una crittazione tramite linguaggio opportuno di un contratto prima di inviarlo tramite blockchain può permettere di renderlo visibile solamente a chi, come i partecipanti o chi è coinvolto nel contratto, ne possiede le chiavi di decodifica.

Infine, migliori performance di uno Smart Contract possono essere raggiunte sostituendo la tradizionale esecuzione sequenziale di contratti (un contratto per volta) con l'esecuzione in parallelo di contratti purché siano tra di loro indipendenti.

3.6 Gap di ricerca e conclusioni

Al termine di questo capitolo si vogliono discutere alcuni tra i più significativi gap di ricerca riguardo al mondo degli Smart Contract, ossia alcuni ambiti di queste tecnologie ancora poco analizzati e che potrebbero essere importanti soprattutto per lo sviluppo futuro.

Un primo e importante limite della ricerca, come menzionato sopra, fa riferimento alla scalabilità ancora troppo limitata degli Smart Contract. Infatti, l'esecuzione in sequenza, cioè uno alla volta, da parte della blockchain che li supporta, rallenta le performance complessive della tecnologia. Al crescere del numero di contratti intelligenti, questo rallentamento si farà sempre più evidente, rendendo il vantaggio che essi potrebbero portare sempre meno attraente. Una delle soluzioni proposte riguarda l'esecuzione non più sequenziale ma parallela del contratto, anche se ciò apre ad un altro ambito di indagine, ossia come eseguire in parallelo contratti che sono tra di loro dipendenti e su questo dovrebbe focalizzarsi la ricerca in futuro.

Un'altra sfumatura da investigare riguarda le attività criminali condotte ai danni di chi utilizza Smart Contract; si tratta di studiare e analizzare tutti i possibili punti deboli di questa tecnologia in modo che sviluppatori e programmatori possano scrivere codici sempre più performanti dal punto di vista della sicurezza. È questo un importante passo in avanti per affermare e diffondere l'uso di contratti intelligenti, infatti, fino ad ora, le applicazioni che li riguardano sono veramente irrisorie se si pensa che il concetto di Smart Contract esiste già da diversi decenni. Tale povertà secondo molti è dovuta in buona parte anche alla diffidenza dei potenziali utilizzatori nei confronti della sicurezza di questi sistemi ai quali si devono affidare informazioni personali o strategiche (si pensi ad esempio ad una trattativa tra attori di una Supply Chain).

Concludendo, dalle analisi presentate in questo capitolo si evince facilmente che uno Smart Contract è una tecnologia relativamente spinosa perché il compito principale a cui è chiamata oggi è quello di rendere eseguibile in maniera deterministica la complessità di un contratto customizzato stabilito tra due parti, catalogando tutte le possibili condizioni e situazioni a cui esso può dare adito in linguaggio macchina.

Gli Smart Contract oggi sono ancora molto vulnerabili e, soprattutto, dipendenti da condizioni e fattori esterni all'ambiente in cui sono stati sviluppati, e difficili da integrare in maniera affidabile.

Esistono in commercio diversi progetti volti al supporto dello sviluppo di un contratto intelligente. Per citarne uno, il programma Quantstamp permette di scrutinare nel dettaglio la struttura dell'accordo e cercare eventuali bug, anche se il processo di verifica è piuttosto laborioso e dispendioso in termini di tempo e inoltre vengono identificati solamente gli errori già presenti, senza certificare la loro effettiva assenza. A questo pensa un altro programma, CertiK, che tramite algoritmi matematici modulari testa la resistenza della piattaforma ad eventuali attacchi di malintenzionati.

L'incorruttibilità dei contratti intelligenti, caratteristica fondamentale resa dalla struttura blockchain su cui si appoggiano, li rende senz'altro attraenti per molti ambiti. Tuttavia, questa stessa peculiarità ha un punto debole: la rigidità.

Impossibile predire ogni possibile conseguenza di un accordo a priori. Impossibile inoltre esser in grado di realizzare contratti sufficientemente complessi e privi di errori di qualsiasi genere, e in ogni caso, scenari inaspettati sono sempre in agguato.

Fino a che non si troverà una soluzione alla necessaria flessibilità di questi contratti, errori da un lato e cause di forza maggiore dall'altro minacceranno l'affidabilità del patto, rendendolo vulnerabile.

Fortunatamente diversi gruppi di ricerca in varie parti del mondo stanno lavorando per migliorare questa caratteristica. Nel frattempo, è bene che chiunque si voglia approcciare all'uso o alla conoscenza di questi strumenti sia in grado di capirne tutti i potenziali rischi così come i benefici.

CAPITOLO 4

Blockchain per il Supply Chain Management

Dopo aver chiarito una visione d'insieme sulle potenzialità della blockchain in molti settori, si giunge a un capitolo cruciale di questo lavoro di ricerca, che mira a dare una risposta a due quesiti: come la blockchain può aiutare il Supply Chain Management e quali sono di conseguenza gli effetti diretti e indiretti che questa tecnologia può provocare su di esso.

Il capitolo quindi procederà con una prima breve presentazione dello stato *AS IS* dei principali processi che hanno luogo nella Supply Chain e delle tecniche attualmente utilizzate per gestirli, per giungere poi ad analizzare i casi in cui è stata implementata la tecnologia blockchain e gli impatti registrati.

Da ultimi si esamineranno i benefici ottenibili da una simile implementazione confrontandoli con le barriere di vario genere che ne minano l'adozione.

4.1 Il Supply Chain Management e i processi che ne fanno parte

Una delle più note definizioni di Supply Chain Management lo identifica come *“il management delle relazioni a monte e a valle con i fornitori e i clienti con l'obiettivo di creare maggior valore per il cliente finale a costi inferiori per tutta la Supply Chain”* (Christopher, 1998).

Si può genericamente intendere questo approccio gestionale come una disciplina relativamente 'giovane', infatti solo recentemente (a partire dagli ultimi anni del secolo scorso) le innovazioni tecnologiche che hanno investito tutti i settori industriali hanno spinto le aziende ad una competizione sempre più spietata. Tutto ciò ha indotto un nuovo approccio strategico, basato sulla realizzazione interna di ciò che una impresa sa fare meglio e affidando a provider esterni tutte le altre attività. Si è così cominciato a costruire una serie di catene di relazioni commerciali indispensabili per la creazione del valore finale oggetto della vendita. Da qui il cambiamento anche del tipo di competizione che passò da essere un confronto one-to-one tra due brand a un più complesso scontro tra intere Supply Chain.

Se si pensa inoltre che è stimato aggirarsi attorno a un 80% il valore medio del prodotto finale creato tramite la Supply Chain, si comprenderà come l'integrazione tra i nodi di cui essa è composta diventi di fondamentale importanza per gli obiettivi aziendali.

In aggiunta a ciò negli anni più recenti il Supply Chain Management ha dovuto confrontarsi anche con sfide sempre più globali, si pensi per esempio al concetto di sostenibilità ambientale e sociale, da cui l'attenzione verso la Corporate Social Responsibility, un compito ormai imprescindibile per tutte le organizzazioni.

Il Supply Chain Management comprende una serie di sotto-processi, ciascuno dei quali può essere ulteriormente segmentato in micro-processi che racchiudono a loro volta diverse micro-attività. Di seguito si analizzeranno brevemente i principali, uno alla volta, ponendo l'attenzione sulle attività coinvolte e sulle pratiche generalmente adottate per gestire ciascuno di essi.

Saranno quindi oggetto di sintesi i processi seguenti:

- Approvvigionamento e gestione dei fornitori;
- Pianificazione;
- Logistica e Distribuzione;
- Produzione;
- Sviluppo Nuovo Prodotto.

4.1.1 Approvvigionamento e gestione dei fornitori

Il processo di approvvigionamento e gestione dei fornitori può essere segmentato in sei fasi, illustrate in Fig 4.1 e classificabili in due macrocategorie:

- Fasi strategiche: comprendono le attività a maggior valore aggiunto, ossia:
 - Definizione delle caratteristiche/specifiche (in termini di qualità e quantità) dei prodotti e servizi che l'azienda intende acquistare: si tratta quindi sia di caratteristiche tecniche, che di requisiti di conformità e anche della stima dei fabbisogni di medio-lungo termine del prodotto;
 - Ricerca dei fornitori potenziali e qualificazione: viene predisposta una lista di fornitori preselezionati sulla base di informazioni interne all'azienda ed

esterne; questo processo viene anche chiamato marketing d'acquisto poiché possono essere effettuate visite (audit) presso gli stabilimenti dei fornitori o raccolti ulteriori dati sintetizzati poi in un report;

- Selezione dei fornitori e negoziazione: l'azienda invia le richieste d'offerta ai fornitori chiedendo di specificare caratteristiche come il prezzo, i tempi di consegna, le modalità di pagamento, etc.; sulla base delle offerte ricevute viene avviata la negoziazione che permette di chiarire e definire in dettaglio i contenuti delle offerte. A questo punto i fornitori vengono confrontati e selezionati con il supporto di strumenti come le *vendor grid* (griglie con punteggi) e l'approccio del Total Cost of Ownership (illustrato più avanti nel capitolo).

- Fasi operative: sono attività routinarie che comprendono:
 - Emissione degli ordini ai fornitori selezionati: gli ordini di acquisto vengono emessi ai fornitori selezionati che li valutano e decidono se accettarli o meno;
 - Monitoraggio e controllo degli ordini di acquisto: dal momento in cui l'ordine viene emesso fino alla ricezione della merce si attuano attività come il monitoraggio dell'avanzamento dell'ordine, il sollecito del fornitore, l'ispezione, il tracking, etc.;
 - Post-acquisto e valutazione dei fornitori: si tratta di attività che riguardano la gestione dei reclami, il reperimento dei ricambi, l'assistenza e l'aggiornamento degli archivi contenenti le informazioni sui fornitori; le loro prestazioni vengono costantemente monitorate al fine di identificare i punti di miglioramento e le eventuali azioni correttive.



Fig 4.1: Le attività del processo di approvvigionamento e gestione dei fornitori (Romano e Danese, 2006)

- Dato lo spostamento del focus sullo sviluppo e sulla cultura di relazioni a lungo termine con i propri fornitori, in fase di valutazione le variabili su cui vengono confrontati i diversi possibili interlocutori sono in aumento e comprendono sempre di più altri indicatori oltre ai tradizionali come tempi, qualità e costi. Si parla infatti di TCO, ossia Total Cost of Ownership, un approccio che coinvolge un monitoraggio di più ampio spettro in cui il costo totale del possesso di un bene viene calcolato considerando non solo i costi fissi (acquisto, interessi, affitto, valore residuo, etc.), ma anche tutti i costi variabili (manutenzione, formazione degli operatori, etc.) legati all'utilizzo dello stesso.

4.1.2 Pianificazione

Questo secondo processo, noto anche con il termine inglese *supply planning*, si riferisce a quella parte del Supply Chain Management coinvolta nel determinare la migliore strategia per soddisfare le richieste create dal *demand plan*, con l'obiettivo di bilanciare le scorte di prodotto con la domanda reale del mercato.

Da alcuni anni il successo dell'industria automobilistica giapponese ha reso molto popolare la Lean Strategy all'interno del manufacturing, che ha portato a focalizzarsi sull'efficienza lungo tutto il processo di produzione, riducendo i costi e l'accumulo di stock. Infatti, il goal principale del Lean Thinking, la filosofia di management nata proprio in questo contesto, è quello di eliminare tutte le fonti di spreco nell'ambiente lavorativo, non solo meramente fisiche, come l'eccessivo accumulo di stock o di scarti, ma anche coinvolgendo un approccio mentale in cui ogni persona può ridurre lo spreco di sforzi e tempo per essere più produttivo. Per quanto concerne la Supply Chain, il Lean Thinking si traduce in tecniche utilizzabili ogni giorno, come il Just in Time (JIT) e l'obiettivo scorte zero. Sono

due concetti legati tra loro poiché con il JIT si assicura un piano di produzione che mira a ridurre i livelli di scorte, suggerendo di cominciare a produrre un ordine il più vicino possibile alla data di spedizione per ridurre costi di stoccaggio tra le varie fasi ed errori nella previsione della domanda, che portano ad accumulare pezzi invenduti.

Da ciò deriva che la scelta di una azienda di seguire questi principi incide inevitabilmente sul supply planning, ossia sul flusso con cui vengono generati gli ordini, attivate le capacità produttive, e spediti verso il cliente.

Tuttavia, l'applicazione di questa filosofia e dei principi che ne derivano non è sempre immediata e soprattutto può risultare inappropriata per determinate realtà e ambienti industriali. Ecco perché, per molte aziende, un adeguato livello di scorte rimane necessario per molte ragioni. Prima di tutto, permettono di competere anche in situazioni di domanda instabile o altamente variabile, o nei casi in cui si verificano eventi inaspettati che potrebbero altrimenti causare stock out e perdita di vendite. Inoltre, permettono di rispondere velocemente alla domanda del cliente che, quindi, non deve aspettare per ottenere il suo prodotto e viene servito nel più breve tempo possibile. Possono anche concorrere nella riduzione dei costi logistici e di produzione, si pensi per esempio a quei mercati caratterizzati da alta stagionalità della domanda, e permettono di schedulare le fasi di lavorazione e di fornitura di quella regione per l'intero anno.

Tuttavia, l'esistenza di alcuni effetti come la presenza di un alto livello di scorte può contribuire a distorcere l'informazione più si prosegue dal downstream (consumatori finali) all'upstream (rete di fornitura). Infatti, un aumento improvviso della domanda del cliente finale può venire 'attutito' dalla presenza di prodotto a magazzino del retailer, risultando così meno significativo più si risale verso l'azienda produttrice che lancia gli ordini in produzione. Ciascun nodo vedrà una domanda oscillante e differente da quella vista dagli altri e in particolare, l'operatore che si trova più a monte sperimenterà l'oscillazione massima, come illustrato in Fig 4.2. Questo fenomeno prende il nome di effetto Forrester, ed è principalmente causato da una scarsa visibilità degli attori della Supply Chain sul resto dei nodi e sul cliente finale, il che porta a costruire un sistema di rifornimento che è l'opposto di un demand-driven.

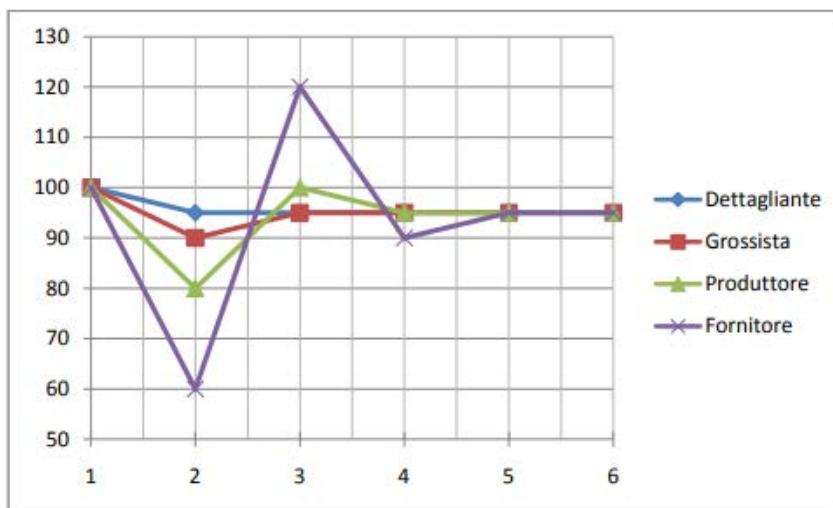


Figura 4.2: Impatto dell'effetto Forrester sull'andamento della domanda (Romano e Danese, 2006)

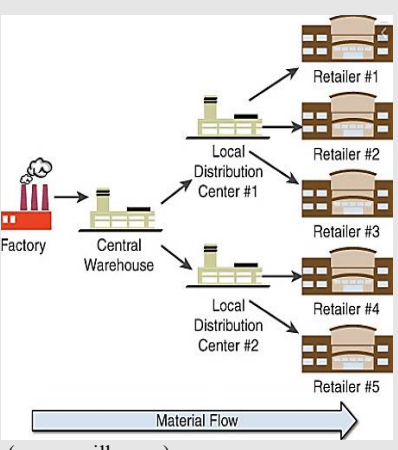
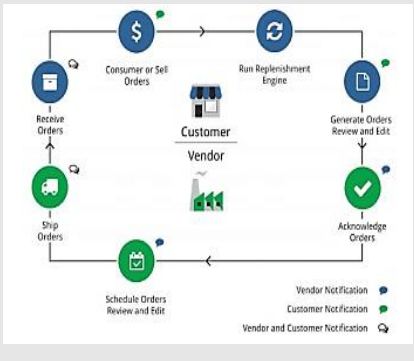
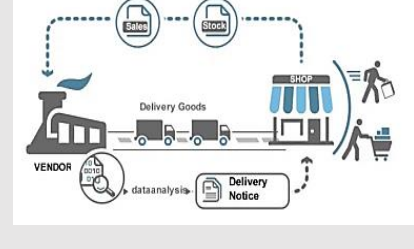
Proprio per sopperire a distorsioni di questo genere, alcune aziende hanno implementato tecniche più o meno sperimentali con l'obiettivo di migliorare l'allineamento tra i diversi attori e la visibilità.

In Tab 4.1 si riassumono le principali, tra cui il DRP, acronimo di Distribution Requirement Planning, simile al MRP (Material requirement Planning) ma che permette di rivedere tutti i giorni le pianificazioni dell'orizzonte temporale considerato, comprendendo anche eventi esterni imprevisti o errori nelle previsioni. Grazie a questo sistema tutti i piani di produzione e spedizione possono essere allineati alla domanda dei clienti finali, ottenendo anche riduzioni delle scorte totali nel supply network senza penalizzare il servizio finale inteso come disponibilità del prodotto al momento giusto e nel posto giusto.

Ancora più all'avanguardia è la tecnica del VMI (Vendor Managed Inventory), in cui la responsabilità del magazzino è lasciata in toto al fornitore della merce, che sulla base di quanto concordato con l'azienda cliente, si occupa dello stoccaggio del prodotto. Importante in questo caso è evitare comportamenti opportunistici da parte di entrambe le parti, sviluppando idonei sistemi di monitoraggio delle performance. Infine, il CS, acronimo di Consignment Stock, è un metodo in cui il fornitore viene supportato direttamente con i dati POS di vendita, tramite cui, elabora opportuni piani di rifornimento della merce che rimane fisicamente depositata presso il magazzino scorte di proprietà del cliente. Questa tecnica è

solitamente coadiuvata da contratti di esclusiva di medio-lungo termine con il fornitore, con il vantaggio per l'azienda cliente di ridurre i costi di immobilizzo finanziario e di gestione della merce.

Tabella 4.1: Le tre tecniche di gestione dei rapporti di fornitura

Tecnica	Descrizione	Logica	Input	Schema
DRP	Calcolo dei piani di spedizione/produzione per tutti gli attori a partire dai fabbisogni lordi del punto immediatamente più a valle, tenendo conto dell'on-hand, degli ordini aperti e dei LT di produzione	Rolling, si ripianifica più volte lo stesso intervallo di tempo	Domanda del cliente finale	 <p>(www.oreilly.com)</p>
VMI	Il fornitore monitora il livello di scorte del cliente e, sulla base delle previsioni di vendita, gestisce il magazzino entro prefissati limiti	Il fornitore ha la proprietà del magazzino e assicura il giusto livello di stock	Stime di vendita del cliente	 <p>(www.clearspider.com)</p>
CS	Utilizzando i dati reali delle vendite il fornitore calcola le previsioni di vendita del cliente finale e reintegra le scorte nel magazzino presso il cliente	Collaborazione di lungo termine, riduzione oneri di stoccaggio per il cliente	Dati POS delle vendite	 <p>(www.easyecom.io)</p>

4.1.3 Logistica e Distribuzione

Il Logistic Management riguarda invece il coordinamento e il controllo del flusso diretto e inverso di materiali lungo tutta la Supply Chain, a partire alle movimentazioni delle materie prime fino alla spedizione del prodotto finito al cliente finale. Tutte le decisioni che afferiscono a quest'area riguardano la gestione delle scorte a magazzino e il modo in cui trasportarle efficientemente da uno stadio ad un altro della catena. Inoltre, il loro impatto sul concetto di sostenibilità ambientale è molto significativo, per cui scelte come il mezzo di trasporto preferenziale devono tenere in considerazione anche aspetti più 'soft' rispetto alla mera convenienza economica per l'azienda.

Fondamentalmente esistono due principali alternative per la progettazione della rete di fornitura:

- Consegna diretta: i prodotti sono inviati direttamente dal fornitore al cliente finale senza passare attraverso uno stadio intermedio nella distribuzione;
- Consegna indiretta: esistono degli intermediari tra il fornitore e i clienti (veri e propri magazzini o più veloci transit point, punti di smistamento della merce, più che di stoccaggio vero e proprio).

Una volta scelta la strategia distributiva, le altre decisioni chiave riguardano:

- Le modalità di trasporto e le caratteristiche del vettore;
- Le scelte distributive;
- Il packaging;
- La configurazione dei percorsi;
- La struttura dell'impianto di reverse logistics.

In Tabella 4.2 sono illustrati sinteticamente gli sviluppi di queste scelte e le variabili che solitamente vengono tenute in considerazione per effettuarle.

Tab 4.2: Le decisioni chiave che riguardano il sistema logistico e distributivo (Romano e Danese, 2006)

Decisione	Alternative	Kpi
Modalità di trasporto e caratteristiche del vettore	<ul style="list-style-type: none"> - Aereo - Navale - Gomma - Ferroviario - Pipeline - Intermodale 	<ul style="list-style-type: none"> - Costo per unità di km - Peso e dimensioni - Valore della merce - Caratteristiche commerciali e chimico-fisiche del prodotto - Distanza - Sistema di gestione delle scorte - Tipo di servizio al cliente
Scelte distributive	<ul style="list-style-type: none"> - Tipologia di consegna (diretta, indiretta) e frequenza - Configurazione delle <i>facilities</i> e dei magazzini - Modalità di gestione delle scorte 	<ul style="list-style-type: none"> - Tipologia prodotto (fragile, versatile, deperibile, a lunga conservazione, etc.) - Costo di stoccaggio - Quantità da spedire - Impianto di stoccaggio - Strategia distributiva (JIT, consignment stock, etc.)
Packaging	<ul style="list-style-type: none"> - Imballi primari, secondari e terziari - Smaltimento imballi - Impianto di packaging - Trasporto 	<ul style="list-style-type: none"> - Contenimento - Protezione - Unitizzazione - Facilità d'uso - Comunicazione - Costo di produzione e smaltimento - Sostenibilità
Configurazione dei percorsi (routing)	<ul style="list-style-type: none"> - Percorso giornaliero - Sequenza di servizio dei clienti - Priorità e sistema di scheduling - Flotta allocata 	<ul style="list-style-type: none"> - Distanza e tipo di viaggio - Tipo di servizio al cliente - Costi - Sistema di tracking
Reverse logistics	<ul style="list-style-type: none"> - Localizzazione attività di test sul prodotto - Processo di gestione dei resi e di utilizzo degli scarti 	<ul style="list-style-type: none"> - Tasso di perdita di valore nel tempo - Efficienza - Reattività

Importante è considerare di configurare la rete logistica per effettuare il reverse logistics, ossia rendere possibile la gestione dei flussi fisici e informativi che legano le attività di recupero dei prodotti nel supply network. La gestione dei resi

infatti, che essi siano resi del cliente, della produzione o dalla distribuzione, deve poter ottimizzare la reattività e l'efficienza del processo e allo stesso tempo essere molto veloce per limitare le perdite di valore del prodotto.

Un discorso a parte va fatto per la tracciabilità lungo la Supply Chain. Infatti, molte Supply Chain di successo si basano ormai su trasparenza di informazione sia lato domanda che lato fornitura; tecnologie come sensori e codici a barre aiutano a tracciare quando il prodotto si sposta da un punto ad un altro lungo tutta la catena in modo da localizzarlo in ogni fase per poterlo richiamare indietro o spedirlo avanti. Con il termine tracciabilità in realtà si intende anche la capacità di identificare l'origine e le caratteristiche della merce ovunque essa sia per poter risalire quindi alla natura esatta del prodotto ricevuto nel caso fosse necessario.

4.1.3 Produzione

L'insieme di attività che costituiscono la vera e propria fase di produzione, tramite cui materie prime e semilavorati vengono trasformati in prodotto finito, deve essere disegnato e progettato sulla base del modo in cui l'azienda ha deciso di soddisfare la domanda del mercato, tenendo in considerazione le lavorazioni che il prodotto deve subire e gli altri vincoli produttivi, come la capacità produttiva.

Giungendo a discutere dei sistemi di produzione più noti, prima di tutto si deve definire il punto di disaccoppiamento, ossia il punto alla cui valle tutte le attività vengono tirate dalla domanda del cliente (pull), mentre a monte di questo vengono spinte dalla produzione stessa. Più a valle esso si trova, più all'interno della chain si lavora per predisporre merce a magazzino che verrà poi spedita o assemblata quando giunge la domanda del cliente. Viceversa, se il punto di disaccoppiamento si trova a monte, molte più attività, dalla progettazione, alla spedizione finale vengono attivate e si tirano l'una con l'altra solo quando la domanda del cliente si manifesta.

Una volta collocato il punto di disaccoppiamento, la scelta del layout degli impianti deve esser funzionale a seconda delle caratteristiche del prodotto e del processo.

In Fig 4.3 è illustrata la matrice prodotto-processo in funzione della quale si effettua la scelta.

<i>Tipo di processo produttivo</i>	<i>Mix di prodotti</i>				<i>Compiti critici del management</i>
	Esemplare unico	Bassi volumi unitari Molti modelli	Alti volumi unitari Pochi modelli	Altissimi volumi (commodity)	
Flusso frammentario	Job shop				Scheduling affidabilità delle consegne
Flusso discontinuo in "linea di flusso"	Flusso a lotti in reparti o celle di fabbricazione				Eliminazione colli di bottiglia
Flusso funzione del ritmo della manodopera o delle linee di produzione	Flusso in linea				Motivazione manodopera, bilanciamento, flessibilità (elasticità)
Flusso continuo rigido automatizzato	Flusso continuo				Investimenti, Innovazione, tecnologia, integrazione
	Puntualità Differenziazione	Qualità Elasticità	Prezzo		

Fattori critici

Fig 4.3: Matrice prodotto- processo: varietà e volumi del processo e tipo di flusso (Liuc, adattato da Hayes, e Wheelwright; 1984)

Le principali tipologie di layout si possono classificare in:

- Job shop: consiste in una produzione di tipo pressoché artigianale, continua, in cui il prodotto viene eseguito dall'inizio alla fine in una sorta di laboratorio, spinto da una commessa diretta del cliente con conseguente grande varietà in uscita;
- A lotti: con volumi maggiori e varietà limitata si processa il prodotto in lotti omogenei di grandi dimensioni, lavorati da grandi macchinari specializzati, e poi depositati in buffer nell'attesa di essere processati nelle fasi successive; la produzione risulta così intermittente, scandita dagli elevati tempi di set-up tra un lotto e un altro;
- Celle: rappresentano una via di mezzo tra lotti e linea, le macchine sono raggruppate in celle sulla base del tipo di lavorazione e i prodotti in

famiglie sulla base di uniformità nella sequenza di operazioni che devono subire; viene così ridotta la scorta in attesa di lavorazione (WIP), i lead time e i tempi di set-up;

- Linea: è il processo tipico di un prodotto gestito in volumi molto alti con varietà pressoché inesistente, in cui ogni pezzo attraversa le diverse fasi fluendo senza ostacoli ed è anche possibile impartire un elevato livello di automatizzazione.

Più il prodotto è standard, più un processo produttivo continuo meglio si adatta agli obiettivi di efficienza e riduzione delle scorte; più invece la domanda stagionale e la customizzazione incidono sullo stesso, un processo misto a lotti può permettere di inseguirla in modo più efficace.

4.1.4 Sviluppo nuovo prodotto

La grande complessità competitiva degli ultimi anni ha spinto le aziende a focalizzare molti dei loro investimenti nelle fasi iniziali di progettazione, che sono stimate generare l'80% circa del valore del prodotto. Ecco perché la collaborazione con i fornitori anche in queste fasi sta acquisendo importanza sempre maggiore, così come i giudizi del cliente finale stanno diventando una fonte critica di innovazione.

In Fig 4.4 è rappresentato il processo tipico di sviluppo nuovo prodotto.



Fig 4.4: Fasi principali del processo di sviluppo nuovo prodotto (Johnsen, Howard and Miemczyk, 2014)

Coinvolgere i partner strategici già nelle prime fasi di design può voler dire limitare i rischi delle fasi successive, prevenire eventuali criticità produttive e quindi complessivamente ideare un prodotto che potrà fluire attraverso gli step produttivi con molti meno ostacoli rispetto ad un coinvolgimento solo successivo. Tuttavia, si deve tenere conto anche dei rischi che questo tipo di partnership può

generare, infatti, coinvolgere e coordinare prospettive differenti, controllando che le specifiche siano rispettate da tutti i player non è di semplice organizzazione.

Tenendo poi in considerazione gli obiettivi di Triple Bottom Line che l'azienda si prescrive di seguire, il design del prodotto deve poter essere indirizzato anche ad una sostenibilità ambientale e ad un potenziale recupero e riciclo delle sue componenti.

Se inoltre il prodotto o servizio disegnato ha anche l'arduo compito di porsi sul mercato come innovazione, le fasi che deve attraversare sono ancora più ramificate e complicate.

4.2 Blockchain applicata ai processi del Supply Chain Management

Nei prossimi paragrafi sono presentate le potenziali applicazioni della blockchain nei vari processi della Supply Chain Management in aggiunta ai rispettivi esempi di casi reali.

4.2.1 Blockchain nel processo di approvvigionamento

Se si considera la sequenza delle diverse fasi che costituiscono questo processo, come riportato in Fig 4.5, è possibile ipotizzare l'intervento della blockchain in alcune di esse e di conseguenza stimare quali potrebbero esserne gli effetti.

Per cominciare, nella definizione della fase di ricerca e qualificazione dei potenziali fornitori, l'azienda può richiedere ad essi e quindi valutarli anche sulla loro disponibilità ad adottare tecnologie blockchain. Se quindi da un lato l'azienda potrebbe estendere l'applicazione della blockchain anche alla rete di fornitura, dall'altro lato il fornitore prescelto beneficerebbe di una relazione di partnership di medio-lungo termine in cui i due enti sarebbero coinvolti fino a fianco nella definizione del network e nell'implementazione di opportuni strumenti e tecnologie.

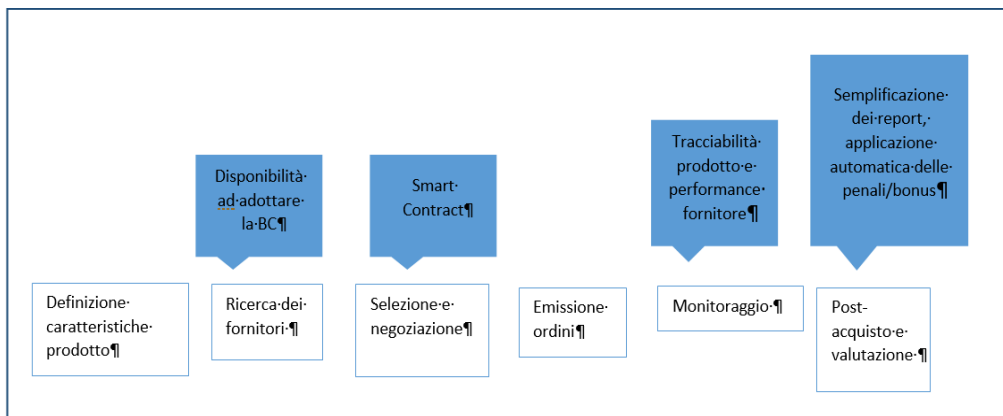


Fig 4.5: Fasi principali del processo di approvvigionamento e punti di intervento della tecnologia blockchain

Indubitabili quindi i benefici in termini di allineamento e fiducia reciproca prima ancora di implementare la tecnologia.

Procediamo ad analizzare questo rapporto formulando le seguenti ipotesi:

Hp 1: Il prodotto in questione è di alto impatto strategico per l'azienda e la sua gestione (in termini di reperibilità e rifornimento) è complessa;

Hp 2: il fornitore selezionato è disponibile all'implementazione di tecnologie blockchain a supporto della relazione.

Di conseguenza allora la fase successiva di concretizzazione e stesura del contratto di partnership può essere portata a termine tramite l'uso di Smart Contract che, scritti in un primo momento in linguaggio naturale e tradotti poi da sviluppatori in linguaggio macchina su opportuni software, contribuiscono a snellire notevolmente la gestione della relazione nel tempo nonché tempi e costi iniziali della fase legale. Inoltre, essi assicurano che ognuna delle due parti rispetti i termini concordati, permettendo quindi i benefici di un allineamento continuo (il fornitore può 'leggere' il livello di stock e le stime di domanda del cliente dai database per fare un esempio), ma senza la necessità di instaurare costosi sistemi di monitoraggio delle prestazioni e senza la minaccia di comportamenti opportunistici e ritardi nei pagamenti.

Nelle fasi monitoraggio e controllo degli ordini, inoltre, la tracciabilità del prodotto in ogni istante è immediata e ogni utente abilitato può accedervi tramite il registro della Supply Chain e leggere le specifiche relative alla produzione e alla

consegna della merce. Anche la necessità di sollecito si riduce notevolmente in quanto penali e oneri finanziari sono già stati delineati in fase iniziale e vengono automaticamente applicati tramite lo Smart Contract quando si verificano le previste condizioni.

La fase di valutazione e post-acquisto risulta così immediata, rendendo molto semplice e accessibile a tutti il dettaglio della prestazione fornita e permettendo quindi da entrambe le parti di intraprendere azioni correttive in tempi brevi.

Ogni transazione viene registrata immutabilmente nel database, diventando così disponibile per chiunque abbia l'accesso e voglia verificarla.

Dalla validazione dell'ordine alla sua approvazione, fino all'intero processo di richiesta e consegna delle quantità, la blockchain può radicalmente migliorare il procurement. Ogni cambiamento in una qualsiasi parte di questo processo genererà automaticamente un'eccezione che permette di ridurre il tempo totale speso per ottenere il completamento dell'ordine e una più elevata automazione in ogni transazione.

Nella Tab 4.3 sottostante sono riassunti brevemente i principali benefici e svantaggi/costi aggiuntivi che l'implementazione di tecnologie blockchain in queste fasi del processo possono portare.

Si potrà notare che tra gli effetti positivi principali sono annoverati la riduzione del tempo impiegato per gestire soprattutto le fasi di stesura e scrittura del contratto, ma anche tutte le attività connesse al monitoraggio, sollecito, valutazione, etc. e di conseguenza anche i costi sostenuti per queste attività (intesi sia come costi per il personale appositamente assunto per portarle a termine, sia per utilizzo di strumenti di misura).

Tramite blockchain si assicura inoltre uniformità di trattamento a tutti i fornitori ogni volta che si presenta una determinata situazione prevista da contratto. L'intero settore industriale beneficerà dall'eliminazione di potenziali truffatori, che inevitabilmente non potranno eseguire una transazione non autentica o modificarne una; dall'altro lato l'azienda dovrà tenere in considerazione una perdita di potere competitivo perché anche i competitor potranno venire a conoscenza dei partner con cui essa collabora, data la necessità di trasparenza. Tempi e costi di implementazione di un sistema che integri gli ERP aziendali con

la blockchain dovranno esser tenuti in considerazione, nonché una iniziale resistenza del fornitore che inevitabilmente percepirà una certa rigidità del contratto intelligente. Infatti, anche se nella fase iniziale sono state previste tutte le potenziali ramificazioni e clausole da includervi, il contratto non avrà le caratteristiche di flessibilità e adattabilità che sono proprie della componente umana dei rapporti.

Tab 4.3: benefici e costi aggiuntivi di un sistema blockchain implementato nella fase di procurement (Tribis, El Bouchti e Bouayad, 2018)

Benefici	Costi aggiuntivi
Limitazione costi di gestione	Elevato investimento iniziale
Tempi ridotti	Indisponibilità del fornitore (sempre sotto analisi, penalità, no flessibilità)
Automatizzazione delle transazioni e del monitoraggio	Poca flessibilità, rigidità e uniformità di trattamento (no eccezioni)
Accuratezza e uniformità di trattamento	Alti tempi di sviluppo
Eliminazione di fornitori truffatori dall'intero settore industriale.	Difficoltà di tradurre tutte le specifiche in un contratto digitale
	Rapporto di lungo termine col fornitore, solo prodotti strategici
	Trasparenza: anche i competitor conoscono i partner con cui l'azienda sta lavorando

Si può affermare in conclusione che per poter beneficiare dei vantaggi dati dall'implementazione della blockchain, è necessario focalizzarsi su prodotti che siano strategici per l'impresa e di non facile reperibilità, il che porta alla costruzione di rapporti di fiducia di lungo termine che porteranno vantaggio sia al cliente che al fornitore stesso.

Si propone di seguito un caso studio, tratto dalla conferenza *Business Information Systems: 21st International Conference, BIS 2018, Berlin, Germany, July 18-20, 2018*.

Caso studio: Schmitz Cargobull AG

L'azienda in questione è uno dei leader europei nella fornitura di semirimorchi e rimorchi per trasporti a temperatura controllata, general cargo e grossi carichi, con una produzione annuale di circa 58.000 veicoli e con un numero di dipendenti vicino ai 6.000. All'interno della value chain di Schmitz Cargobull AG, la fase di acquisto di materie prime, componenti e strumenti di lavoro occupa una posizione significativa. Infatti, uno dei loro obiettivi a livello di Supply Chain riguarda proprio l'ottimizzazione della trasparenza in merito alle capacità produttive del loro procurement network.

All'interno dell'implementazione di un sistema basato su blockchain, l'ERP dell'azienda, allo stesso modo di quello dei partner principali, sono stati connessi alla blockchain tramite opportuni portali. Anche i macchinari di lavorazione presenti nel plant dell'azienda sono stati dotati di strumenti con tecnologia Internet Of Things (IoT), ossia in grado di connettersi alla rete blockchain.

Il processo di acquisto e fornitura dei materiali è stato dunque modificato per percorrere le seguenti fasi:

1. Quando uno dei macchinari di lavorazione individua la prossimità di un collo di bottiglia (un numero di stock da processare inferiore a un prefissato bound), inoltra automaticamente una domanda di fornitura all'ERP;
2. L'ERP, ricevuta la domanda, fa un calcolo basato sulla rimanenza di stock del magazzino ed elabora una proposta di acquisto;
3. La proposta viene scritta sulla blockchain con delle caratteristiche specifiche in termini di materiale, quantità, unità di misura, delivery date, tipo di contenitore, etc.;
4. I fornitori hanno installano uno Smart Contract sulla blockchain, in grado di riconoscere le richieste del cliente e tradurle all'ERP in forma di richiesta di produzione;
5. Date le specifiche della proposta, il fornitore può elaborare una risposta in termini di offerta e la scrive tramite blockchain;

6. Lo Smart Contract di Schmitz Cargobull AG ‘legge’ la proposta dei vari fornitori e, utilizzando delle regole prefissate, le valuta sulla base di specifici criteri;
7. Infine, tramite Smart Contract viene automaticamente scelto il miglior fornitore sulla base di una valutazione generale e viene creato un ordine per lui;
8. Immediatamente, tramite i criteri fissati dal contratto, viene generato un valido contratto di acquisto, scritto sul registro pubblico della blockchain;
9. L’ordine inoltrato via blockchain viene riconosciuto dal partner selezionato che quindi lo controlla e lo inserisce nel suo piano di produzione;
10. Successivamente la schedulazione della produzione del lotto e tutti gli aggiornamenti delle sue movimentazioni e spedizioni vengono via via scritti sulla blockchain in modo che Schmitz Cargobull AG sia costantemente aggiornata.

Nel diagramma in Fig 4.6 è mostrata la sequenza temporale del processo illustrato sopra.

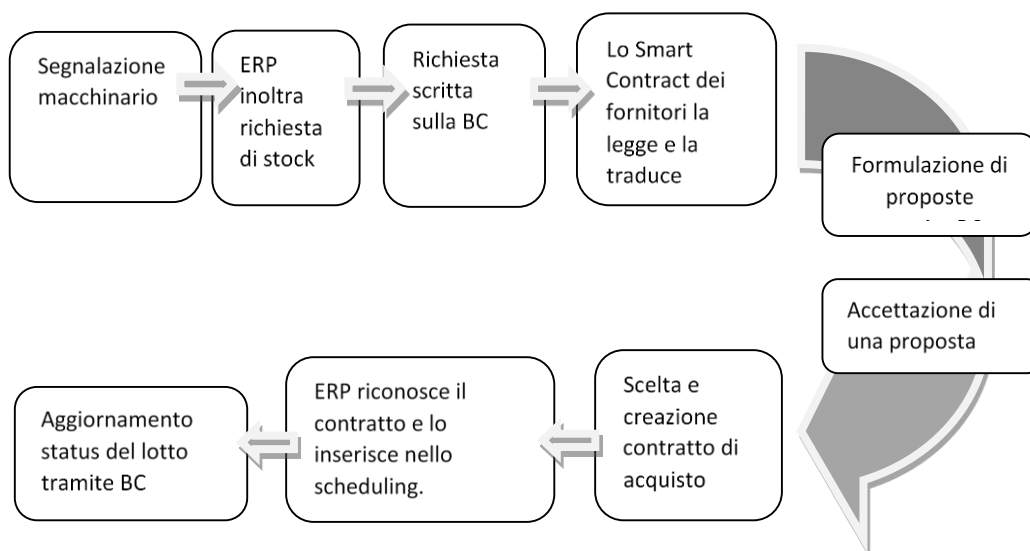


Fig 4.6: Sequenza delle fasi sviluppate da Cargobull AG

A seguito di questa implementazione, è stata riscontrato un aumento significativo della trasparenza nel processo di fornitura di materie prime sia lato buyer che lato supplier. I risultati del caso studio hanno mostrato che la blockchain ha funzionato come una sorta di 'ponte' tra l'ERP di ciascun supplier e quello dell'azienda focale, fornendo a tutti i partecipanti al network un database consistente e trasparente con la garanzia, l'immutabilità e la tracciabilità di tutti i dati del processo logistico di acquisto.

Tuttavia, la proprietà dei dati che vengono importati così come quelli esportati rimane dei singoli operatori, limitando l'entrata agevole nel network di eventuali altri fornitori. In caso di ampliamento della rete, infatti, il sistema dovrà essere modificato manualmente per consentire l'accesso di ulteriori nodi, rendendolo meno flessibile a future modifiche.

In conclusione, tramite l'utilizzo di Smart Contract, numerose fasi del processo possono essere automatizzate e raggiungere condizioni di efficienza molto alte. Al termine dell'implementazione del caso studio illustrato sopra, diversi esperti provenienti da aziende di vari settori furono consultati per fornire una valutazione generale dei risultati. Più del 60% di essi espresse un'opinione positiva, validando con successo l'intero progetto, confermando che il concetto di integrazione degli ERP di fornitori e clienti tramite blockchain è una prospettiva realistica. Tuttavia, essi riscontrarono alcune barriere ad una adozione di successo:

- Non è ben chiaro come sia possibile estendere una rete di questo tipo a livello globale, considerando tutta la Supply Chain logistica;
- Inoltre, la necessità di basare la relazione su un rapporto di fiducia già esistente tra fornitore e cliente può rappresentare un freno all'estensione a tutta la rete di fornitori;
- Un fornitore qualsiasi potrebbe chiedersi perché dovrebbe investire in una tecnologia che non ha ancora del tutto fornito rassicurazioni a livello globale e superato con successo progetti pilota;
- La stessa tecnologia inoltre richiede spazio di memorizzazione elevato e una quantità intensiva di energia a disposizione, così come un business model che sia in grado di lavorare senza una unità di controllo centrale.

Questo caso dimostra che le tecnologie blockchain possono competere con gli altri sistemi di scambio dati e di interconnessione tra reti differenti, come EDI AXIT, etc., perciò si potrebbe spostare il focus della discussione su questi sistemi IT per lo scambio di dati e sulla loro inferiorità se paragonati alla blockchain. Certamente, però, sono doverose ulteriori investigazioni riguardanti costi e benefici specifici di ciascun caso, nonché un'approfondita valutazione dei potenziali rischi.

4.2.2 Blockchain applicata al supply planning

Nel paragrafo 4.1.2 si è già illustrato come siano state pensate e adottate diverse tecniche per prevenire una distorsione dei fatti lungo i diversi anelli della Supply Chain, promuovendo allineamento informativo oltre che del flusso fisico.

Metodi già presentati come il DRP, VMI e CS sono nati con l'obiettivo di sostenere la circolazione di informazione in tempo reale da valle a monte e viceversa, riducendo l'effetto frusta, con i benefici dati dalla conseguente limitazione del livello delle scorte, minori costi di gestione e soprattutto migliore reattività nell'inseguimento della domanda del cliente finale.

Tuttavia, se si considera per esempio la tecnica del VMI, una delle più comuni in ambito Supply Chain, uno dei principali impedimenti all'implementazione risiede nel fatto che solitamente il retailer gode di maggiori benefici del fornitore, particolarmente in termini di riduzione dei costi (di stoccaggio, movimentazione, etc.), poiché è proprio quest'ultimo a prendersi la responsabilità della gestione del magazzino.

In questo contesto, l'implementazione di un sistema blockchain potrebbe dare vita a una serie di caratteristiche e configurazioni con evidenti benefici anche per l'approccio VMI già esistente.

A tal proposito, si consideri una architettura VMI basata su una blockchain in uno scenario multiple-vendors-to-multiple-retailers con le seguenti condizioni:

C#1: i principali attori sono tre:

- Vendor: ossia i fornitori, proprietari della merce di cui riforniscono il cliente tramite proprie logiche di replenishment così come tramite il supporto di appositi Smart Contract;
- Retailer: fanno la richiesta degli ordini ai vendor e lasciano che si occupino questi ultimi del rifornimento; le relazioni che stabiliscono con il resto della Supply Chain sono regolamentate dall'uso di Smart Contract;
- Distributor: si occupano delle spedizioni della merce in accordo con specifici parametri (definiti tramite Smart Contract); possono interagire con la blockchain aggiornando lo status della merce; possono anche utilizzare tecnologie IoT per salvaguardare la qualità del prodotto trasportato (per esempio monitoraggio delle temperature dei furgoni, tracking, etc.).

C#2: ogni attore possiede le sue proprie chiavi per l'accesso ad un certo numero di transazioni scritte sul registro della blockchain corrispondenti al proprio ruolo; quindi ogni transazione potrà essere verificata e autenticata solamente da chi ne ha visibilità.

Sotto a queste condizioni, una procedura standard può verosimilmente corrispondere a quella esplicitata di seguito e illustrata in Fig 4.7.

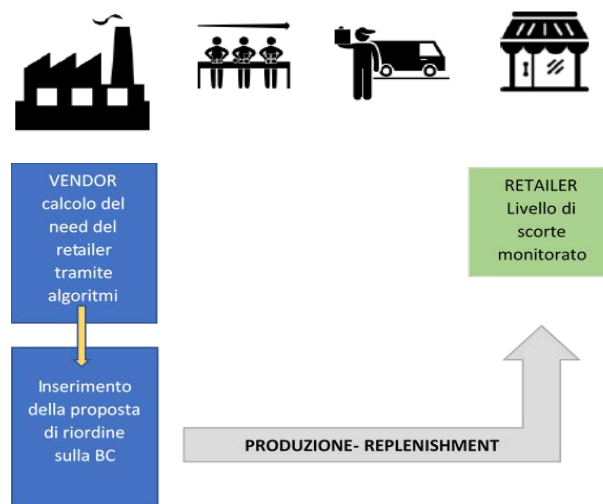


Fig 4.7: Il sistema di gestione delle scorte di tipo VMI coadiuvato dalla tecnologia blockchain

1. Le scorte del retailer sono controllate tramite specifici contatori che segnaleranno quando il valore dello stock scende al di sotto della soglia

- prestabilita ed il dato viene inserito sulla blockchain, oppure il livello viene verificato direttamente (nello scenario tradizionale il retailer fa un ordine al vendor);
2. Con appositi algoritmi il vendor calcola il fabbisogno del retailer tenendo conto della previsione di vendita e invia una sorta di offerta tramite Smart Contract codificandola tramite ERP e dettagliandola in un certo quantitativo e in una determinata finestra temporale; questa offerta sarà visualizzabile tramite blockchain a tutti gli attori della Supply Chain;
 3. Il retailer visualizza l'offerta del vendor e automaticamente il suo ERP tradurrà tramite appositi Smart Contract la richiesta su blockchain in un ordine di replenishment, attivando l'invio dal suo magazzino di merce in quantitativo sufficiente a soddisfare la domanda a valle;
 4. Una volta ricevuta approvazione tramite blockchain la merce viene spostata dal magazzino del vendor a quello del retailer tramite i distributor.

Il vantaggio di un sistema di questo tipo risiede nel fatto che l'informazione che ha mosso tutto, ossia la variazione nella domanda prevista a valle, è immediatamente trasmessa a tutti gli attori della Supply Chain e chiunque può accedervi e vedere come gli altri player si stanno comportando di conseguenza, allineando il prima possibile la propria produzione o la consegna all'intervento richiesto.

Si sta cioè implementando un sistema che si muove nella direzione dei più moderni VMI o CS, ossia nella riduzione dell'effetto Forrester per promuovere un servizio migliore al cliente.

In aggiunta, in questo scenario ogni nodo condivide informazioni relative al proprio livello di stock, ai LT di produzione e alle delivery date, dati che vengono trasmessi tramite il network e non sono alterabili da nessuno, migliorando l'accuratezza del supply planning stesso.

Se la descrizione precedente di un potenziale progetto di implementazione sembra portare agli stessi risultati di un moderno approccio di tipo VMI o CS, la tabella sottostante Tab 4.4 propone un confronto con questi due sistemi, volto a mettere in luce i principali punti di divergenza.

Tab 4.4: Confronto tra soluzione basata su blockchain e moderni sistemi di gestione del rifornimento (Casino, Dasaklisy e Patsakisz, 2019)

Aspetto di confronto	Blockchain based solution	VMI	CS
Gestione dello stock dal punto di vista del cliente	Il cliente è il proprietario della merce quando arriva nei suoi magazzini	Lo stock non è di proprietà del cliente, su cui non ha quindi controllo fisico	Lo stock è di proprietà del cliente ma non può controllarlo
Gestione dello stock dal punto di vista del fornitore	Il fornitore ha pieno possesso del prodotto realizzato fino a quando lo trasferisce presso i punti di stoccaggio del cliente	Il fornitore possiede il contenuto del magazzino cliente ma solo in parte può controllare il suo consumo	Il fornitore non ha possesso del magazzino del cliente ma ne deve gestire la sua regolarizzazione
Condivisione dati in tempo reale sulla domanda a valle	Essendo scritti sulla blockchain rimangono evidenti a chiunque abbia l'accesso	Il fornitore non ha visibilità sul dato di vendita finale, ma può solo vedere le previsioni di vendita fatte dal suo cliente	Il fornitore vede i dati POS ma non può controllare le modalità con cui il suo cliente spedisce verso i punti vendita
Condivisione dati a monte	Essendo scritti sulla blockchain rimangono evidenti a chiunque abbia l'accesso	L'azienda cliente può non conoscere le modalità di rifornimento attuate dal fornitore, ma si deve fidare delle sue capacità di rispetto dei target imposti	L'azienda cliente può non conoscere le modalità di rifornimento attuate dal suo fornitore, ma si deve fidare sulle sue capacità di rispetto dei target imposti

Riassumendo, i principali benefici che una tecnologia blockchain può apportare rispetto ai sistemi, seppur innovativi, di VMI o CS riguardano una miglior simmetria tra le parti. Infatti, se da un lato in un contratto di tipo VMI il fornitore non conosce la vera domanda di mercato, dall'altro il cliente non può imporre al fornitore una maniera preferenziale di gestione del suo stock. Ciò è meno acuito nel caso di una relazione di tipo CS poiché al fornitore sono trasmessi i dati dei POS, tuttavia rimane la questione della fiducia che il cliente deve accordare al fornitore sulla sua reattività alle fluttuazioni della domanda.

Se invece le informazioni vengono registrate e condivise in tempo reale tramite piattaforma blockchain, ognuno dei player della catena sa esattamente dove si trova la merce e le quantità movimentate, prodotte, stoccate o acquistate, potendo stimare in maniera molto accurata i vari consumi e di conseguenza i lanci in produzione.

Tuttavia, chiarito questo beneficio in termini di allineamento e trasparenze, si può notare che molti dei principali ostacoli all'implementazione di un sistema di supply planning moderno, non verrebbero risolti dall'implementazione di un sistema basato su blockchain.

Si valutino infatti i seguenti punti:

- Condivisione di informazioni strategiche di entrambe le parti (performance, costi, partners, etc.);
- Automated data transfer systems (EDI): necessità di costruzione di piattaforma per il trasferimento di dati in maniera automatizzata;
- Flussi fisici e informativi complessi e ramificati sfociano in una più difficile direzione di allineamento;
- Trust: necessità di fidarsi dell'altra parte;
- Standardizzazione delle procedure di movimentazione e produzione;
- Integrabilità dei sistemi dei vari players;
- Un elevato numero di fluttuazioni nella domanda complica ancora maggiormente la gestione dei flussi.

Tutti questi fattori possono essere considerate barriere per lo sviluppo di applicazioni di successo in questa direzione. Se poi da un lato la blockchain si fa garante di autenticità e consistenza dei valori processati, la costruzione di un rapporto di fiducia tra le parti viene supportata dal sistema stesso; al contrario, invece, nel caso di piattaforme VMI o CS, dovrà sussistere già prima dell'implementazione del rapporto, poiché queste pratiche gestionali non possono garantire allo stesso modo della blockchain l'autenticità del dato scritto.

Dall'altro lato però le parti coinvolte dovranno necessariamente fidarsi della nuova tecnologia, degli Smart Contract e del modo in cui funzionano, cosa che,

data la loro complessità e i pochi esempi di successo attualmente impostati, può risultare un'ulteriore barriera.

Per meglio capire concretamente quali possano essere le possibilità in questo ambito è presentato un caso di applicazione in cui le due tipologie di tecnologia (VMI e blockchain) sono applicate per raggiungere un comune obiettivo.

Caso studio: AZHOS

Per la trattazione di questo caso son state consultate le informazioni disponibili sul sito dell'azienda (www.azhos.io).

Azhos è un'azienda con diversi anni di esperienza nell'ambito di automatizzazione dei flussi della Supply Chain che nel 2017 ha cominciato un percorso volto a sincronizzare il flusso monetario e fisico utilizzando la tecnologia blockchain.

In particolare, la soluzione sviluppata da questa azienda è principalmente rivolta al settore chimico, in cui le movimentazioni e lo stoccaggio di prodotto a magazzino in molti casi devono rispettare vincoli legislativi molto stringenti e conseguentemente comportano un elevato costo di immobilizzazione.

Il progetto pilota avviato nel 2017 e sviluppato in collaborazione con alcune aziende chimiche tra cui Evonik, vide la partecipazione anche di Orbit Logistics, fornitrice di sistemi VMI customizzati per i prodotti chimici.

Si tratta infatti di moderni sensori (radar, ultrasuoni, etc.) che sono stati implementati nei silos di stoccaggio dei fornitori e servivano per monitorare il livello dello stock contenuto entro determinati livelli. Il dato che veniva poi registrato da questi sensori era utilizzato per automatizzare l'intero processo di rifornimento. Infatti, quando il livello di prodotto monitorato nei silos del fornitore A raggiungeva il limite inferiore, il dato registrato veniva salvato sulla blockchain ed il segnale, che in uno scenario tradizionale verrebbe utilizzato per la generazione di un riordino, dava inizio a un pagamento automatizzato da A al fornitore B, l'attuale proprietario del contenuto dei silos che si occupa di rifornirlo, secondo una logica VMI. In questo modo, rispetto ai sistemi più comuni di gestione, non solo viene lanciato immediatamente un ordine di replenishment che ricostituisce lo stock consumato, ma risulta anche in un

contemporaneo pagamento della fornitura, cosa che normalmente avverrebbe con un tempo di dilazione molto più alto.

Perciò, la condivisione dei livelli di riempimento dei magazzini sulla blockchain rende in qualche modo il prodotto chimico immediatamente quantificabile dal punto di vista economico, uniformando e parallelizzando i flussi fisici con quelli finanziari, come illustrato in Fig 4.8.

Tramite l'utilizzo di criptocurrenza (monete virtuali), i pagamenti venivano attivati immediatamente dopo aver ricevuto il segnale grazie alla connessione alla blockchain dei dati IBAN dei conti correnti.

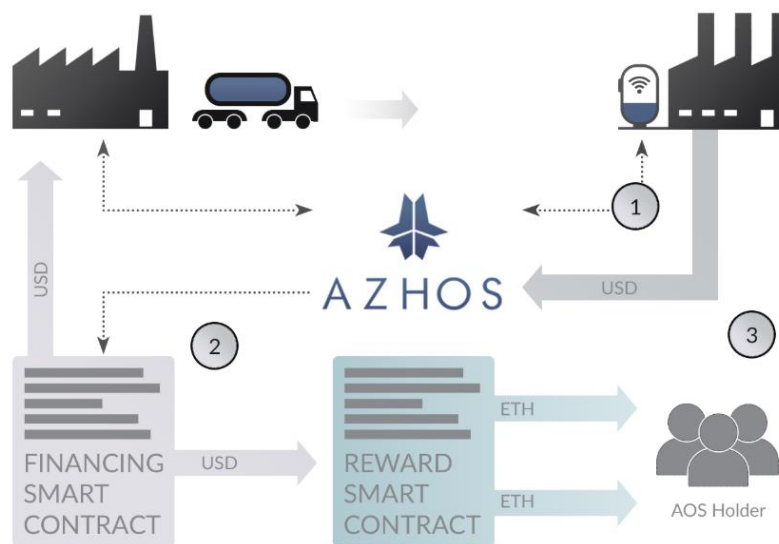


Fig 4.8: Funzionamento dei flussi fisici e finanziari del sistema implementato su Azhos:

(1) i segnali di consumo del prodotto vengono rilevati dal fornitore tramite Smart Contract, (2) viene attivato il pagamento istantaneo per la fornitura, (3) i finanziatori ricevono i profitti direttamente in forma di Token su Ethereum. (www.azhos.io)

Grazie al dato real time scritto sulla blockchain, viene data una costante prova di esistenza del prodotto nei magazzini, il che, all'interno del mercato chimico in cui per legge i prodotti non possono essere finanziati (da istituti come le banche) se non quantificabili in maniera esatta, permette una più agevole gestione finanziaria da parte delle aziende che sono intenzionate a richiedere finanziamenti.

In conclusione, in questo caso, ad un tradizionale sistema di gestione delle scorte come il VMI è stata abbinata l'interconnessione su piattaforma blockchain, che

permette l'esatta quantificazione dei contenuti a magazzino e la sua condivisione con le caratteristiche di autenticità e sicurezza che le sono proprie.

Inoltre, ciò ha permesso di evitare comportamenti opportunistici dei vari membri del network, uno dei principali ostacoli all'implementazione di un sistema VMI o di CS, anche se l'implementazione di una tale tecnologia va sempre valutata in relazione agli effettivi benefici quantificabili.

4.2.3 Blockchain applicata al Logistic Management

Questo forse è proprio l'ambito in cui l'applicazione di tecnologie basate su blockchain può portare vantaggi più evidenti, motivo per cui molte delle applicazioni nell'intero processo delle Supply Chain si sono focalizzate su questa specifica area.

Infatti, il flusso di informazioni e merci per aziende che stanno diventando sempre più globali dal punto di vista della Supply Chain sposta notevolmente il focus sulla realizzazione di un network distributivo efficiente, con consegne puntuali e rapide, corrette e intatte.

Prima di raggiungere il consumatore finale, infatti, diversi step di proprietà e controllo possono esserci necessari e diventa quindi estremamente più complesso tenere traccia di ogni modifica e alterazione.

Non solo, a ciò si aggiunge la crescente attenzione nei confronti di temi quali la sostenibilità, l'ecologia, al punto che l'intero ciclo di vita di un prodotto viene posto sotto la luce dei riflettori dai consumatori e dai media.

A questo proposito molte aziende stanno puntando sulla certificazione di qualità e sostenibilità a partire dalle materie prime, includendo tutta la rete distributiva e produttiva fino allo smaltimento, al recupero e riciclo del prodotto in questione.

Secondo una stima del World Economic Forum (Global Competitiveness Report, 2018), la riduzione delle barriere all'interno della filiera internazionale potrebbe portare un aumento del commercio globale del 15% e un aumento del prodotto interno lordo di circa 5%.

La tecnologia blockchain ha le potenzialità per poter alleviare queste frizioni, per esempio snellendo fasi maggiormente time consuming come il procurement, la gestione dei vari passaggi di trasporto, la tracciatura, e tenendo traccia dei

pagamenti. Prezzi, date, luoghi, stato del prodotto sono dati che, una volta trasmessi tramite blockchain, rimarranno indelebilmente scritti all'interno del suo registro, senza possibilità alcuna di poter essere alterati o manipolati. Inoltre, una criptovaluta come il Bitcoin stesso contiene nel proprio codice traccia di qualsiasi pagamento in cui è stato impiegato, includendo informazioni quali l'asset a cui era legato e le parti coinvolte.

In sintesi, la Tab 4.5 riassume le principali sfide che le Supply Chain devono sostenere per poter essere competitive in ambito logistico.

Tab 4.5: Gli obiettivi delle Supply Chain globali (DHL e Accenture, 2018)

Sfida	Best practice	Limiti
Condivisione di informazioni lungo tutto il network	Tool che connettono ERP con i database degli altri attori	Sistemi costosi e spesso di difficile integrazione con quelli utilizzati da tutti i partners
WW Supply Chain management	Le aziende più grandi possono permettersi di utilizzare ERP e tool più sofisticati	Necessità di stendere contratti con diversi fornitori di servizi per potersi assicurare la tracciabilità anche su aree molto distanti, il che comporta alti costi e tempi di ricezione non sempre immediati
Sicurezza dei dati	Registri centralizzati protetti da chiavi e restrizioni d'accesso	La loro centralità li rende più vulnerabili, un attacco al registro comporta la perdita o la distorsione di tutti i dati in esso contenuti
Memorizzazione dei dati	Privata, su registri che difficilmente contengono traccia di tutte le attività; informazioni parziali possedute da attori e business unit diverse	Nessuna parte ha accesso a tutti i registri delle altre, una serie di intermediari sono necessari per garantire la presenza effettiva della merce in un dato punto e momento e attivarne solo in seguito lo spostamento

Le debolezze dei sistemi attualmente utilizzati per condurre business sempre più grandi, hanno messo in luce le potenzialità della blockchain se applicata in questo campo.

Infatti, un sistema di integrazione strutturato tramite blockchain può permettere numerosi vantaggi illustrati in Tab 4.6 tra cui:

- La visualizzazione di dati in tempo reale: bypassando sistemi di comunicazione basati ancora su strumenti come e-mail o telefono o ancorati a lunghi tempi di caricamento e aggiornamento dati, la blockchain consente di registrare immediatamente un grande numero di informazioni e assicurarne la visibilità a chiunque sia in possesso della chiave di lettura;

- Riduzione di tempi e costi: grazie all'eliminazione di figure intermedie operazioni come accettazione, autorizzazione e tracciabilità della merce vengono eseguite in automatico tramite Smart Contract che verificano l'effettivo rispetto degli standard prefissati dalle parti; le informazioni possono essere trasmesse peer-to-peer, ossia tra un nodo qualsiasi ed un altro senza necessità di passare per il nodo centrale;
- Sicurezza del registro distribuito: pur mantenendo l'accesso circoscritto a un numero ristretto di partecipanti, la robustezza del registro distribuito vincola un possibile attentatore a dover alterare tutte le copie del registro in possesso ai vari partecipanti, rendendo il processo di manipolazione molto oneroso e inefficace;
- Integrabilità: la tecnologia blockchain permette, tramite la creazione di Smart Contract, di tradurre le informazioni storicizzate su di essa in modo permanente in richieste di azioni interpretabili da un ERP o un gestionale aziendale che le trasferirà agli opportuni moduli di MPS o MRP o verranno prese in carico da altre autorità ai fini dello scheduling periodico;
- Pagamenti in tempo reale: essendo gestiti tramite Smart Contract, una volta che la merce arriva a destinazione, il pagamento viene effettuato in maniera automatica sul conto corrente del fornitore;
- Anonimità: le informazioni e quindi le prestazioni degli attori sono visibili a chiunque appartenga al network blockchain, tuttavia, essendo importante ai fini della competizione il mantenimento di segretezza in merito a informazioni riguardo ai partner, ognuno di essi viene riconosciuto e identificato tramite una stringa alfanumerica che costituisce una sorta di pseudonimo che cripta la sua reale identità;
- Assicurazioni di qualità e autenticità: si assicura che il prodotto non sia stato contraffatto o rubato ma che provenga esattamente dalle fonti citate all'interno del registro;
- Riduzione del rischio di errore umano: la presenza di intermediari che inseriscono manualmente all'interno dei sistemi date e numeri permette non solo di ridurre così i costi ma anche di ridurre la possibilità che vengano immessi dati errati;

- Miglior servizio al cliente: i consumatori potranno visualizzare le informazioni relative alla produzione, alle materie prime e ai cicli di lavorazione e spostamento subiti dal prodotto prima di comprarlo, potendo valutare quindi l'aspetto di sostenibilità lungo tutto il ciclo di vita.

Tab 4.6: Benefici e costi aggiuntivi dell'implementazione della tecnologia blockchain all'ambito logistico

Benefici	Costi
Visualizzazione dati in tempo reale	Sistemi costosi e necessità di ampia memoria
Sicurezza	Utilizzo intensivo della rete internet
Autenticità del prodotto	Fiducia tra le parti e collaborazione
Miglior servizio al cliente	Esborso iniziale ingente e risparmi visibili dopo un po' di tempo
Riduzione di tempi e costi	Complessità di interazione per network molto ampi
integrabilità	Necessità di allineamento con tutti gli attori
Pagamenti in real time	

Il successo di un sistema come questo dipende dal coordinamento degli attori della Supply Chain; solo una volta stabilito un buon rapporto di fiducia e collaborazione il fornitore accetterà di installare un codice sul prodotto che potrà essere crittografato e inserito sulla blockchain e che ne certificherà l'originalità e l'esistenza. Il movimento della merce potrà essere registrato tramite la scansione del codice. Tuttavia, il fornitore verosimilmente accetterà di sostenere questo investimento solo se percepirà lo stesso livello di fiducia e trasparenza da parte degli altri attori.

Se poi si adotta il punto di vista del cliente, un tale sistema permetterà di costruire una migliore relazione con il brand, basata su lealtà e affidabilità, il che eviterebbe scandali come quelli che più volte hanno coinvolto il business del food e l'identificazione di tossine chimiche all'interno di giocattoli per esempio.

Questo permette anche ad un brand la cui Supply Chain ha una struttura molto articolata di tenere traccia di tutti i passaggi di proprietà che uno dei suoi prodotti subisce dall'inizio alla consegna al cliente. Infatti, molto spesso, soprattutto all'interno della rete logistica, i provider stessi si appoggiano a subfornitori e così

fanno questi ultimi, costituendo una catena stratificata di attori di cui l'azienda principale può perdere il focus o addirittura non conoscere affatto. Non sono nuove vicende di questo tipo, come il tragico caso del crollo del Rana Plaza nel 2013, otto piani di palazzo dove erano presenti migliaia di persone, impiegate nelle cinque fabbriche tessili al servizio di almeno 29 marchi internazionali della moda, tra cui le italiane Benetton, Robe di Kappa, Manifattura Corona e Yes Zee.

In letteratura già da alcuni anni si possono trovare esempi di casi di applicazione parziale di strumenti e piattaforme costruite su blockchain e adattate per specifiche necessità in ambito logistico.

In tabella 4.7 è illustrata una breve sintesi di alcuni esperimenti e in particolare si possono identificare circa quattro finalità principali:

- Tracciabilità dei vari passaggi di proprietà: è l'indirizzo a cui IBM e Maersk si sono mossi per l'ideazione della piattaforma in grado di tracciare in ogni istante qualsiasi container che venga spostato via mare, visualizzando informazioni come la polizza di carico, lo stato dei documenti, etc.;
- Combattere contraffazione e falsificazione: efficaci soprattutto nel mondo dei farmaci e in quello del lusso, in particolare la soluzione proposta da DHL e Accenture si muove proprio in questa direzione, assegnando un codice identificativo e unico, in cui sono contenute informazioni chiave per il farmaco, ad un singolo medicinale che viene così tracciato in ogni passaggio subito;
- Autenticità della materia prima: importante soprattutto nell'industria alimentare, dove giganti come Nestlé e Walmart si sono attivati con soluzioni volte a conoscere tutto il ciclo di vita di un prodotto, risalendo molto velocemente a eventuali cause di contaminazione, nonché controllandone il rispetto di conservazione e metodi di trasporto;
- Automatizzazione della realizzazione di contratti e documenti: Bank of America Merrill Lynch, HSBC e Infocomm Development Authority of Singapore (IDA) hanno adottato a questo proposito Smart Contract tra esportatori e importatori scritti su blockchain che si eseguono

immediatamente al verificarsi di determinate condizioni, attivando quindi documentazioni relative e pagamenti associati.

Tab 4.7: I casi di implementazione per le quattro finalità principali individuate (Maersk website, IBM website, DHL website, Accenture website)

Protagonisti	Obiettivo	Soluzione
Maersk e IBM	Tracciabilità dei passaggi di proprietà e digitalizzazione del flusso del commercio	Tracciabilità di container spediti via mare
DHL e Accenture	Combattere la contraffazione e la falsificazione di medicinali e prodotti farmaceutici	Serializzazione di ciascun medicinale, assegnandogli un codice unico identificativo
Unilever e Walmart	Tracciabilità della provenienza delle materie prime	Tracciare l'origine di alcuni cibi,
Bank of America Merrill Lynch, HSBC e Infocomm Development Authority of Singapore (IDA)	Automatizzazione della registrazione e redazione di documentazione relativa alla fase logistica	Blockchain per importatori, esportatori e i loro rispettivi istituti di credito

Caso studio: OpenSC, piattaforma sviluppata da Wwf e BCGDigital Ventures

Per la descrizione di questo caso si è consultato il sito del Wwf Australia wwf.org.au.

Questa soluzione di cui inizierà a servirsi il World Wildlife Fun australiano permette alle aziende a non utilizzare o rimuovere prodotti illegali, che danneggiano o non rispettano le norme ambientali, e ai consumatori a ottenere molte più certezze sui prodotti che acquistano.

OpenSC permette a ciascun business di tenere traccia del proprio prodotto, qualsiasi esso sia, assegnando nella fase iniziale un codice unico identificativo. Un esempio di questa applicazione riguarda il merluzzo della Patagonia: semplicemente scannerizzando il QR code del prodotto con uno smartphone, OpenSC mostrerà dove questo è stato catturato, come ha viaggiato attraverso la

Supply Chain e soprattutto che esso proviene da una pescheria certificata e sostenibile e non che è stato catturato all'interno di un'area marina protetta.

La Fig 4.9 sottostante rappresenta proprio la sequenza di passaggi che viene memorizzata tramite la blockchain.

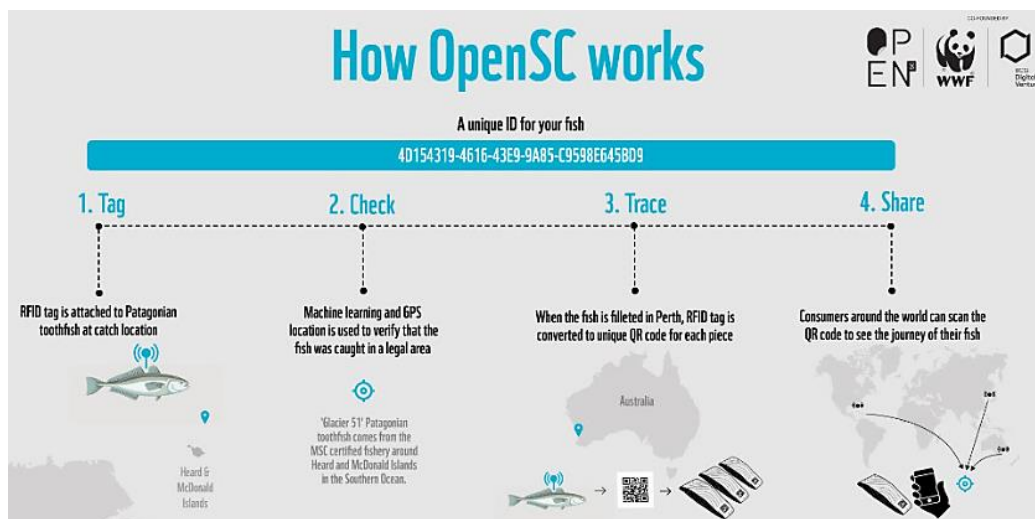


Fig 4.9: Funzionamento della piattaforma OpenSC (wwf.org.au)

Sempre rimanendo all'interno del mercato del pescato, OpenSC è stata in grado di tracciare una specie di merluzzo della Patagonia a partire dal punto di cattura nelle acque dell'Oceano Atlantico, fino ai clienti finali che l'hanno acquistato nei supermercati di Europa, Asia e America, grazie a una combinazione di strumenti come GPS impostati sulle navi, software di machine learning e Internet of Things. La piattaforma, lanciata nel gennaio 2019, sta piano piano prendendo il largo in una serie di progetti che coinvolgono business differenti. Due mesi fa circa, il colosso Nestlé ha annunciato una collaborazione con OpenSC. Il progetto pilota partirà inizialmente con la tracciabilità della Supply Chain del latte in Nuova Zelanda fino agli impianti dell'azienda in Middle East.

Questo è solo un esempio delle numerose applicazioni di questo tipo in cui molti brand stanno investendo, soprattutto in quei settori come quello del lusso e del food, in cui l'autenticazione e la certezza della fonte contribuiscono notevolmente al valore finale del prodotto.

Come la Tab 4.7 precedente ha sottolineato, i numerosi benefici che la blockchain può portare in questo ambiente vanno commisurati ad ulteriori barriere ed ostacoli. Primo fra tutti il costo ingente che un impianto di questo tipo richiede, soprattutto nel caso di Supply Chain molto ampie e articolate. Ecco perché le applicazioni che si trovano attualmente in letteratura coinvolgono prevalentemente i più affermati marchi del settore. In secondo luogo, l'implementazione di una soluzione a tal punto innovativa richiede molto tempo e che i benefici risultanti siano ben individuabili da tutte le parti.

In conclusione, una menzione particolare merita l'ambito già discusso nel paragrafo precedente del reverse logistics. Infatti, secondo un recente articolo di Cerasis (Cerasis, 2018) la logistica inversa riguarda circa il 30% di tutti i prodotti ordinati online. Il processo di restituzione, anche se varia da caso a caso, nella maggior parte delle situazioni risulta essere un fardello sia per il consumatore che per il retailer.

Sempre secondo questo report, l'uso della tecnologia blockchain a questo scopo potrebbe ridurre i costi e migliorare il flusso del prodotto. Infatti, per permettere una migliore esperienza al cliente, attualmente molti brand stanno adottando soluzioni di strategia omnichannel, in modo che un prodotto acquistato tramite il web possa essere restituito anche in uno qualsiasi punti vendita del brand per esempio. Tuttavia, per permettere questo, i retailer devono assicurarsi che tutti i loro sistemi siano integrati e possano memorizzare e tracciare i dati relativi a un reso nella stessa maniera.

4.2.4 Blockchain applicata ai processi produttivi

All'interno di questo specifico ambito la letteratura riguardante casi di implementazione è molto scarna. Infatti, se si considera per esempio uno stabilimento produttivo in cui vengono sequenzializzati diversi step della produzione, le possibili applicazioni e i relativi benefici dipendono molto dal layout delle macchine e dalle caratteristiche del flusso.

A partire dalle caratteristiche delineate nel paragrafo 4.1.4 che contraddistinguono i diversi layout produttivi e dalle specificità della tecnologia si può costruire la seguente matrice riportata in Tab 4.8 che rappresenta i vantaggi potenziali che la

struttura blockchain può generare se applicata a ciascuna delle possibili tipologie di processo, classificate secondo la tradizionale matrice prodotto-processo:

Tab 4.8: Quantificazione dei benefici teorici portati dalla blockchain a ciascun processo

KPI Vantaggio	Processo a progetto	Processo per reparti	Processo a lotti	Processo di massa	Processo continuo
Registrazione delle performance in tempo reale		*	***	****	****
Miglioramento dell'efficienza			***	**	*
Abbattimento dei tempi tra una lavorazione e l'altra			****	*	
Riduzione del lavoro manuale di immissione dei dati a sistema	*	**	**	**	**
Bilanciamento della capacità		**	**	**	**

La matrice rappresenta l'entità teorica del vantaggio relativo, partendo da un valore minimo di 1 (*) a un massimo di 4(****).

Come evidente dalla sintesi, la lavorazione per lotti di prodotto potrebbe essere quella maggiormente impattata dai vantaggi della blockchain.

Infatti, un processo a progetto è di difficile standardizzazione, il che rende la sua trascrizione tramite Smart Contract molto complessa, inoltre i vantaggi principali in termini di efficienza e riduzione del lead time sono di difficile misurazione all'inizio del progetto stesso, e il numero di imprevisti e modifiche in corso d'opera rende onerosa la pianificazione di una struttura di questo tipo.

Se si considera ora come KPI il miglioramento dell'efficienza di lavorazione, ossia la prontezza e la rapidità con cui il prodotto viene caricato sulla macchina, lavorato e scaricato, la blockchain potrebbe portare interessanti benefici soprattutto in un layout per lotti o a celle, in cui tradizionalmente è l'operatore stesso a decidere quando il lotto va caricato sulla macchina, o a eseguire, almeno in parte, il set-up tra una famiglia e un'altra di prodotti.

Consideriamo uno scenario ideale in cui tutti i macchinari e i sistemi di movimentazione siano interconnessi tramite tool IoT e possano comunicare tramite dati registrati su blockchain. Sarà allora la macchina stessa a inviare segnali, quali il suo stato per esempio (in lavorazione, set-up, standby, etc.), che, tramite IoT vengono codificati su blockchain. Al verificarsi di predeterminate condizioni, per esempio la presenza registrata di un lotto di prodotto sulla rampa di carico, sarà lei stessa a decidere se processarlo o meno. Ogni volta che un singolo pezzo viene lavorato, il nastro trasportatore può avvertirne la presenza con sensori appositi di peso e trasportarlo insieme agli altri lotti nel punto di stoccaggio adibito.

Quando il buffer ha raccolto tutto il lotto, può attivare una segnalazione all'operatore che lo trasporterà in un altro punto in prossimità della successiva lavorazione, oppure il sistema di stoccaggio stesso se dotato di tecnologia LGV (laser guided vehicle) o AGV (automated guided vehicle) può movimentarsi automaticamente. In questo modo le attività che il singolo operatore deve effettuare si riducono, e di conseguenza anche gli eventuali errori e l'attesa per una decisione; anche i tempi tra una lavorazione e l'altra saranno fortemente impattati. Si pensi per esempio che sulla blockchain venga registrato con un particolare codice il lotto successivo che la macchina deve processare: essa potrebbe esser in grado di riconoscerlo e attivare una opportuna procedura di set-up altrimenti impostabile manualmente dall'operatore. Nei sistemi continui a bassa varietà e alti volumi queste operazioni sono meno frequenti, perciò molto spesso le linee sono automatizzate e l'intervento degli operatori è molto minore rispetto al lotto. Per questo motivo i benefici relativi sono meno impattanti sul risultato finale.

Nei processi a progetto e dove gli step di lavorazione sono diversi e non continui può accadere spesso che l'operatore debba inserire documentazioni relative al prodotto o al lotto all'interno del sistema, per poter registrare in ogni istante le performance della produzione. In un sistema blockchain queste fasi possono essere automaticamente eseguite dalla blockchain stessa che, tramite appositi Smart Contract, genera la documentazione specifica relativa ad ogni lavorazione e la storicizza in maniera permanente all'interno del suo registro.

Infine, se si pensa ad un sistema completamente automatizzato, date le richieste produttive immesse su blockchain e tradotte in modo che ogni macchinario le possa ‘leggere’, il sistema può anche essere dotato di uno Smart Contract che sia in grado di attivare un certo numero di linee o di macchinari in parallelo a seconda del carico produttivo giornaliero, in modo da poter livellare la produzione destinata a ogni singola entità.

Molte di queste possibilità sono implementabili tramite uno step precedente di adozione di strumenti che permettono di interconnettere tutti i macchinari alla rete di comunicazione.

A questo punto però vanno comunque considerati i costi relativi di questo sistema, che riguardano da un lato importanti investimenti in fase iniziale, quali la riprogettazione di tutta l’area produttiva e l’acquisto di tecnologie cutting-edge. In secondo luogo, la complessità legata alla traduzione di ogni possibile condizione e scenario tramite contratti in grado di auto-eseguirsi: non sempre è infatti possibile evidenziare tutte le possibili articolazioni di una decisione, tentando di replicare il più possibile la flessibilità della mente umana.

In terzo luogo, la fiducia che manager e operatori devono conferire ad una tecnologia non ancora ben testata e che però guiderà la loro produzione giornaliera è sicuramente una barriera all’implementazione, almeno in questo momento, di un sistema di tale genere.

In conclusione, applicando tecnologie blockchain all’intero plant produttivo, si potrebbero ottenere benefici in termini di monitoraggio delle performance delle macchine, della qualità del prodotto e anche del consumo di materie prime, energia e altre risorse, il che permetterebbe di automatizzare anche i processi di rifornimento, mettendo così a flusso l’intera sequenza in ottica lean. In aggiunta a ciò, secondo Gartner (Gartner, 2019) entro il 2020 ci saranno più di 20 miliardi di oggetti connessi con tecnologia IoT. Tuttavia, l’attuale architettura Internet potrebbe verosimilmente non supportare un così grande insieme di identità connesse contemporaneamente tramite singoli server. Il registro pubblico della blockchain potrebbe quindi porre rimedio a questo problema.

Tuttavia, oltre agli investimenti cospicui iniziali, si deve anche considerare che attualmente il personale qualificato in grado di saper gestire un sistema di questo

tipo è molto scarso. Secondo il dato condiviso da Inmarsat (Inmarsat, 2018) più del 70% di tutti i business del mondo manifestano una mancanza di personale soprattutto a livello manageriale con esperienza in ambito di gestione Big Data e IoT. In particolare, skills come analytics expertise, gestione di Big data e sviluppo di software di Artificial Intelligence sono le più interessanti ma anche le più rare in questo ambito.

In conclusione, è forse questo il caso di applicazione della blockchain meno riuscito, in cui i vantaggi rispetto a strumenti più tradizionali sono meno evidenti. Le tecnologie IoT da sole potrebbero portare a significativi miglioramenti senza dover riprogettare tutti i processi della Supply Chain e con costi entranti inferiori a quelli portati dalla blockchain.

4.2.5 Blockchain applicata al processo di sviluppo nuovo prodotto

Come accennato in precedenza, è strategico per le imprese saper coinvolgere partner e fornitori già nelle prime fasi di sviluppo del concept di prodotto. La blockchain in questo caso può fornire una struttura di supporto per la condivisione rapida di disegni, documenti e transazioni. Non solo, tramite l'utilizzo di Smart Contract, è possibile attivare automaticamente i pagamenti ai fornitori se essi consegnano il progetto entro le deadline previste, sfruttando questa tecnologia anche come sistema per non creare ritardi prolungati nella concatenazione delle diverse fasi.

Si consideri la Fig 4.10 che schematizza le varie fasi del processo.

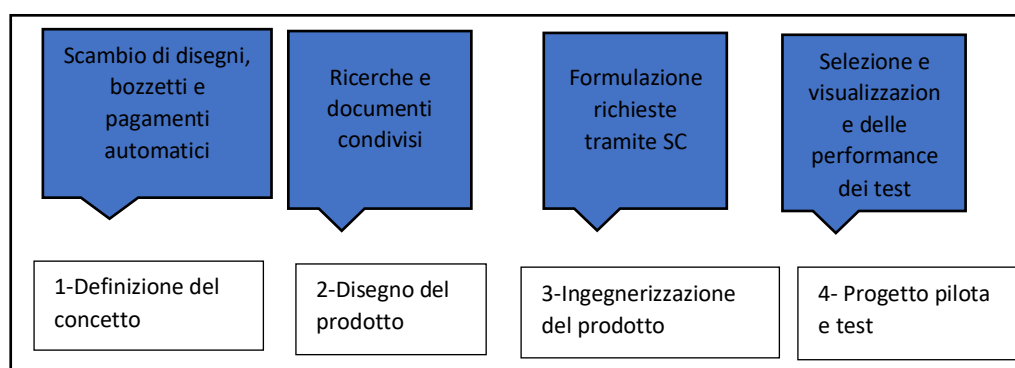


Fig 4.10: Rappresentazione delle fasi principali del processo di sviluppo nuovo prodotto e dei possibili interventi della blockchain

- Fase 1: documentazioni preliminari, bozzetti e disegni tecnici possono essere scambiati velocemente tramite blockchain tra i vari partner, inoltre, tramite l'attivazione di Smart Contract vengono autorizzati pagamenti automatici al verificarsi di determinate condizioni (rispetto delle deadline del progetto, caratteristiche tecniche del disegno, etc.);
- Fase 2: in questa fase di ricerca la trasmissione di report, certificazioni e altre documentazioni necessarie per esplorare la dimensione commerciale del prodotto (mercato target, grado di innovazione, cannibalizzazione, etc.) può avvenire in maniera rapida ed efficace tramite il tessuto della blockchain. Non c'è la necessità per uno dei partner di dover passare tramite il nodo centrale per poter condividere le informazioni, quindi tutte le ricerche vengono registrate in tempo reale sul registro indelebile della blockchain e sono visibili a tutto il network;
- Fase 3: a questo punto, una volta definite le caratteristiche tecniche del nuovo prodotto, l'azienda può formulare una sorta di richiesta tramite Smart Contract che contiene le specifiche desiderate, e questa viene visualizzata da tutti gli attori del network. Ciascuno di essi potrà rispondere alla domanda tramite un progetto, che verrà visualizzato sulla blockchain e valutato sempre tramite Smart Contract secondo il rispetto delle richieste. Una volta terminata la valutazione, verrà scelto il progetto di chi ha raggiunto valori più elevati secondo specifici KPI (prezzo, time to market, vincoli qualitativi, etc.);
- Fase 4: i fornitori che sono stati selezionati per procedere nella fase pilota realizzeranno quindi un prototipo e lo testeranno in vari modi; quindi i risultati delle performance di ogni test saranno visualizzati sulla blockchain, rendendo visibile a tutti l'andamento del progetto.

Come si può notare, l'utilizzo di una tecnologia blockchain in questo processo permette di limitare i comportamenti opportunistici o scorretti dei vari attori, rendendo evidenti i risultati ottenuti da ciascuno di essi, ma allo stesso modo garantendo l'anonimità di tutti.

Inoltre, si otterrebbe in questo modo uno scheduling migliore delle varie attività, consentendo in tutti gli step il rispetto delle tempistiche prefissate e quindi l'avanzamento del progetto limitandone il ritardo.

Supponiamo infatti che il prodotto in questione sia un'innovazione per il mercato relativo. Come illustrato dal grafico in Fig 4.11, un ritardo nel time to market di questa innovazione non causa solo una riduzione e un ritardo nei ricavi del progetto, ma fa anche lievitare i costi di sviluppo. La combinazione di questi due effetti solitamente sposta in avanti il raggiungimento del punto di pareggio finanziario molto più del solo ritardo nel time to market.

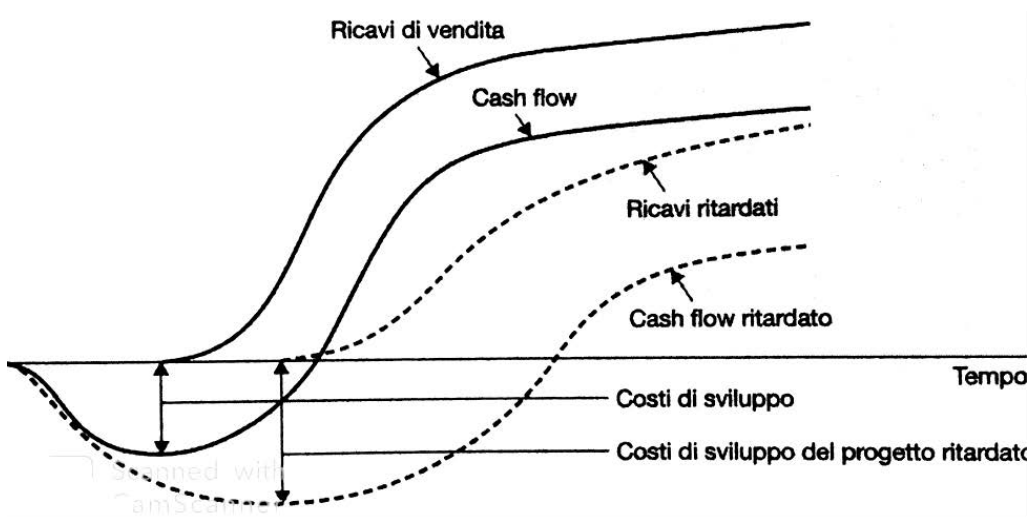


Fig 4.11: Combinazione degli effetti generati dal ritardo nel time to market di una innovazione (Vinelli, Romano, Danese, 2013)

Tuttavia, queste fasi di concept e sviluppo sono anche quelle dominate da maggiore incertezza e variabilità, il che complica l'analisi dei risultati in maniera razionale e logica tramite strutture come Smart Contract. È difficile prevedere all'inizio tutte le possibili strade che un progetto può prendere, nonché valutare tutti i KPI che concorrono al suo risultato. Inoltre, la componente umana creativa e di problem solving è sempre necessaria a tutti i livelli quindi è ulteriormente utopico lasciare nelle mani di strutture ad intelligenza artificiale la valutazione completa del progetto.

Tuttavia, l'utilizzo della blockchain può fornire un supporto certo in tutte quelle fasi di scambio e produzione di documentazione, condivisione dei risultati di test

e pilot, che generalmente vengono trasmessi in forma tradizionale, tra due o più membri della rete incorrendo in errori dati dal disallineamento, dalla corruzione, perdita o manomissione di documenti, e contribuisce a proteggerli da atti di spionaggio industriale o danneggiamenti volontari.

Nella fase 2 descritta in precedenza si accenna alla valutazione del mercato target di un prodotto, che risulta particolarmente complessa all'aumentare del grado di innovatività della proposta. A questo proposito, l'utilizzo della blockchain può essere interessante a livello di marketing, per poter ricevere e analizzare i primi insights da parte dei futuri utenti.

Attualmente è attivo un motore di ricerca, Brave, il primo browser interamente basato sulla blockchain. La blockchain permette alle aziende di entrare in diretto contatto con gli utenti e di richiedere il loro punto di vista su diverse tematiche, remunerandoli tramite specifici Token.

Questi Token, chiamati BAT, acronimo di Basic Attention Token, vengono utilizzati per la pubblicità digitale come unità di conto e remunerazione tra utenti, editori e aziende che fanno inserzioni.

Brave possiede un adblock integrato che inibisce i cookie di tracciamento delle pubblicità online, quindi se un utente decide di fare il download del browser, questo sostituirà le pubblicità sui vari siti visitati con quelle dei suoi inserzionisti, che non contengono i cookie. In sintesi, gli utenti essi si targetizzano da soli, in quanto sono soggetti attivi che decidono cosa guardare; gli editori vengono pagati sia dagli utenti, sia dagli utili generati dalle pubblicità che mostrano sui propri siti. Brave consente da un lato la privacy degli utenti, dall'altro remunera gli editori e gli inserzionisti, evitando il sovrapporsi degli intermediari.

4.3 Barriere e benefici: analisi comparata

Ora che sono stati approfonditi i possibili orizzonti applicativi delle tecnologie blockchain all'interno dell'ambito Supply Chain, si vuole proporre un'analisi comparata dei benefici e delle barriere specifiche per ognuno dei macro-processi interessati. Barriere e benefici possono variare da progetto a progetto, perciò nell'analisi proposta sono stati considerati i fattori più significativi, ossia quelli

evidenziati nei precedenti paragrafi e maggiormente ricorrenti nella letteratura dei casi presentati.

Barriere e benefici sono poi ulteriormente suddivisi ciascuno in due sottogruppi:

- Benefici interni ed esterni: a seconda che impattino sulle attività svolte internamente dall'azienda o, al contrario, rafforzino l'immagine e le relazioni dell'organizzazione con gli interlocutori esterni ad essa; sono stati scelti per l'aspetto interno parametri come la riduzione della documentazione ridondante e non necessaria al processo, la disintermediazione e il relativo abbattimento del costo, il miglioramento dell'efficienza del processo, l'automatizzazione dell'esecuzione di transazioni finanziarie, la disponibilità di dati più accurati, così come garanzie migliori di sicurezza e di autenticità delle informazioni condivise e il migliorato allineamento tra gli attori. Per quanto riguarda il punto di vista esterno invece si è scelto di misurare la protezione da falsificazioni e reati, la più immediata certificazione di provenienza e qualità del prodotto, il conseguente miglioramento dell'immagine e del comportamento etico dell'azienda agli occhi della clientela e la crescente lealtà e avvicinamento di quest'ultima;
- Barriere strategiche o operative: a seconda che influenzino l'operatività dei task piuttosto che la loro organizzazione e l'interazione delle diverse parti sotto un punto di vista più strategico; sono state selezionate le seguenti variabili: elevati investimenti iniziali (economici), alti tempi di sviluppo della soluzione, scarsa flessibilità della tecnologia (ossia adattabilità ai cambiamenti della configurazione del business o delle policy della rete), necessità di ampia memoria e connessione internet per poter scambiare informazioni e attivare contratti, immaturità tecnologica della blockchain (numero ridotto di test, scarsa scalabilità, costi elevati, etc.), vulnerabilità non ancora pienamente testata, necessaria esistenza di rapporti di fiducia e di collaborazione tra le parti, così come trasparenza e allineamento nelle operazioni e, infine, maggiore complessità di interazione per network ampi.

Viene assegnato un punteggio a ciascun incrocio beneficio (o barriera) /processo e poi diviso per la somma totale dei punteggi ottenuti dallo specifico processo in modo tale da ottenere il peso percentuale che ciascuna variabile riveste in ogni casistica.

Si noti che il calcolo di questa sorta di ‘tasso del beneficio’ è stato ottenuto analizzando e confrontando i casi studio e la letteratura presentati in precedenza. Tuttavia, per l’interpretazione di queste fonti nell’analisi seguente si deve considerare che è stato impossibile prescindere da una certa dose di arbitrarietà nella valutazione.

In Fig 4.12 sono dunque illustrati i pesi percentuali per ciascun incrocio beneficio/processo, assegnati in modo tale che la somma totale dei pesi per ogni processo sia pari al 100%.

Tipologia di beneficio		Processo				
		Procurement	Pianificazione	Logistica e Distribuzione	Produzione	Sviluppo nuovo prodotto
Benefici Interni	Riduzione documentazione non necessaria	12%	3%	9%	13%	12%
	Rimozione costi degli intermediari	10%	9%	7%	3%	12%
	Miglioramento efficienza dei processi	9%	16%	9%	17%	10%
	Automatizzazione transazioni	12%	16%	9%	3%	7%
	Accuratezza del dato	7%	3%	5%	13%	7%
	Sicurezza e autenticità	4%	3%	5%	10%	10%
Benefici Esterni	Allineamento tra gli attori	10%	16%	11%	7%	12%
	Protezione da falsificazioni e reati	10%	9%	11%	3%	12%
	Certificazione provenienza e qualità prodotto	10%	13%	11%	10%	10%
	Miglioramento immagine e comportamento etico	7%	6%	11%	10%	5%
	Lealtà e avvicinamento clientela	7%	6%	11%	10%	5%
	TOT	100%	100%	100%	100%	100%

Fig 4.12: Matrice beneficio/processo

In Fig 4.13 invece sono state analizzate allo stesso modo le barriere all’implementazione, suddividendole in operative e strategiche, in modo tale che la somma di tutti i pesi assegnati ad ogni barriera per uno specifico processo sia pari al 100%.

Tipologia di barriera		Processo				
		Procurement	Pianificazione	Logistica e Distribuzione	Produzione	Sviluppo nuovo prodotto
Barriere Operative	Elevati investimenti iniziali	8%	17%	11%	24%	13%
	Alti tempi di sviluppo	6%	14%	11%	19%	12%
	Scarsa flessibilità della tecnologia	2%	4%	9%	10%	20%
	Necessaria ampia memoria e connessione internet	3%	3%	9%	6%	8%
Barriere Strategiche	Immaturità tecnologica	6%	5%	6%	13%	3%
	Vulnerabilità non ancora testata	11%	7%	9%	13%	4%
	Fiducia e collaborazione tra le parti	23%	17%	14%	7%	12%
	Trasparenza e allineamento	19%	14%	13%	5%	14%
	Complessità di interazione per ntw ampi	21%	17%	17%	3%	12%
TOT		100%	100%	100%	100%	100%

Fig 4.13: Matrice barriera/processo

Per una migliore chiarezza visiva si presentano in aggiunta i grafici in Fig 4.14 e 4.15, che illustrano le stesse informazioni contenute nelle tabelle evidenziando le proporzioni.

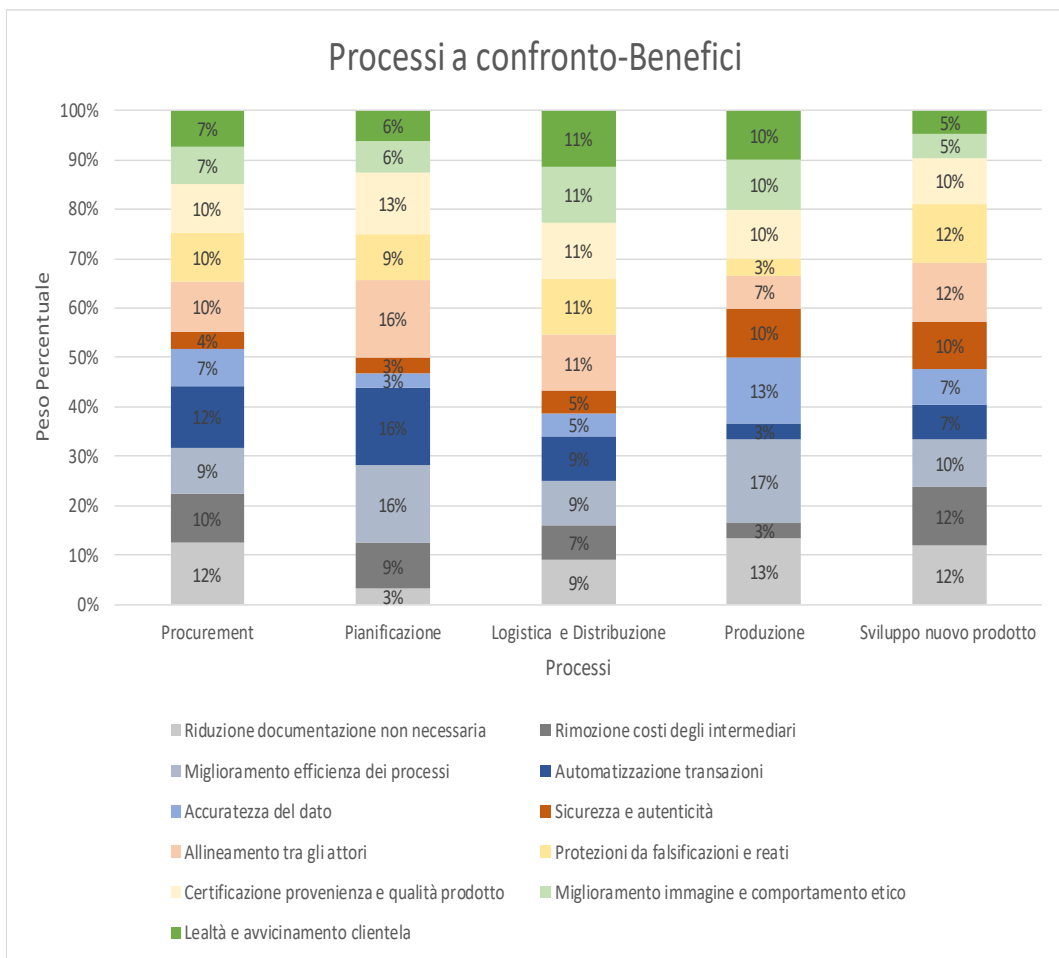


Fig.4.14: Illustrazione grafica delle componenti (benefici) di ciascuna colonna (processo)

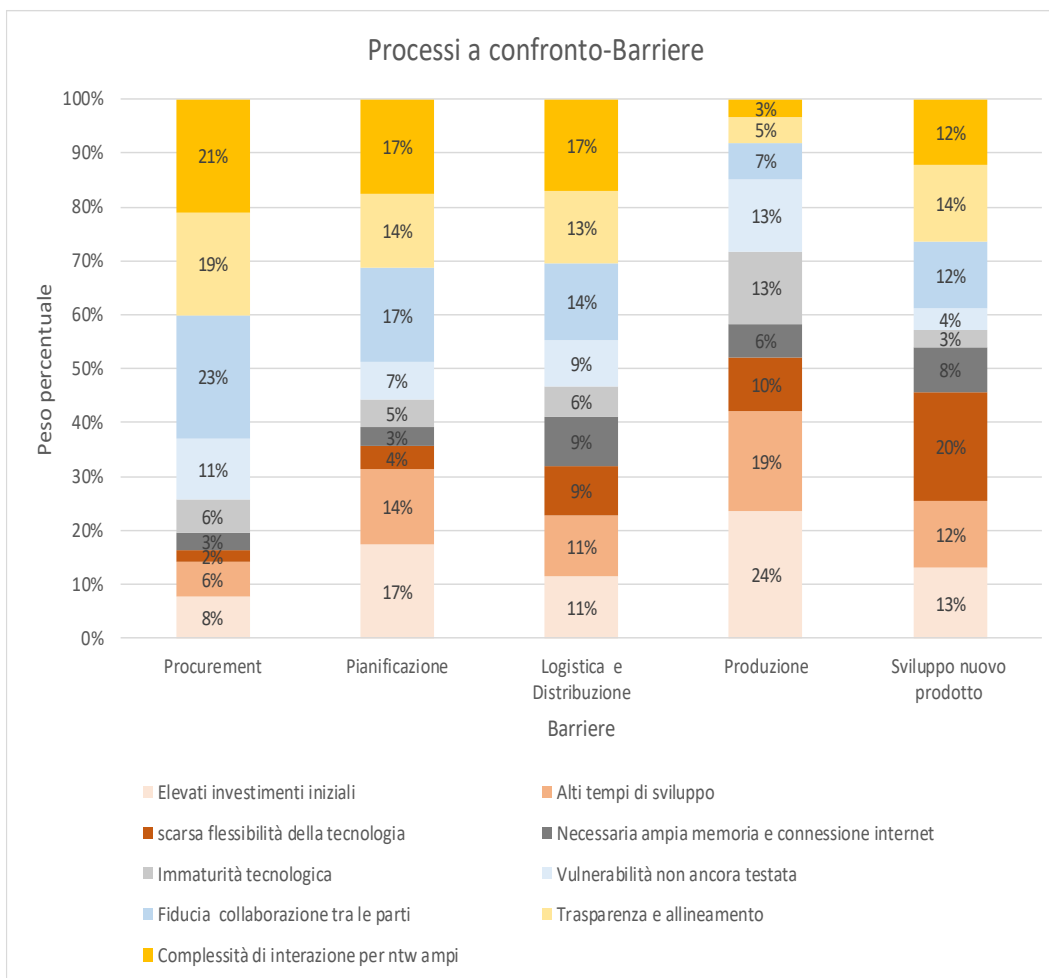


Fig 4.15: Illustrazione grafica delle componenti (barriere) di ciascuna colonna (processo)

Analizzando quindi le informazioni riportate in forma grafica e tabulare si possono dedurre le seguenti considerazioni.

- Per quanto riguarda i benefici nelle varie fasi:

Procurement: il principale vantaggio che si trae dall'implementazione della tecnologia blockchain in questo macro-processo riguarda la riduzione della documentazione ridondante o non necessaria (12% del peso totale), così come l'automatizzazione delle transazioni nei confronti dei supplier. Seguono, con minori punteggi, la certificazione di provenienza e qualità dei prodotti, la protezione contro frodi e falsificazioni e, da ultimo, il miglioramento della sicurezza e la tutela dell'autenticità, aspetto meno impattato dalla tecnologia rispetto agli altri;

Pianificazione: in questa fase l'allineamento con gli attori del network così come l'automatizzazione delle transazioni e il raggiungimento di ottimi livelli di efficienza costituiscono da soli circa il 50% dei benefici totali, permettendo una migliore visibilità della domanda da valle a monte e quindi una più veloce reattività così come presentato nei casi studio del capitolo;

Logistica e distribuzione: in questo ambito la certificazione di provenienza, seguita dalla protezione contro frodi e falsificazioni si classificano al primo posto, seguite subito, come naturale conseguenza, da un incremento nella lealtà della clientela, sensibile alla coerenza tra i valori dell'azienda e il prodotto effettivamente acquistato;

Produzione: l'efficienza di processo può costituire il 17% del risultato totale, infatti, se progettata in modo corretto, una tale implementazione potrebbe ridurre le attese non volute nelle varie fasi di trasformazione e i tempi di riattrezzaggio delle macchine. Inoltre, l'accuratezza dei dati caricati a sistema potrà essere positivamente impattata (13% del totale) vista la riduzione delle operazioni di inserimento manuale (prone all'errore) da parte di un operatore;

Sviluppo nuovo prodotto: similmente al processo di procurement, anche in questo caso la riduzione dei documenti prodotti manualmente e la rimozione degli intermediari costituiscono i principali vantaggi, seguiti da un incrementato allineamento tra gli attori che partecipano nelle varie fasi dello sviluppo e che devono coordinarsi l'uno in funzione degli altri.

- Per quanto riguarda invece le barriere all'implementazione:

Procurement: la creazione di rapporti di fiducia e collaborazione tra le parti costituisce più del 20% delle difficoltà di implementazione di tale strategia, seguita da un notevole livello di complessità per network ampi e dalla scarsa trasparenza e allineamento che sussistono in molti casi prima di avviare il progetto; risulta esser meno impattante invece la scarsa flessibilità, ad ora, della tecnologia;

Pianificazione: elevati investimenti iniziali e una complessa interazione tra i nodi della rete sono i principali ostacoli, seguiti conseguentemente da alti tempi di sviluppo e di digitalizzazione di una architettura simile;

Logistica: all'interno di questa fase, lo sviluppo di un rapporto di fiducia e di reciproco allineamento tra partner, soprattutto se parte di una rete molto ampia e articolata, generano una difficoltà sostanziale; di conseguenza l'investimento in termini di tempi e risorse, sia per la modellizzazione della soluzione, che per la ricerca di un allineamento strategico risulterà essere notevolmente impattato;

Produzione: è questo il caso in cui l'80% del totale barriere si raggiunge con il 60% delle cause, infatti gli elevati tempi e investimenti iniziali da soli tendono a scoraggiare l'avviamento di una simile impresa, soprattutto se si pensa che essa può richiedere di rivedere tutto il flusso delle trasformazioni, così come il loro sviluppo fisico e di conseguenza avere effetti anche sugli altri processi, dalla logistica alle politiche di riordino e consumo dei materiali;

Sviluppo nuovo prodotto: come si può osservare dal grafico, le barriere in questo caso risultano essere distribuite più equamente, infatti l'80% del totale viene raggiunto con più dell'80% delle variabili, tuttavia, la scarsa flessibilità della tecnologia potrebbe costituire un limite alla notevole plasticità e mutabilità di cui questo processo è intrinsecamente connotato (si tende a ripercorrere più volte le fasi di sviluppo-test-revisione).

Si propone infine un'ultima analisi rappresentata tramite il grafico in Fig 4.16, che confronta tutti i cinque processi oggetto di studio sulla base della percentuale totale rivestita dalle due categorie di benefici (interni/esterni) e di barriere (operative/strategiche).

Le quote percentuali assegnate a ciascuna classe sono state calcolate ripartendo i pesi per ciascun incrocio processo/beneficio (o barriera) riportati nelle tabelle precedenti sulla somma totale dei punteggi totalizzati da ogni barriera e beneficio per tutti i processi.

Così, per esempio, la riduzione della documentazione non necessaria, che nella fase di procurement ottiene il 12% (0,12) del totale è stata divisa per la somma, pari a 0,49, di tutti i punteggi ottenuti da questo beneficio. Si calcola in questo modo il punteggio relativo che quel processo ha ottenuto per quella variabile in relazione alle performance degli altri processi.

Da ultimo, sommando tutti i valori dei benefici interni e suddividendoli per il totale dei benefici si ottiene il peso che in quel processo hanno ottenuto i benefici interni piuttosto che gli esterni. Lo stesso calcolo si ripete nel caso delle barriere operative e strategiche.

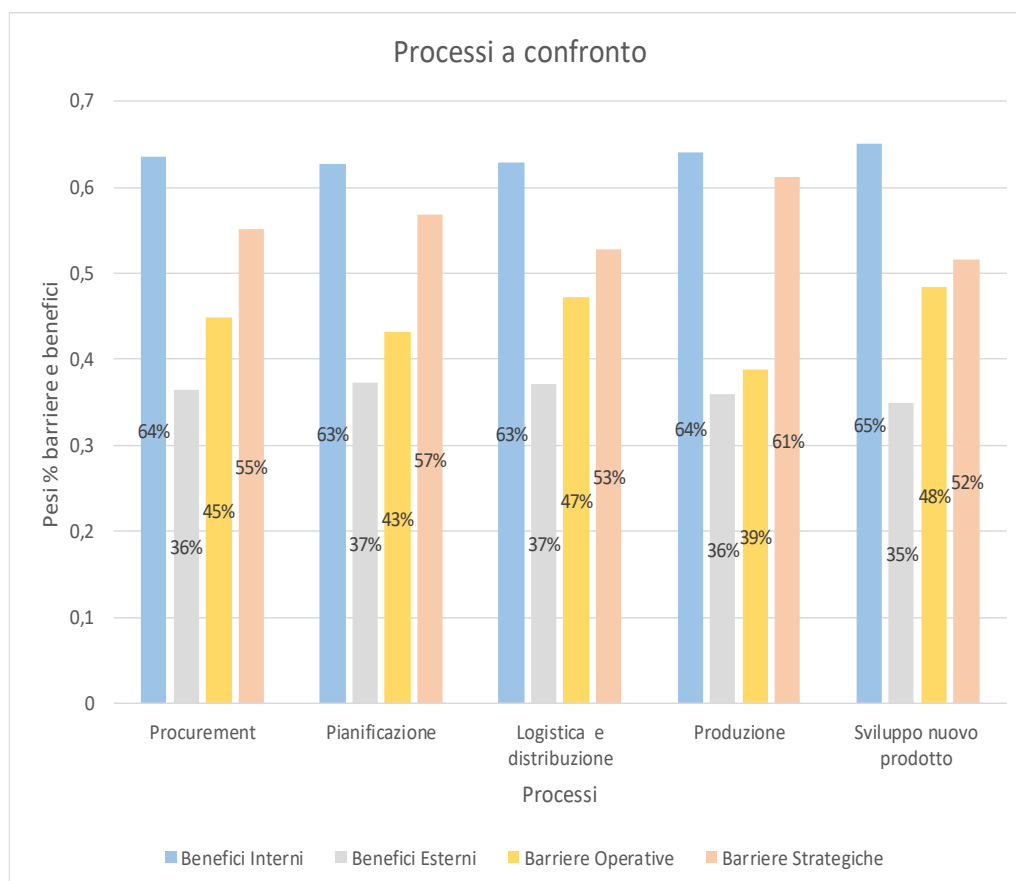


Fig 4.16: Illustrazione grafica delle componenti (barriere e benefici) di ciascuna colonna (processo)

In conclusione, quindi si può dedurre che, a confronto, le performance di tutti i processi risultano essere molto simili tra loro, ciò significa che i punteggi assegnati a ciascun incrocio processo/variabile (beneficio o barriera) non si discostano notevolmente gli uni dagli altri in termini di ordini di grandezza.

Per giustificare questo risultato bisogna tenere in considerazione che la valutazione effettiva è stata condotta solamente sulla base di indagini di letteratura e pochi casi esemplificativi, quindi non è stato possibile postulare una stima del reale impatto di ciascuna variabile. Tuttavia, le considerazioni qualitative presentate possono ritenersi una linea abbastanza rappresentativa del campione

preso come riferimento e quindi una proposta valida, almeno per i casi e la letteratura analizzata, per descriverlo.

Per sottolineare questo, anche se di carattere molto generale, si noti come la percentuale dei benefici interni sul totale (oscilla attorno al 64%) è sempre superiore a quella dei benefici esterni, il che dimostra come il numero di leve su cui si può agire per avere un decisivo impatto sull'ambiente esterno è ridotto e principalmente visibile in due processi: quello logistico e il procurement, dove scelte come le fonti di approvvigionamento o la gestione della filiera di trasporto possono essere più facilmente pubblicizzate e comprese dal consumatore finale. Questo risultato risulta allineato ai dati che emergono dalla letteratura, che confermano un numero superiore di progetti avviati proprio in questi ambiti rispetto agli altri processi.

Inoltre, le barriere operative si collocano sempre leggermente al di sotto di quelle strategiche anche se molto vicine a spartirsi la metà esatta del totale. Questo conferma come, dal punto di vista di una organizzazione, l'allineamento strategico così come le soluzioni più operative siano egualmente sfidanti. Evidente, nel processo di produzione, come l'imaturità tecnologica della blockchain, rispetto agli altri processi, costituisca un limite allo sviluppo di una soluzione in grado di supportare tutto il flusso trasformativo del prodotto.

Se si considera poi il caso del processo logistico e distributivo, si noterà come la percentuale di barriere strategiche è inferiore rispetto a quella delle operative. Infatti, la creazione di relazioni di partnership trova vantaggio nell'ovvia convenienza da parte di tutti gli attori partecipanti (operatori logistici, forwarder, etc.), per i quali l'ottenimento di vantaggi come la riduzione dei tempi per avviare contratti, la risoluzione efficace di dispute, la gestione di bonus e penalità e di pagamenti in tempo reale, risulta essere sufficientemente interessante. Maggiormente penalizzante, in questo caso, è la traduzione di tutta la catena fisica di rapporti in una infrastruttura logica digitale.

Le aree in cui ad oggi il numero di progetti sviluppati è inferiore, sviluppo nuovo prodotto, pianificazione e produzione soprattutto, sono quelle su cui il consumatore finale ha minore visibilità e in generale, ricadono all'esterno dell'organizzazione in modo meno evidente.

Confermando le informazioni presentate nei precedenti paragrafi, l'area produttiva si classifica probabilmente come quella più 'inospitale' all'applicazione di tecnologie simili. Infatti, se le elevate barriere strategiche non bastano a scoraggiare una potenziale implementazione, si pensi che gli elevati tempi e costi di sviluppo da soli dilaterebbero talmente l'orizzonte temporale per la percezione dei primi benefici in termini di efficienza al punto da vanificare gli sforzi, soprattutto se si pensa che simili effetti si possono raggiungere con altri sistemi dall'applicazione più 'immediata'.

CAPITOLO 5

I progetti blockchain delle Supply Chain italiane

Questo ultimo capitolo ha l'obiettivo dapprima di presentare i casi di implementazione della tecnologia blockchain sulle strutture di Supply Chain già esistenti di alcune aziende italiane, evidenziandone obiettivi, benefici raggiunti e punti di debolezza.

Nella seconda parte dello studio si confronteranno i progetti illustrati in precedenza tramite alcuni KPI significativi per l'analisi dell'applicabilità della tecnologia.

5.1 I progetti avviati nel settore industriale italiano

In Italia, sommando anche le attività legate a formazione e consulenza, i progetti di qualsiasi tipologia sviluppati in ambito blockchain sono arrivati a quota 150 (Osservatorio Blockchain & Distributed Ledger, 2018).

Anche se il loro valore è limitato (nel 2018 ha raggiunto i 15 milioni di euro), le iniziative avviate sono aumentate del 76% rispetto al 2017, come illustrato in Fig. 5.1.

Allineandosi con il trend globale, in Italia la blockchain convince soprattutto il mondo finance che continua a primeggiare tra i mercati più attenti allo sviluppo (con il 48% dei progetti), segue il Government che conserva la seconda posizione nella "classifica dei progetti" con il 10%. La logistica con l'8% dei progetti mostra di essere un settore con una crescente attenzione per l'argomento, specialmente per l'ambito dell'agri-food, particolarmente importante per il nostro Paese.

Tuttavia, sono pochi i progetti già consolidati. La maggior parte è in fase di sperimentazione o di annuncio. Ci troviamo sostanzialmente in una fase esplorativa, caratterizzata da grande fermento ma ancora poca concretezza (solamente otto sono infatti i progetti operativi).

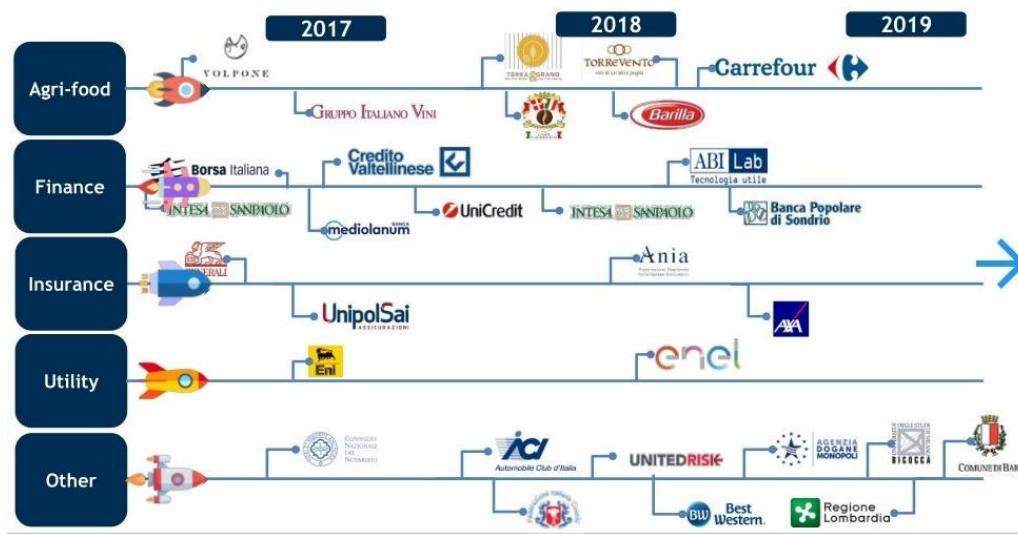


Fig. 5.1: I progetti sviluppati negli ultimi tre anni in Italia e le aziende coinvolte (Osservatori Digital, 2018)

Per quanto riguarda i processi studiati troviamo una concentrazione attorno a:

- eSupply Chain Execution: riguarda la condivisione sicura di documenti e informazioni e la gestione del credito di filiera;
- eSupply Chain Control: si tratta di progetti volti a rendere più efficienti procedure esistenti in ambito di controllo della Supply Chain. L'ambito applicativo di maggior rilievo è la tracciabilità della merce dal punto di origine al punto di consegna.

Va detto che al momento la tecnologia è ancora poco matura, ed è per questo difficile parlare di benefici e soprattutto quantificarli. Chi ha iniziato le sperimentazioni, però, sottolinea l'aumento della trasparenza e della sicurezza, mentre alcuni hanno assistito a una riduzione dei costi e dei tempi di svolgimento delle operazioni, come si discuterà più avanti nel capitolo.

Tra pubbliche e private, Permissionless e Permissioned le imprese scelgono in larghissima maggioranza la possibilità di poter gestire gli accessi tramite appositi permessi. Infatti, l'indagine avviata (Osservatorio Blockchain & Distributed Ledger 2 018). ha mostrato che la quota di progetti di tipo Permissioned è del 90% mentre le public blockchain si fermano al restante 10%. Non tutti hanno rivelato le loro scelte in termini di piattaforme, ma chi lo ha fatto (318 casi su 448) ha

mostrato che Hyperledger è la piattaforma più utilizzata (24% dei casi), Ethereum rappresenta il 15%, Corda l'11%, Ripple e Bitcoin il 7%.

5.2 Case study: i progetti di Luxottica, Barilla, Enel e Nestlé.

Come illustrato in precedenza, se ci focalizziamo sull'ambito applicativo dei processi della Supply Chain, il numero di progetti avviati da aziende italiane si riduce notevolmente. Nell'analisi che segue si è pertanto deciso di considerare solamente quelle realtà di Supply Chain che hanno già concretizzato gli investimenti in progetti pilota, di cui è possibile analizzare pertanto i risultati sperimentali o quantomeno uno studio approfondito.

Trattandosi di progetti ad alto tasso di innovazione, le informazioni disponibili al riguardo sono molto esigue, cosa che ha ulteriormente limitato il numero di casi descrivibili in dettaglio sufficiente all'analisi.

Di seguito dunque si procede con l'illustrazione di alcuni progetti sviluppati sul nostro territorio o comunque da aziende italiane, per i quali le informazioni sono state reperite da report o tesi di ricerca, dai portali web delle aziende stesse o da altri siti informativi e, in alcuni casi, è anche stato possibile indagare nello specifico grazie al supporto di chi, all'interno dell'azienda, si è reso disponibile ad una breve indagine.

5.2.1 Il caso Luxottica: blockchain nell'International Logistics

La descrizione di questo case study si basa su un lavoro di tesi condotto nel 2018 dall'allora laureando in ingegneria gestionale Riccardo Caneve (Caneve, 2018).

In particolare, fu studiato per la gestione dei flussi logistici internazionali della linea di prodotti Oakley AFA (Apparel, Footwear and Accessories).

L'azienda in questione, leader nel mercato dell'occhialeria, deve la sua strategia di successo alle scelte di integrazione verticale messe a punto negli anni: i principali processi integrano al loro interno tutte le fasi di manifattura e logistiche della Supply Chain.

Focalizzandoci sull'impianto logistico, area in cui si è implementato il progetto pilota blockchain, l'intero processo di distribuzione è controllato direttamente dall'azienda, sia per incrementare il livello di servizio, che per ridurre il lead-time complessivo.

Nel giugno del 2007, Luxottica acquisisce il brand californiano Oakley, leader globale negli accessori sportivi, e la conseguente divisione prese il nome di AFA (Apparel, Footwear and Accessories).

I prodotti di questa unit vengono realizzati esternamente, da un gruppo di circa 50 produttori (chiamati vendor da qui in avanti), localizzati principalmente nel South-East Asiatico e in America Latina.

Il prodotto ultimato viene poi spedito nei sei hub principali, ciascuno che serve un'area geografica ben precisa.

In Fig. 5.2 sono schematizzati i principali attori e la timeline della business unit Oakley AFA.

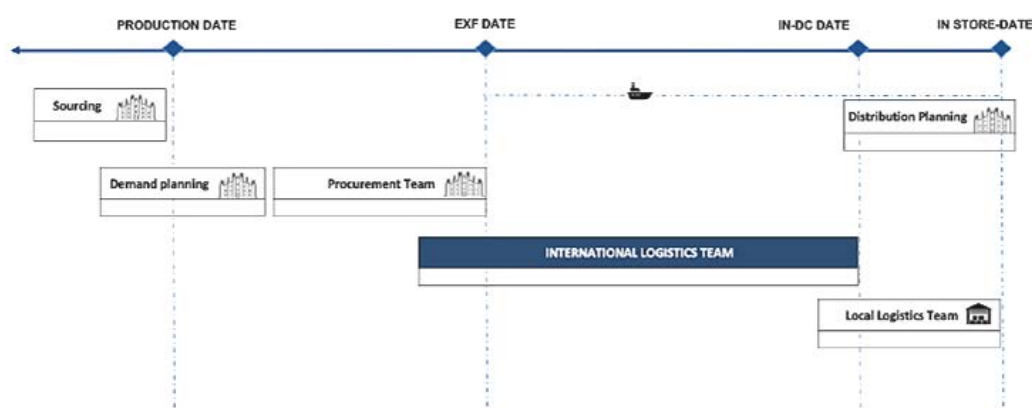


Fig. 5.2: Attori e timeline della business unit Oakley AFA (Caneve, 2018)

Partendo dalla data in cui il prodotto deve essere consegnato allo store (in store date), a ritroso vengo schedulate e organizzate tutte le altre attività:

- IN-DC Delivery Date: è la data di deposito del prodotto presso il centro distributivo, infatti il trasporto dal centro distributivo al negozio viene effettuato sotto la responsabilità non del logistic team di Sedico ma del centro distributivo stesso;

- Ex-Factory date: corrisponde alla data in cui i beni devono essere pronti e disponibili per il pick-up effettuato dallo shipper, ossia i materiali devono essere collezionati nella zona apposita all'esterno della facility del vendor, pronti per il prelievo;
- Production date: corrisponde alla data di produzione del bene, una volta che l'ordine di acquisto delle sue componenti è stato completato.

Tutto il team di International Logistics si occupa della spedizione di ogni prodotto partendo da quando il vendor comunica di averlo terminato, fino a che i materiali raggiungono uno dei centri distributivi, dove i team locali poi si occuperanno delle operazioni di inbound.

Di seguito è illustrato il processo AS-IS, ossia prima che l'intervento della blockchain fosse progettato.

1) Idealmente, circa una settimana prima della data pianificata di Ex-factory, il vendor invia al logistic team tutta la documentazione generale che riguarda la spedizione e include:

- La lista preliminare di tutte le quantità che vengono messe in spedizione, per ogni SKU, con annessa descrizione del tipo di packaging;
- Il contatto commerciale della spedizione: include informazioni come i prezzi per ogni item, le quantità totali.

Ricevuta la documentazione, il team può approvare la spedizione specificando anche la metodologia di trasporto che deve essere effettivamente applicabile nei termini indicati. In alte parole, se il vendor dichiara di poter spedire su gomma il prodotto, si deve poter essere preventivamente assicurato che il forwarder (il corriere espresso per esempio) sia effettivamente in grado di raggiungere la destinazione indicata nel tempo pattuito. Queste comunicazioni tra il forwarder e il vendor avvengono nella maggior parte dei casi offline, senza includere il team logistico, rendendo questa parte del processo estremamente opaca. In definitiva quindi tutti gli stakeholder non avranno visibilità sull'intero processo.

2) Una volta che la spedizione è stata approvata, il forwarder invierà al logistic team una sorta di scheduling includendo la data stimata di partenza e di arrivo

al porto/aeroporto/stazione/punto di raccolta di destinazione. Dunque, il team si occuperà di approvare in via definitiva la proposta.

- 3) Una volta che i beni sono stati prelevati dal forwarder, egli li trasporterà al porto o alla stazione o al punto di raccolta più vicino, dove le operazioni di carico sul mezzo di trasporto scelto saranno portate a termine. Gli operatori chiederanno di visualizzare la documentazione annessa al carico, soprattutto il Bill of Landing, che conferisce ad essi il possesso temporaneo del carico. Supponiamo che il mezzo di trasporto scelto sia il vascello veloce, anche se il carico non verrà aperto, né riorganizzato in carichi più piccoli, può succedere che venga effettuato un cambio di nave lungo il percorso, causando perdita di visibilità per il team che a volte non è informato riguardo al nome e alle caratteristiche del nuovo mezzo fino a che il contenuto non arriva a destinazione. Arrivato al posto, il container viene ispezionato, il suo peso lordo viene nuovamente controllato come prima del trasporto, confermando legalmente che il carico non è stato compromesso durante il viaggio. Il processo di controllo può essere delegato ad una compagnia esterna e riguarda l'ispezione di tutta la documentazione menzionata in precedenza che deve essere inviata tramite corriere espresso alla compagnia che si occupa appunto del controllo, causando un'altra inefficienza e ritardo nella movimentazione del carico.
- 4) Completata la verifica, la merce viene nuovamente caricata al corriere che si occupa di effettuare le consegne last-mile, il quale, per poter consegnare la merce al centro di distribuzione prescritto, dovrà prenotare una sorta di appuntamento presso questo. Una volta che il carico è stato depositato presso il centro, viene firmato un documento, la Proof of Delivery (PoD) e inviato dal corriere al forwarder, che risulta così in grado di poter chiedere al logistic team il pagamento delle tariffe pattuite.

Lo stesso processo è stato ripensato con l'ausilio di una piattaforma blockchain e delle tecnologie di registro distribuito.

La soluzione è stata basata sull'utilizzo di una piattaforma blockchain fornita da Ethereum, il cui linguaggio di programmazione Solidity conferisce il vantaggio di una struttura dettagliata che può inoltre trovare supporto nei cosiddetti oracoli,

ossia fonti di dati esterni alla piattaforma ma che devono essere considerati come variabili all'interno del progetto. La piattaforma implementata si costituisce di una interfaccia web collegata direttamente alla blockchain Ethereum in modo che tutti i dati prodotti e collezionati dal registro della blockchain possano essere presentati in maniera user-friendly tramite l'interfaccia.

La Fig 5.3 rappresenta un esempio di interfaccia della piattaforma.

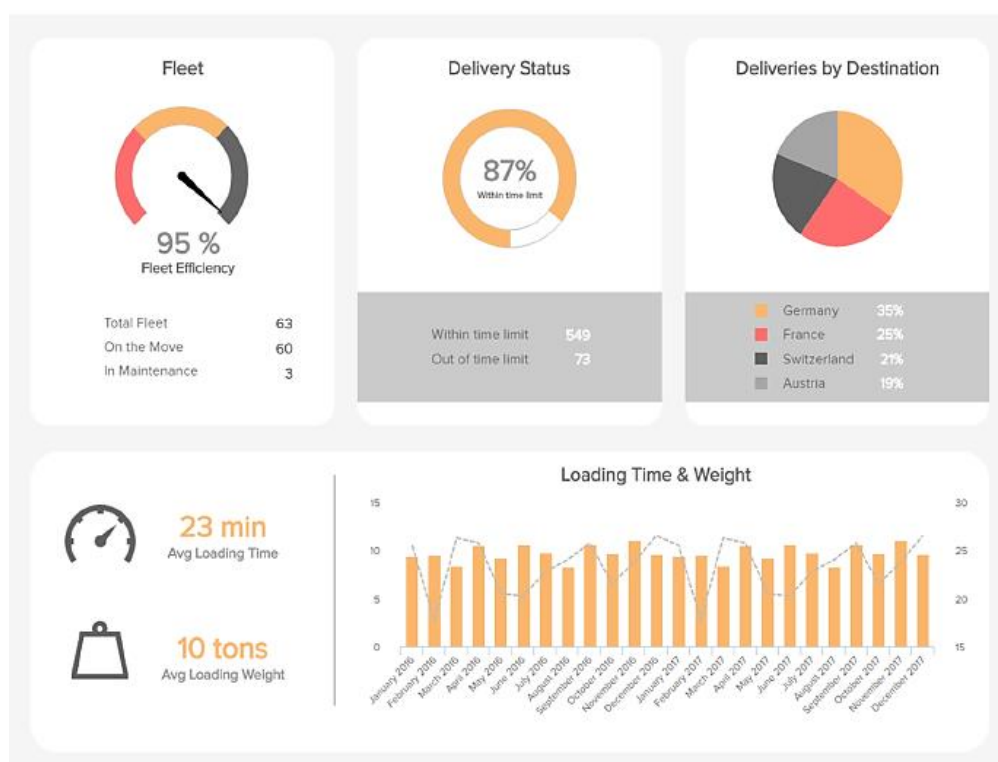


Fig. 5.3: Esempio di una interfaccia web-based della piattaforma sviluppata (Caneve, 2018)

Tutte le operazioni di scrittura o modifica dei dati su blockchain richiedono all'utente di identificarsi tramite la propria chiave pubblica. Il responsabile del network, in questo caso Luxottica, è l'unico utente che può decidere chi, all'interno dei membri della catena, conosce l'identità delle chiavi e il loro relativo livello di segretezza. Ogni attore userà le sue chiavi private per firmare le proprie transazioni, mentre con la chiave pubblica potrà accedere ai dettagli delle transazioni autorizzate dagli altri membri. Questo tipo di struttura garantisce all'interno network che lo status dei beni sia aggiornato solamente da chi, in un preciso istante, ne abbia l'autorizzazione.

I documenti fisicamente presenti nel processo iniziale vennero sostituiti dalle firme digitali, ottenute tramite un apposito programma, l'algoritmo crittografico MD5, che elabora file di qualsiasi tipologia e ne calcola il codice crittografato in formato di testo.

La riprogettazione del processo è schematizzata in Fig 5.4 che riassume i principali step del nuovo processo:

- 1) Shipment approval: la lista con i materiali che vengono mandati in spedizione viene crittografata dal vendor (cioè trasformata da un semplice file word, o PDF o .jpeg in una stringa di codice) e caricata sulla piattaforma; il vendor può anche modificare questo file ma i dati caricati in passato non potranno essere modificati o eliminati e il Logistic team avrà visibilità di tutte le versioni create, potendo autorizzare quella che preferisce. Entro 5 giorni da caricamento del file, la tabella di approvazione di cui si è discusso in precedenza sulla piattaforma sarà in grado di calcolare automaticamente i parametri ottimi di Ex-factory date, in-DC date, etc., tramite i criteri inseriti dal team in precedenza. Il vendor caricherà quindi i documenti di spedizione, il codice di tracking, documenti che saranno utilizzati per generare automaticamente una sorta di Bill of Landing preliminare;
- 2) Pick up: diversi attori possono essere coinvolti dalla fase di pick up dei materiali fino al caricamento degli stessi sul mezzo di trasporto; molto spesso anche agenti locali vengono impiegati in questa fase. La chiave per mantenere visibilità su tutti gli spostamenti sta nell'aver concesso a ciascun attore protagonista l'accesso alla piattaforma per poter caricare le informazioni necessarie. L'algoritmo utilizza alcune delle variabili inserite in precedenza, come il peso totale del carico o il codice di uno degli item contenuti, per creare una prima versione del Bill of Landing. Ogni attore, quando riceve il carico dovrà compilare un form con un subset random di dati (per esempio i codici identificativi di alcuni item) e si genererà automaticamente lo stesso codice del Bill of Landing precedentemente scritto sulla blockchain. Di conseguenza lo status dei beni viene aggiornato, e il suo possesso passa a questo attore.

- 3) Container loading e unloading: il carico viene quindi caricato e scaricato dal mezzo di trasporto, e alcuni sensori posizionati sul container permettono continuamente di monitorare parametri come la temperatura, l'umidità e la posizione della merce, scrivendo questi dati sul registro della blockchain;
- 4) Custom clearance: in questa fase si è illustrato in precedenza come siano coinvolte diverse autorità, con un conseguente passaggio di documenti tra di esse, generando flussi inefficienti di informazioni, così come ritardi. La piattaforma illustrata sin qui è in grado di generare e fornire automaticamente informazioni come il valore commerciale dei beni trasportati, i dettagli che riguardano la merce trasportata, le informazioni che riguardano i flussi logistici subiti dalla merce. Se nessun dato è stato modificato in precedenza, i vari operatori logistici saranno in grado di visualizzare esattamente tutte queste informazioni, che usualmente sono quelle richieste per validare lo scarico della merce, automatizzando completamente questa operazione;
- 5) PoD: l'ultima fase riguarda il trasporto last mile, che sarà operato da un apposito provider tramite il Bill of Landing che proverà effettivamente il suo possesso del bene. Da questo momento in avanti non sarà più necessaria alcuna forma di Bill of landing, solamente quello preliminare, costituito da una stringa di codice, verrà richiesto per aggiornare lo status del carico.

Alla destinazione finale, sarà inviata una timestamp sulla blockchain che confermerà che i beni, rappresentati dai propri hash, sono arrivati al punto di consegna, confermando anche che le quantità registrate in precedenza matchino esattamente quelle fisicamente presenti alla fine. Questa conferma finale, autorizzata dal tema Luxottica, chiuderà definitivamente la spedizione, congelando il suo hash, che non potrà più esser aggiornato. Il completamento della spedizione attiverà automaticamente lo Smart Contract responsabile dei pagamenti dei vari attori intervenuti, così come negoziato nei termini dei contratti stipulati.

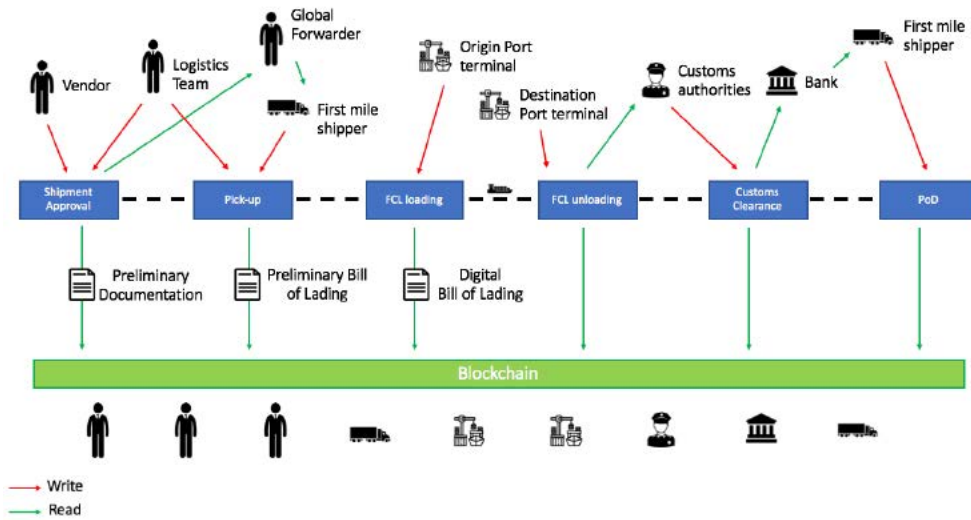


Fig. 5.4: Struttura del nuovo processo basato su blockchain (Caneve, 2018)

Così come evidenziato dal progetto, sono stati scelti alcuni KPI per valutare le effettive performance, di seguito descritti brevemente poiché sarà cura dei paragrafi successivi una più completa valutazione dei vari progetti tramite specifiche prospettive.

In Tab 5.1 sono stati riassunti brevemente i risultati del monitoraggio di questi KPI qualitativi.

Tab 5.1: KPI scelti per la valutazione dei risultati ottenuti dal progetto (Caneve, 2018)

KPI	Monitoraggio qualitativo
Ritardo della spedizione: tempo tra il prelievo della merce e l'effettiva partenza del mezzo di trasporto (nave).	Minima azione su questo fattore: i ritardi nei vari step della spedizione possono essere controllati da Luxottica solo tramite un coefficiente di sicurezza utilizzato nel calcolo a preventivo del tempo totale impiegato per la spedizione.
Lead time di customs clearance: tempo per le operazioni di custom clearance.	Disponibilità di tutte le informazioni per poter validare il carico direttamente sulla piattaforma, impatto quindi significativo nella riduzione dei tempi di questa fase.
Puntualità del forwarder: puntualità della spedizione in generale, ossia punti percentuali del tempo prima o dopo la data di in-DC.	Parametro molto importante su cui vengono accettati pochi scostamenti dal valore desiderato, in aggiunta, l'utilizzo della blockchain ha permesso di incentivare il rispetto delle deadline istituendo politiche di bonus o penalità.
Costo totale della documentazione di spedizione: costo di tutte le attività legate alla singola spedizione, si assume pari ai costi di creazione delle documentazioni e del monitoraggio.	Riduzione della necessità di redigere documentazione, riduzione di documenti ridondanti, di asimmetrie informative il che ha comportato benefici sostanziali.
Errori di documentazione: costi relativi al processamento di documentazione danneggiate e dei ritardi causati.	Impatto significativo della tecnologia anche se gli errori in fase di input dei dati all'interno della piattaforma non possono essere ridotti da questa.
Facilità di soluzione delle dispute: costo e tempo speso nella risoluzione di problemi legati a incomprensioni e difficoltà di attribuzione della responsabilità.	Ogni attore trasmette informazioni come update dello status della merce, prove del possesso di questa, etc., perciò la risoluzione di eventuali dispute sono facilitate da un maggiore chiarezza nell'attribuzione delle responsabilità.
Scambio di informazioni sicuro: misurato tramite il rischio di attacco da parte di un esterno;	Confrontato con il sistema precedente, in cui le informazioni venivano scambiate via mail, la soluzione proposta, anche se non si può considerare sicura al 100%, è comunque un sostanziale miglioramento.
Velocità di accesso alle informazioni: misurato come il tempo necessario per recuperare le informazioni dalla piattaforma;	Il tempo di accesso ai dati sul registro della blockchain non è inferiore rispetto ai sistemi tradizionali
Flessibilità della piattaforma: la reattività della piattaforma in caso di cambiamenti all'interno della Supply Chain è molto importante.	Non sufficientemente testata, si suppone che data la flessibilità del linguaggio di programmazione e dell'interfaccia proposta, una altrettanto flessibile soluzione possa essere implementata.

In conclusione, si può affermare che la soluzione, se valutata tramite i KPI proposti dal progetto si dimostra esser benefica sotto la maggior parte degli aspetti, rispetto al processo tradizionale. Tuttavia, a questo studio teorico non è seguita una fase successiva di implementazione poiché si è ritenuta meno prioritaria, dato anche il risparmio monetario non immediato, rispetto ad altri cambiamenti più urgenti.

5.2.2 Enel e la blockchain community

Questo case study si basa su documenti disponibili presso i siti web endesa.com, e enel.com e sulla base di colloqui intercorsi con personale aziendale.

A partire dall'Aprile del 2016, il Gruppo Enel (Enel Global Infrastructure and Networks) ha dato vita a una community multidisciplinare con l'obiettivo di esplorare il potenziale impatto delle tecnologie di Distributed Ledger all'interno del business. A seguito di questa iniziativa, il gruppo di lavoro ha sviluppato tre possibili applicazioni (o casi di utilizzo) per queste tecnologie:

- l'ambito delle *smart grids*, ossia i network tramite cui si condivide energia da un produttore a più consumatori;
- il trading, cioè lo scambio di energia a livello commerciale;
- l'area delle energie rinnovabili.

Enel ha quindi intrapreso una serie di iniziative volte a lanciare delle sfide nei confronti di uno svariato numero di startup per identificare possibili soluzioni o modelli di implementazione della blockchain in questi ambiti e per individuare partners in grado di supportare lo sviluppo di tali innovazioni.

Tra le applicazioni più note spicca il consorzio Enerchain, che unisce utility e società di trading energetico e che ha permesso nell'autunno del 2017 a Enel e E.ON, azienda europea del settore energetico con sede in Germania, di scambiare elettricità per la prima volta tramite una nuova piattaforma che utilizza la tecnologia blockchain.

Grazie a questo consorzio, prosumer, consumatori e fornitori non necessitano più di una piattaforma centrale per lo scambio di servizi e pagamenti ma possono direttamente connettersi l'uno con l'altro e trattare senza intermediari.

Tuttavia, esulando da questo progetto, uno degli sviluppi focali della community blockchain ha visto l'implementazione di piattaforme per il tracking di contatori a partire dalla fase di produzione, fino al trasporto, allo stoccaggio, registrando anche i successivi passaggi di installazione o rimozione presso il cliente finale. Si tratta quindi, ancora una volta, del network logistico e distributivo, protagonista di queste strutture pilota.

Nello specifico, uno di questi progetti (prende il nome di Proof of Concept Huru) nasce con l'obiettivo di rendere più trasparente il tracking dei contatori in Andalusia e ha avuto inizio nel secondo quarter del 2018.

La Fig. 5.5 illustra schematicamente il flusso di attività e gli attori coinvolti nel progetto. Si tratta della Supply Chain di Endesa, una delle principali aziende del settore elettrico in Spagna e il secondo operatore nel mercato dell'elettricità del Portogallo di cui Enel dal 2009 possiede il 70% circa del capitale.

Il sistema implementato quindi ha visto l'applicazione della tecnologia blockchain per il tracciamento di un asset 'core' per un distributore di energia elettrica, il contatore elettronico che viene installato nelle abitazioni degli utenti finali per fruire dell'energia.

Il contatore, chiamato Smart meter, viene completamente tracciato in tutte le sue fasi partendo dal progetto iniziale e le conseguenti verifiche di laboratorio, l'approvazione degli enti governativi e di certificazione, proseguendo con la sua fabbricazione, la spedizione e lo spostamento tramite i provider logistici, lo stoccaggio presso warehouse dei partner, il montaggio nelle strutture del consumatore finale e infine anche le successive fasi di dismissione, manutenzione, re-immissione o recupero dei materiali.

Si tratta quindi di garantire l'ownership del ciclo a 360 gradi, obiettivo che l'azienda stava già raggiungendo con l'utilizzo di altre applicazioni e strumenti di supporto, piattaforme di tracciabilità di vario tipo tra cui quelle fornite da SAP.

Si tratta quindi di garantire l'ownership del ciclo a 360 gradi, obiettivo che l'azienda stava già raggiungendo con l'utilizzo di altre applicazioni e strumenti di supporto, piattaforme di tracciabilità di vario tipo tra cui quelle fornite da SAP.

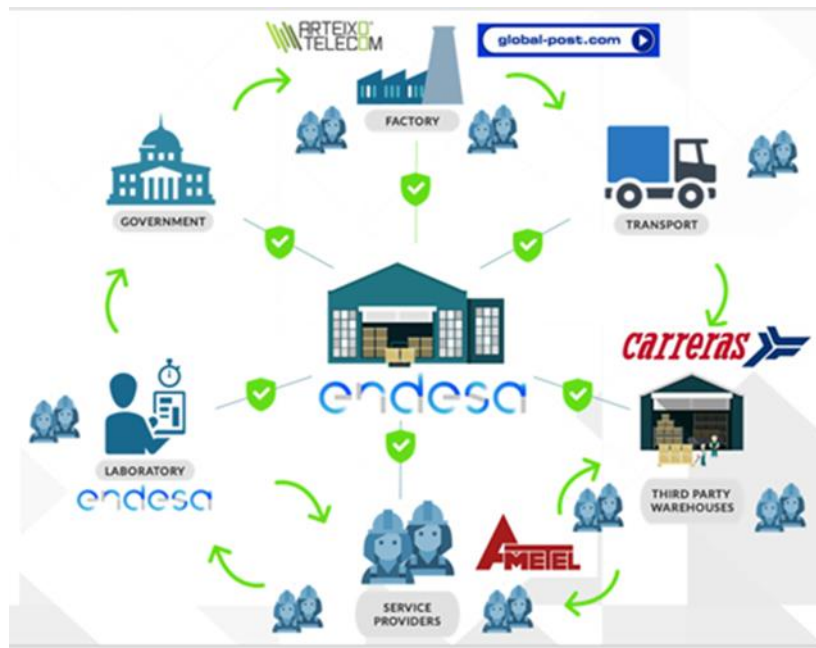


Fig. 5.5: Illustrazione delle fasi della Supply Chain di Endesa (Enel blockchain community)

Si noti quindi che la sperimentazione delle tecnologie blockchain nell'ambito del progetto ha avuto un duplice obiettivo:

- da un lato l'utilizzo di una tecnologia cloud-based di ultimissima generazione, con tutti i vantaggi di una applicazione di tipo Software as a Service, ossia fruibile al di fuori della LAN locale o del computer fisico;
- dall'altro lato la notarizzazione tramite blockchain di tutti i passaggi e gli handover (trasferimenti) subiti dall'asset all'interno del network.

Concentrandoci su questo secondo aspetto, esso è il principale motivo per cui è stato scelto di introdurre questa tecnologia all'interno dei processi. Infatti, come specificato dalla blockchain community, l'obiettivo primario è stato quello di ridisegnare la struttura e l'articolazione delle fasi della Supply Chain in maniera

tale da assicurare una migliore visibilità agli attori su tutto il ciclo e quindi di tracciare meglio tutti i vari passaggi in ottica di completa trasparenza.

Come sottolineato dall'azienda, questo scopo poteva essere raggiunto tramite l'implementazione di una svariata serie di strumenti e logiche di management. Una applicazione o una dashboard di tipo 'legacy', cioè ormai retrodatata, avrebbe portato allo stesso cambiamento. Tuttavia, si è scelto di puntare sulla blockchain perché ritenuta la miglior scelta per ottenere la scrittura permanente e immediata di tutte le transazioni subite dal prodotto.

Questa necessità era guidata da uno specifico bisogno dell'azienda: l'utilizzo di informazioni certificate e verificate per avere la capacità di gestire eventi di contenzioso nei confronti degli altri operatori della Supply Chain.

Infatti, come sottolineato dal team di sviluppo, il problema legato alla improvvisa scomparsa di alcuni contatori durante le varie fasi era poi riconducibile ad una loro riapparizione su mercati non legali allo scopo di usufruire dell'energia elettrica in maniera gratuita illegalmente.

Per far fronte a questo secondo mercato illegittimo era quindi fondamentale poter tracciare completamente il percorso del prodotto per capire a che punto avveniva la scomparsa e avviare operazioni legali nei confronti dell'operatore che ne aveva perso le tracce. Perciò, la veridicità intrinseca del dato scritto sul registro decentralizzato consente di disporre di informazioni che permettono la ricostruzione degli eventi in maniera accurata.

Nello specifico, è stata sviluppata una blockchain di tipo Permissioned con il supporto di una startup, all'interno della quale ogni attore è stato dotato di una serie di tool per accedere al network blockchain, tra cui:

- codici a barre e applicazioni di lettura: tramite smartphone gli installatori lo scansionano e ottengono immediatamente tutte le informazioni legate al processo subito da quel contatore; con la stessa logica i provider logistici notarizzano il possesso dell'oggetto durante le fasi di trasporto;
- dashboard: interfaccia utilizzata da tutti gli attori, gli indicatori e le informazioni visibili tuttavia cambiano a seconda del livello di ciascun utente. Analisti e data scientist per esempio potranno visualizzare il dato

scritto in linguaggio macchina sulla blockchain, nonché KPI di analisi e valori riassuntivi di performance; gli operatori logistici invece avranno visibilità su informazioni come date, luoghi e orari di registrazione o caratteristiche come peso, quantità e packaging del contatore.

Dal punto di vista logistico il processo disegnato ha permesso anche di tracciare separatamente il confezionamento dei singoli contatori, quindi informazioni come il numero di scatole contenute in un pallet sono state rese disponibili sul registro della blockchain così come anche tutte le fasi di packaging subite dal prodotto (confezionamento, inscatolamento) e di sconfezionamento e controllo.

L'introduzione di questo processo logistico all'avanguardia ha permesso di scrivere sul registro della blockchain tutte queste transazioni. In aggiunta a ciò, con la stessa logica si è pensato di tracciare tutta la logistica inversa, ossia le operazioni dal prelievo del contatore presso le abitazioni dei clienti, l'eventuale manutenzione, rigenerazione e re-installazione presso un nuovo cliente, fino allo smantellamento finale del prodotto.

Il consumatore finale non avrà alcuna visibilità sul processo anche perché non ne trarrebbe alcuna utilità né benessere; tuttavia, una porzione ancora in fase di incubazione del progetto prevede l'utilizzo di queste tecnologie per tracciare completamente anche tutti i percorsi di rientro e ricircolo dei materiali legati al prodotto. In breve, si potrebbero notarizzare informazioni come le fasi di recupero degli involucri di plastica per esempio e il loro successivo reimpiego in altri mercati, in piena ottica di responsabilità sociale e circolarità.

L'enorme valore della corporate social responsibility potrebbe portare interesse anche dal lato del consumatore finale che in futuro potrebbe avere visibilità sul circolo chiuso subito dal prodotto che ha acquistato, aumentandone ulteriormente il valore.

Questo caso quindi dimostra come la blockchain può essere una valida scelta se paragonata, a parità di risultati raggiunti, alle altre tecnologie legacy. Rispetto a queste, essa garantisce la permanente scrittura di una serie di dati e informazioni

che, come in questo caso, possono poi essere elaborate da strumenti di Artificial Intelligence allo scopo di tradurle in indicatori di performance o altri KPI di monitoraggio utili per misurare per esempio livelli di qualità produttiva ed efficienza di consegna per citarne alcuni.

5.2.3 Baci Perugina e Microsoft Azure (Nestlé Italia, Microsoft Italia)

Questo case study si basa su materiali disponibile presso i siti web di Nestlé Italia (www.nestle.it) e Microsoft Italia (azure.microsoft.com).

Una nota realtà del settore alimentare internazionale, Nestlé, ha avviato un programma all'interno della filiera logistica di esportazione dei cioccolatini a marchio Baci Perugina.

La necessità, in questo caso, era quella di migliorare la tracciabilità e il controllo di tutte le fasi di produzione delle praline, identificando le fonti di costo e di potenziale scontro tra i diversi attori della Supply Chain. A tale fine la divisione italiana di Nestlé ha raggiunto un accordo con Microsoft Digital per la generazione di un progetto pilota, una soluzione basata su tecnologie IoT e blockchain.

Si consideri lo schema riportato in Fig. 5.6 che rappresenta sinteticamente il flusso del processo produttivo in esame.

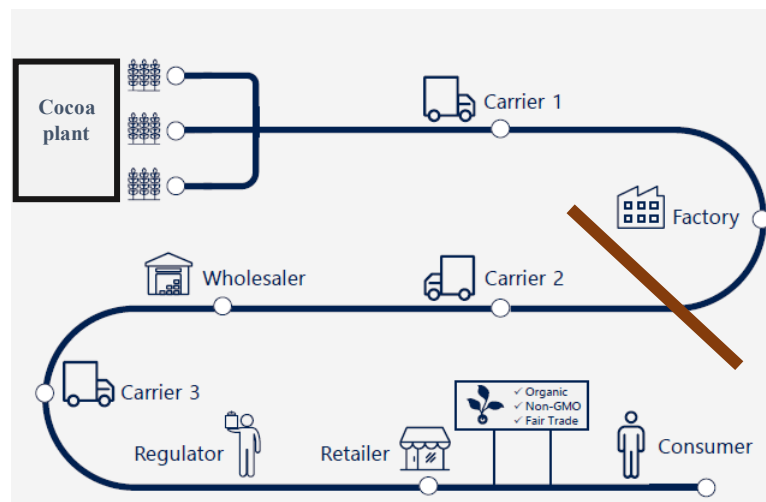


Fig. 5.6: Supply Chain dei Baci Perugina ([nestlé.it](http://nestle.it))

Trattandosi di un progetto di PoC (Proof of Concept), ossia in fase di test della tecnologia, la porzione di Supply Chain investita è quella a valle della produzione del cioccolatino, ossia dallo stoccaggio a fine realizzazione al cliente finale.

Le principali fasi che emergono sono le seguenti:

- il cliente, si supponga per esempio un retailer qualsiasi a livello mondiale (Walmart per esempio), tramite blockchain, struttura un ordine di acquisto per un certo quantitativo di Baci Perugina indicando tutte le specifiche dell'ordine;
- il venditore, ossia la divisione italiana di Nestlé effettua un'offerta per quest'ordine (in termini di prezzo e finestra di consegna) e la invia sempre tramite blockchain al cliente, che la validerà e deciderà se accettarla o meno in base alle proprie policy (questo passaggio viene effettuato automaticamente tramite Smart Contract, che verificano il raggiungimento di condizioni desiderate);
- supponendo che l'offerta venga effettivamente accettata, il processo di spedizione può avere inizio e l'ordine viene processato da Nestlé;
- un nuovo contratto di spedizione viene creato tra Nestlé, l'agenzia che si occupa del forwarding, ossia gli intermediari logistici, e chi si occupa del trasporto vero e proprio, si supponga via mare;
- il team logistico di Nestlé crea una richiesta di acquisto verso l'agenzia di forwarding tramite Smart Contract che confermerà quindi l'esecuzione del pacchetto di spedizione;
- informazioni come il nome della nave su cui viene caricata la merce, il codice di tracking, la data prevista di arrivo a destinazione vengono scritte sul registro della blockchain in maniera automatica (tramite strumenti come rilevatori di posizione e lettori di codici) e anche il cliente potrà verificarle;
- i forwarder quindi avviano il contratto di trasporto nella forma FOB (Free On Board) e la merce viene prelevata dal magazzino di Nestlé e trasportata verso il punto di imbarco, dove lo status del carico viene aggiornato;
- la merce viene quindi caricata a bordo della nave che ne trasmette automaticamente il possesso tramite il codice di identificazione della

spedizione e viene creato tramite blockchain il certificato Bill of Landing, con cui si attesta che il quantitativo di merce specificato è stato caricato sulla nave, in virtù dell'accordo di acquisto stipulato tra Nestlé e il provider logistico del viaggio;

- il container arriva nel porto di destinazione e viene scaricato e controllato, entrerà quindi nel possesso del cliente che lo trasporterà al proprio magazzino
- infine, il container vuoto (incoterm) verrà trasportato nuovamente al porto, dove lo Smart Contract legato a questa spedizione terminerà e rimarrà congelato e immutabile sul registro della blockchain.

La soluzione descritta è stata implementata tramite la suite offerta da Microsoft che prende il nome di Azure blockchain, disegnata appositamente per registri aperti pubblici dove la connessione di tutti gli attori all'architettura IT esistente richiede investimenti significativi e non è di immediata esecuzione.

In parole semplici la piattaforma Azure permette di digitalizzare il workflow di un processo che una organizzazione condivide con altri attori, che riguarda la movimentazione di asset lungo la Supply Chain. L'anatomia di questa applicazione è comune a tutti i diversi casi d'uso e in sostanza il suo funzionamento può essere riassunto come di seguito:

- una serie di applicazioni e tool connessi tramite internet inviano segnali e dati a un dispositivo noto come *message broker*, che è in grado di raccogliarli (Azure Service Bus);
- una logic app (una applicazione con questa specifica funzionalità) che utilizza tecnologie di registro distribuito recupera le informazioni trasmesse dal bus e le invia a un *transaction builder* che tramite questi dati costruisce una transazione;
- qui entra in gioco la piattaforma Azure blockchain (completamente gestita da Ethereum) su cui viene fatta girare la transazione
- una seconda logic app di connessione (*DLT watcher*), una volta ottenuta l'autorizzazione della transazione dai nodi della blockchain, la invia a tutti i database off-chain e ai sistemi di memorizzazione locali;

- le informazioni raccolte dai vari tool vengono lette e analizzate tramite strumenti di analisi (Power BI per esempio).

La Fig. 5.7 schematizza le informazioni riportate sopra.

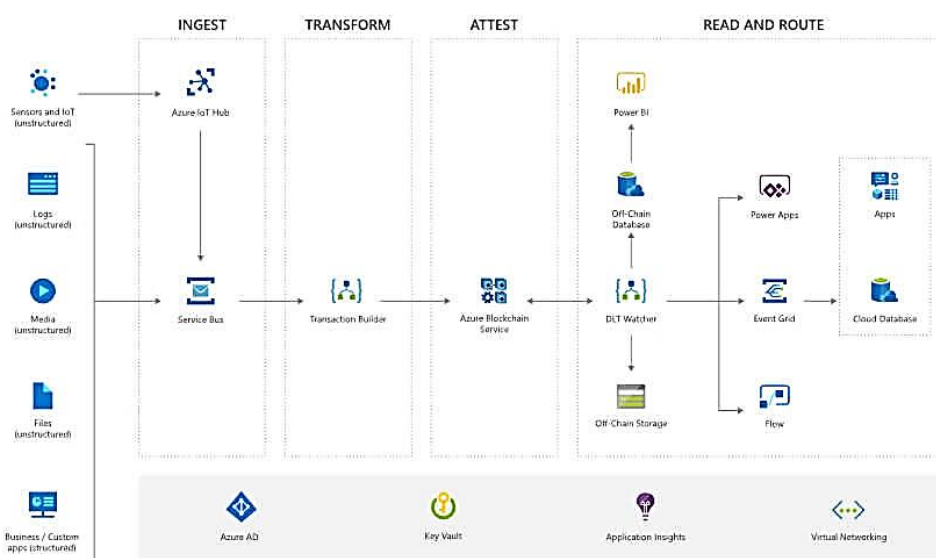


Fig5.7: Funzionamento della piattaforma Azure blockchain (azure.microsoft.com)

La piattaforma Azure blockchain è quindi un cloud che permette di sviluppare un ambiente blockchain, in particolare Ethereum, nella forma di Ethereum blockchain as a service (EbaaS).

La scelta di Ethereum da parte di Microsoft è legata alle caratteristiche di flessibilità ed estensibilità che molti dei futuri clienti della soluzione cercano, presentate tramite una semplice interfaccia che permette di generare e testare i progetti in un ambiente di simulazione privato prima di estenderli alla rete pubblica della Supply Chain.

Entrando nel dettaglio del cloud, le fasi della costruzione di una applicazione blockchain sono:

- lancio e creazione di tutta l'infrastruttura blockchain;
- creazione e test di Smart Contract in grado di tradurre digitalmente la logica dell'organizzazione;

- estensione dell'applicazione grazie a una serie di connettori logici che permettono di inviare e ricevere messaggi al registro della blockchain.

In primis vengono creati tutti i nodi del consorzio che si vuole rappresentare tramite la blockchain: l'amministratore del network potrà decidere quali attori invitare a partecipare e che tipo di ruolo assegnargli, ossia l'abilitazione a ricevere/inviare le transazioni. Ogni possibile nodo viene identificato tramite un indirizzo digitale che nasconde la sua vera identità, inoltre viene fornito di una chiave per l'accesso, costituita da uno username (l'indirizzo) e una password. Un nodo può anche essere costituito da un intero gruppo di utenti, per esempio dall'ERP di uno dei partner del network.

Una volta entrato nella propria interfaccia dell'applicazione, ogni user si troverà di fronte ad una rappresentazione visiva di diverse variabili riassuntive delle performance monitorate, come rappresentato a titolo esemplificativo in Fig. 5.8.

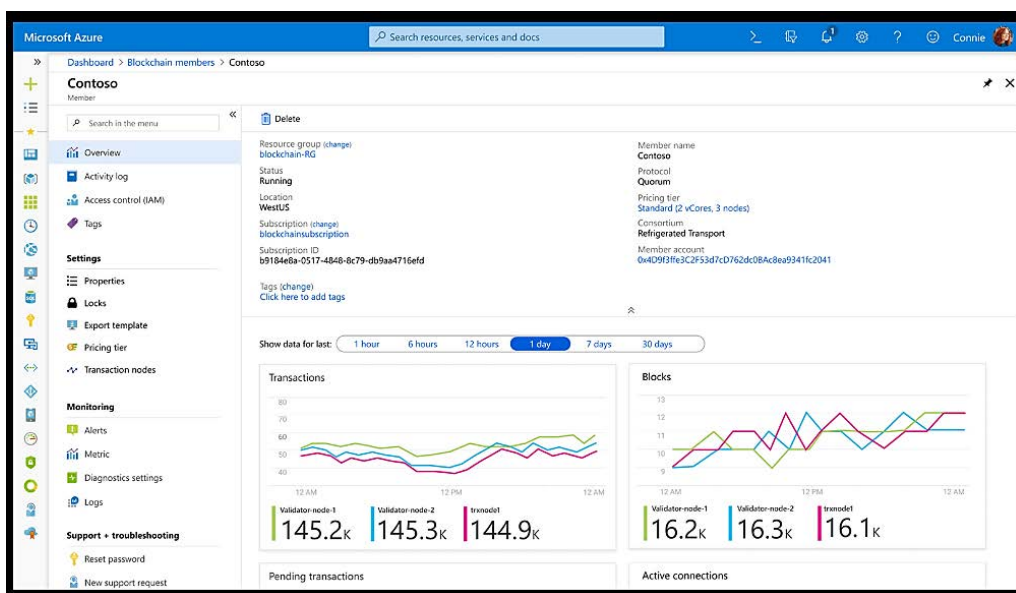


Fig 5.8: Esempio di dashboard della piattaforma (fonte Microsoft)

Una volta identificato il consorzio da interconnettere si passa alla seconda fase, ossia la codifica di tutta l'infrastruttura in forma logica sulla blockchain. Questo secondo passaggio avviene di solito tramite una serie di step che cominciano con la creazione di Smart Contract, proseguendo con la predisposizione dei tool necessari per trasmettere le informazioni al ledger e con lo sviluppo del ledger

stesso e terminando infine con l'identificazione degli asset, ossia dei veri e propri beni o servizi oggetto delle transazioni all'interno del network.

Si giunge infine al terzo punto chiave per la costruzione della EbaaS, l'estensione della stessa, tramite una serie di tool di connessione. Infatti, la piattaforma risulta essere funzionante ma scollegata dall'ambiente esterno, quindi necessita di una serie di applicazioni logiche di collegamento che hanno l'obiettivo di trasmettere messaggi tra il ledger della blockchain e i dispositivi esterni e viceversa.

Questa comunicazione viene strutturata tramite una logic app che genera una query, ossia una richiesta nei confronti di un indirizzo specifico, individuato tramite il codice http, che, in poche parole, rappresenta l'input da trasmettere. La query permette di tradurre, tramite un apposito Smart Contract, il messaggio in una stringa di codice che viene quindi inviata al registro distribuito.

In buona sostanza quindi se si vuole inviare un messaggio, si pensi al caso esempio della semplice scritta "hello", esso verrà trasmesso tramite un connettore (service bus) e in seguito tradotto (tramite Smart Contract) e si ottiene in output una stringa univoca che viene scritta sulla blockchain.

Al contrario, un messaggio presente sul registro della blockchain può essere tradotto tramite una apposita query che inverte la funzione precedente e calcola a ritroso l'input primario di quella stringa, ossia il messaggio "hello" citato in precedenza.

Come condiviso da Microsoft riguardo al progetto sviluppato specificamente per la Supply Chain di Baci Perugina, i principali impatti della piattaforma costruita sono:

- la connotazione di apertura della piattaforma e la sua conseguente scalabilità se applicata ad altri segmenti del mercato;
- il coinvolgimento di persone appartenenti a diversi livelli della Supply Chain;
- la costruzione di rapporti di partnership per valutare l'applicazione della tecnologia nel rispetto degli standard del brand e del mercato
- la crescente maturità tecnologica acquisita dall'azienda cliente;

Oltre a ciò, ci si aspetta un miglioramento generale delle condizioni operative, sia da parte del produttore, che del retailer e infine del consumatore. Infatti, diminuendo il rischio di frodi e violazione di condizioni di trasporto o di stoccaggio per esempio, si riduce il rischio che il prodotto non passi il controllo qualità e quindi il rischio di stock out. Il cliente dunque troverà il prodotto desiderato sempre disponibile sugli scaffali del retailer e i requisiti di qualità pubblicizzati dal brand incontreranno le condizioni effettive riscontrate al momento dell'acquisto.

La tabella 5.2 rappresenta questi benefici per le tre figure chiave coinvolte.

Tab 5.2: benefici per le tre figure coinvolte nel processo (fonte: Microsoft e Nestlé)

Benefici di Nestlé	Benefici dei retailer	Benefici del cliente finale
visibilità in tempo reale sulle performance dei vari player che si avvicinano lungo tutto il processo	Riduzione del rischio di prodotti contraffatti e incremento della lealtà dei propri clienti	Maggiore assicurazione di sicurezza e qualità del prodotto
un processo più agile, con una schedulazione ben definita e più semplice da rispettare	Processo più efficiente nell'individuare eventuali punti di debolezza o penalità contrattuali	Maggiore facoltà di discernimento tra prodotti di brand diversi sulla base del rispetto dei valori comunicati
Efficiente soluzione di dispute in caso di condizioni violate	Numero inferiore di casi di stock out	

Il progetto descritto sopra ha l'obiettivo principale di eliminare gli sprechi nella filiera logistica, riducendo il budget investito per la gestione dei fornitori e reinvestendo il risparmio ottenuto nello sviluppo di strutture IT sempre più sofisticate a supporto dei processi.

A tale scopo, lo sviluppo di una relazione di fiducia con i partner è il passaggio fondamentale su cui l'azienda sta investendo notevolmente durante la PoC.

5.2.3 Il progetto di Barilla per la certificazione del pesto

Questo case study si basa su documenti disponibili presso i siti web di Barilla(www.barilla.com) e IBM Italia (www.ibm.com).

La continua spinta dei governi per una consumazione più sostenibile da un lato e gli stessi consumatori che richiedono più trasparenza sui processi, sui trasporti, etc. dall'altro, hanno portato l'azienda leader del settore alimentare a indagare a proposito delle soluzioni migliori per attuare un programma che permetta di coniugare queste due richieste impellenti.

Il famoso brand icona del Made in Italy ha quindi implementato una architettura ad hoc in grado di poter tracciare fino a 40.000 km di Supply Chain.

Barilla si è avvalsa a questo scopo di una ben precisa offerta, quella di IBM, si tratta del progetto Hyperledger creato dalla Linux Foundation già nel 2015.

IBM è un membro fondatore del progetto Linux Foundation Hyperledger Project, e ha collaborato allo sviluppo di Hyperledger Fabric, il noto framework di reti blockchain autorizzate, la cui interfaccia è proposta in Fig. 5.9.

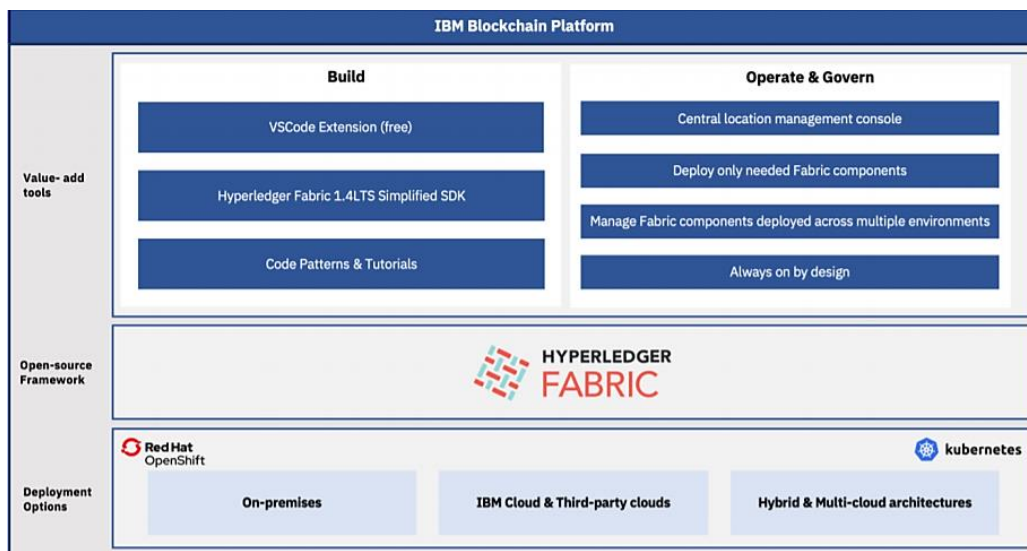


Fig 5.9: interfaccia esempio della piattaforma Hyperledger di IBM (ibm.it)

La piattaforma IBM Blockchain fornisce ai suoi utilizzatori un set completo di software, servizi, tool e codici esempio in modo da aiutarli nella creazione veloce di una applicazione blockchain.

La figura seguente Fig. 5.10 illustra come gli utenti di una blockchain generica sviluppata con i tool di IBM si interfaccino con il registro della stessa. Come si può notare, tramite dispositivi IoT e interfacce ad hoc, gli attori della Supply Chain possono ricevere e inviare messaggi al registro della blockchain. Infatti, una apposita applicazione logica è in grado di verificare l'autenticità di ogni messaggio (una richiesta di azione fatta da uno degli attori, per esempio la richiesta di possesso di un bene) tramite la corrispondenza delle impronte digitali per esempio. Essa quindi tradurrà il messaggio in una stringa di codice e, tramite il message bus, un apposito servizio dell'infrastruttura della blockchain, lo condividerà con il transaction manager, un sistema di management che permette di attivare la transazione tra i partecipanti coinvolti. I dati di questa operazione vengono storicizzati in unità di memoria al di fuori dalla catena, e successivamente all'interno dei nodi vengono verificate le condizioni per attivare la transazione. È anche possibile che, per l'attivazione di Smart Contract, vengano lette delle informazioni contenute in sistemi esterni al network ma considerati affidabili, si tratta dei già citati oracoli. Quando il blocco viene validato dai nodi, un apposito servizio (event listener) aggiornerà il registro con l'esecuzione di questo nuovo evento (per esempio il possesso dell'asset da parte dell'attore A della Supply Chain), mentre l'applicazione logica tradurrà quindi il relativo codice in una stringa scritta in linguaggio semplice che, tramite appositi connettori, verrà trasmessa e scritta sui sistemi propri dell'azienda (ERP), aggiornando il processo in oggetto.

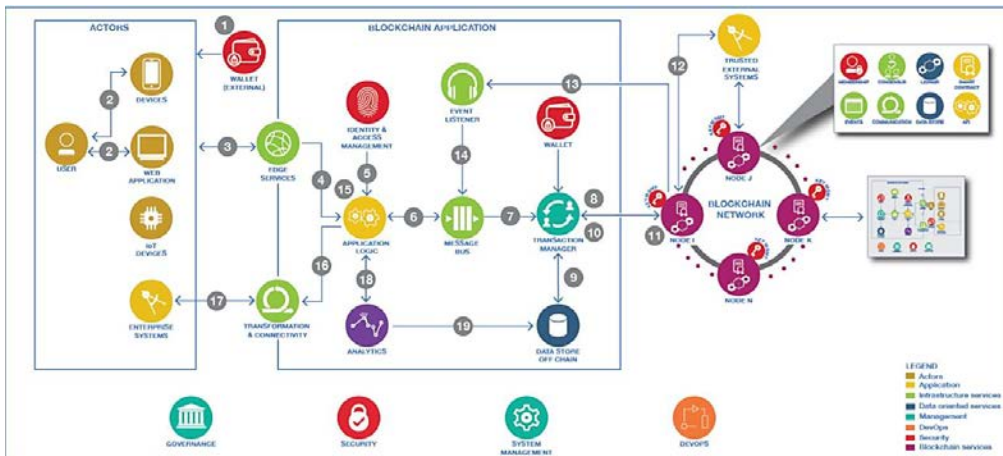


Fig. 5.10: interconnessione delle componenti della piattaforma di IBM (ibm.it)

Il core component di questa blockchain è la piattaforma Hyperledger Fabric, framework open source dell'architettura. Nel luglio 2017 Hyperledger ha infatti annunciato il lancio di una prima piattaforma 1.0, grazie a circa 160 sviluppatori provenienti da 28 organizzazioni diverse, che negli anni successivi si è evoluta; attualmente IBM ne sta utilizzando la versione 1.4. Questa piattaforma ha una struttura tale da permettere lo sviluppo di soluzioni Permissioned, il cui requisito fondamentale è la dotazione, in tutta la Supply Chain che si vuole digitalizzare, di una serie di device in grado di connettersi alla rete.

Altra caratteristica vincente di questa soluzione è la sua flessibilità: Supply Chain e business in costante espansione, infatti, trovano un ambiente favorevole per aggiungere dinamicamente partecipanti alla rete e supportare un numero crescente di transazioni.

La piattaforma IBM, prima di tutto, permette agli sviluppatori di utilizzare strumenti e linguaggi di programmazione per modellizzare, costruire, testare e sviluppare business application su di un network distribuito. Le operazioni di cui essi possono beneficiare infatti sono le seguenti:

- assicurare allineamento all'interno del business e i requisiti tecnici per ridurre significativamente il tempo totale di sviluppo di una piattaforma blockchain;

- ottenimento in tempi molto brevi di blockchain skill grazie ad utilizzo di linguaggi di programmazione molto comuni (JavaScript, Java, Go, per citarne alcuni);
- flessibilità di sviluppo in ambienti preferiti grazie a una suite di tool moderni.

Una delle funzionalità più apprezzate di questa piattaforma è la possibilità di creare un flusso all'interno del network costruito sulla blockchain e poi testarlo in un ambiente virtuale che simula come i vari attori potrebbero reagire e comportarsi in una serie di scenari differenti, con la possibilità anche di invitare realmente alcuni dei partecipanti a prendere parte alla simulazione per renderla ancora più realistica.

Concretamente, le operazioni che si possono eseguire all'interno del network sono le seguenti:

- i membri possono inizializzare e configurare la piattaforma tramite una interfaccia molto intuitiva;
- i founder possono invitare altri membri all'interno del network, i quali riceveranno una e-mail per potersi collegare velocemente;
- operazioni come la verifica di una identità e la creazione di uno specifico canale su cui verranno poi attivate le transazioni sono configurabili facilmente da ogni membro;
- ogni utente può sviluppare o modificare gli Smart Contract esistenti tramite l'interfaccia del network;
- possono inoltre modificare le policy che gestiscono il consenso all'interno di uno specifico canale.

All'interno di questo network blockchain si concentrano tutti gli attori del processo in oggetto: la produzione e il confezionamento del pesto secondo la ricetta tradizionale genovese. Si tratta, nel dettaglio, di quattro nodi principali: il farmer, ossia colui che ha in gestione le coltivazioni dell'ingrediente principale, il basilico, il produttore, il trasportatore e infine il consumatore finale.

L'implementazione della tecnologia fornita da IBM vede quindi le seguenti fasi all'interno della Supply Chain del pesto genovese di Barilla:

- il farmer: provvede a seminare il campo di basilico marzo, lo irriga e lo fertilizza e a giugno comincia lo sfalcio delle piantine, condotto tramite device digitali e localizzatori che rilevano una serie di dati (l'orario in cui comincia l'operazione per esempio e le condizioni climatiche) e li inviano automaticamente al registro della blockchain;
- il trasportatore: arriva alla fattoria, comincia a caricare il basilico preparato e lo trasporta poi fino allo stabilimento di Rubano di proprietà di Barilla dove lo consegna; anche in questo caso, tracciatori GPS e sensori permettono di scrivere sul registro blockchain le informazioni cruciali rilevate (velocità del vettore, temperatura di stoccaggio, orario di arrivo);
- stabilimento di produzione: il controllo qualità fa un'ispezione del carico arrivato, viene verificata la conformità agli standard e ripone poi il basilico in una cella frigorifera a temperatura costante fino al momento in cui ha luogo la trasformazione degli ingredienti nel pesto secondo la ricetta tradizionale del marchio; tutti gli ERP e i tool utilizzati sia in fase produttiva che durante la quality acceptance registrano i dati sulla blockchain e tutti gli attori possono visualizzarli in maniera indelebile.
- Consumatore finale: scannerizzando il QR code presente sui barattoli di pesto, sarà in grado di conoscere tutte le informazioni collezionate lungo la Supply Chain a partire dal nome dell'azienda in cui è stato coltivato il basilico e il periodo di sfalcio fino alla produzione secondo la ricetta tradizionale;

Se, durante una o più di queste fasi, non vengono rispettate alcune delle condizioni previste dai contratti, sarà Barilla a decidere se accettare o meno una variazione dei termini e a stabilire la flessibilità desiderata che verrà poi tradotta in termini digitali tramite Smart Contract.

La scelta del basilico come prodotto per sperimentare questo progetto pilota è legata all'immagine che viene trasmessa del prodotto, freschezza e qualità sono infatti i due attributi più pubblicizzati. Perciò, il 10 giugno scorso il progetto pilota è stato avviato, dopo una precedente fase di Design Thinking che ha permesso di tradurre concretamente l'idea progettuale e a realizzare un prototipo del processo e delle strutture di supporto.

I benefici attesi da questo progetto riguardano:

- Trasparenza ed efficienza: nella certificazione e in tutti i punti chiave del flusso;
- Tracciabilità e controllo: tempo di reazione agli ostacoli ridotto da settimane a minuti, controllo diretto delle azioni intraprese dagli attori;
- Sicurezza: prevenzione delle frodi, supporto della reputazione del brand.

Dopo un anno di sperimentazione e impianto del progetto e alcuni mesi di funzionamento vero e proprio le conclusioni a cui l'azienda è giunta riconoscono la blockchain come una struttura salda e sicura, una sorta di colonna vertebrale che può reggere su di sé business anche molto articolati. Tuttavia, il suo valore collasserebbe nel caso in cui non siano presenti dispositivi *entry point* incorruttibili, ossia strumenti IoT che permettano di leggere e immettere una serie di informazioni, quindi è necessario prima di tutto un rinnovamento da questo punto di vista.

5.3 Analisi e confronto delle caratteristiche dei progetti presentati

In questo ultimo paragrafo si considereranno i progetti illustrati in precedenza per confrontarli rispetto ad alcuni indicatori. In particolare, ai fini di questa mappatura, le informazioni necessarie sono state ricavate dagli stessi website delle aziende, oppure sottoponendo a brevi domande i team di sviluppo coinvolti nell'implementazione.

La tabella successiva Tab 5.3 illustra a confronto le caratteristiche dei quattro progetti:

- Luxottica: la filiera logistica dei prodotti Oakley AFA;
- Enel: il tracciamento dei contatori elettronici in Andalusia;
- Baci Perugina: la catena produttiva dei cioccolatini;
- Barilla: la Supply Chain del pesto genovese.

Le caratteristiche che vengono misurate sono le seguenti:

- Mercato: ossia le condizioni (in termini di domanda ed offerta) che l'azienda si trova a fronteggiare per lo specifico prodotto trattato;
- Prodotto: specifiche del prodotto se confronto con quello della concorrenza;
- Obiettivo del progetto: scopo primario di implementazione della tecnologia;
- Tempi e costi di avviamento del progetto;
- Attori interni (cioè facenti parte della Supply Chain aziendale) ed esterni (collaboratori e partner non “di proprietà”);
- Tipologia di registro blockchain scelto e fonte del know how utilizzata per promuovere lo sviluppo del progetto;
- Benefici, barriere e costi.

Si sottolinea in particolare che per la misurazione degli aspetti benefici o delle barriere e dei costi di ciascun progetto è stato scelto di utilizzare valori qualitativi (high, medium, low) rilevati dalle interviste, per assegnare una sorta di valutazione e confrontare i diversi scenari.

Tab. 5.3: I quattro progetti a confronto

<i>Caratteristiche</i>		<i>Aziende</i>			
		Luxottica	Enel	Baci Perugina	Barilla
Specifiche del mercato/processo di	Mercato	Posizione di leadership, ampia forza brand/immagine e manageriale; mercato in crescita e sufficientemente attrattivo	Alta concentrazione e offerte molto simili tra loro; tasso di crescita buono e dimensione elevata	Forte immagine e brand, uno dei leader del mercato	Mercato molto affollato ma immagine aziendale forte

	Prodotto	Unico prodotto con produzione non di proprietà dell'azienda	Poco differenziato dalla concorrenza	Riconoscibile dal cliente, 'unico', processi standardizzati	Riconoscibile dal cliente, processi standardizzati e tecnologie avanzate
	Obiettivo del progetto	Avere sotto controllo le varie fasi del processo e garantirne un flusso più efficiente	Risolvere problematiche legate alla legalità, avere processo più trasparente	Controllare filiera, efficienza, garanzia di qualità al consumatore	Sostenibilità e trasparenza per garantire massima visibilità al consumatore finale
Tempi e costi	Tempi e costi	Solo studio di progetto < 100k 8 mesi	Implementazione <300k 6 mesi	Solo PoC 10 mesi	Implementazione 12 mesi
Coinvolgimento della Supply Chain	Attori interni	Logistic team	Planning, tracking team, unità di controllo piattaforma	Logistic team	Logistica interna
	Attori esterni	Produttore, forwarder, corriere	Assemblatori, trasportatori, fornitori di tool, magazzini e servizi in campo	Venditore finale, forwarder e provider logistici	Farmer, trasportatore e provider logistici
Piattaforma e know how	Registro	Public ledger	Permissioned	Permissioned	Permissioned
	Fonte di conoscenza tecnica	Consulenza esterna	Community interna + startup	Microsoft	IBM

Benefici	Riduzione documentazione	High	High	High	Low
	Tracciabilità	High	High	High	High
	Riduzione costi intermediari	High	Medium	High	Med/low
	Aumento fiducia e trasparenza tra le parti	Low	High	High	High
	Risoluzione delle controversie	High	High	High	High
	Valore per il cliente finale	Low	Low (future)	High	High
Barriere	Condivisione dati e info sensibili tra gli attori	High	High	High	High
	Alti investimenti	Medium	High	High	High
	Alti tempi sviluppo	Low	Low	Low	Low
	Incertezza tecnologia	High	High	High	High
Costi	Ridefinizione dei rapporti con gli attori	Medium	Medium	High	Med/low

Licenze piattaforma e tool	Med/high	Med/high	High	High
Riprogettazione struttura di processo	High	High	High	High

Dal confronto tra i progetti emerge quanto segue:

- Il posizionamento delle aziende le vede quasi tutte occupare ruoli di leadership all'interno di un mercato in cui il loro brand è riconosciuto e ha una posizione chiara e definita agli occhi della clientela. L'unico caso che si distingue è quello di Enel che, al contrario delle altre realtà, si trova a dover competere in una situazione di alta concentrazione e offerte molto simili tra loro in cui fatica a emergere; il suo obiettivo quindi sarà maggiormente legato a ottenere benefici a livello di differenziazione;
- Nonostante le caratteristiche del prodotto siano differenti tra vari casi, l'obiettivo a livello macro è molto simile: la ricerca di maggior controllo sul processo, ottenendo livelli di visibilità e trasparenza migliorativi anche e soprattutto nella gestione delle controversie e delle dispute con gli altri attori. Quando poi questo obiettivo viene declinato a livello micro, ossia di specifica Supply Chain, assume connotazioni un po' differenti: per Nestlé e Barilla infatti si concretizza nel portare maggior valore aggiunto al consumatore finale, infatti la rinnovata trasparenza acquisita tramite questi processi può immediatamente assumere un valore enorme e positivo anche per il cliente con un minimo sforzo per l'azienda.

Per i casi di Luxottica ed Enel invece la situazione è notevolmente differente. Il cliente finale di Luxottica infatti, non deriverà alcun vantaggio dal processo in sé, se non il valore aggiunto di una situazione migliorata di stock presso i punti vendita, conseguente all'efficienza del processo. Per quanto riguarda Enel similmente, il beneficio che ne trarrebbe il cliente finale sarà percepito solamente tramite livelli di efficienza più elevati. Si tratta, per questi ultimi due casi di attributi benefici indicati in letteratura tramite il termine inglese *hygiene factors*,

ossia sono benefici che in realtà il cliente pretende dal processo, egli sarà quindi negativamente colpito se non li ritroverà (per esempio se non trova la taglia desiderata in negozio o se il processo di installazione del contatore ritarda di qualche giorno), ma non sarà positivamente colpito se li vedrà. Per diventare fattori distintivi, motivanti alla scelta, come nei primi due casi, sarà necessario ulteriore lavoro, nel caso di Enel per esempio diventeranno motivatori se e quando verrà implementata una struttura che consente al cliente finale di apprendere informazioni riguardo alla fase di recupero dei materiali di cui è costituito il suo contatore.

- Per quanto riguarda i tempi e costi dei processi, solamente per Luxottica ed Enel si è potuta ottenere una valorizzazione stimata di tutto il progetto. In ogni caso il valore economico dell'investimento è una variabile che dipende da molti fattori, i principali sono: la porzione e la complessità della Supply Chain coinvolta, la percentuale di cambiamento rispetto allo stato AS IS, la necessità di adottare strumenti e tecnologie non precedentemente implementati, i tempi di sviluppo. Come sottolineato nel caso Barilla, l'assenza di tecnologie IoT all'interno dei processi è causa di un rallentamento nell'implementazione della tecnologia blockchain in quanto è prioritario munirsi di tali strumenti e formare gli operatori al loro utilizzo. Per quanto riguarda invece i tempi di sviluppo, sembrano essere quantomeno confrontabili tra loro, con le opportune distinzioni. Infatti, nel caso di Luxottica, la durata in termini temporali è stata contenuta però si deve ricordare che il progetto è stato studiato solamente dal punto di vista teorico. La soluzione avviata da Enel sembra essere stata la più "rapida", con soli 6 mesi di incubazione. Se il tempo può essere utilizzato come indicatore di complessità, la durata dei progetti di Nestlé e Barilla sembra suggerire che si tratta di implementazioni più articolate. Questa considerazione può trovare sostegno nel fatto che in questi due casi il cambiamento apportato ai processi doveva coinvolgerli anche fino al punto più vicino al cliente finale, implementando quindi una serie di ulteriori applicazioni (interfacce user-friendly, QR code, etc.) che hanno investito anche le fasi di packaging, consegna ai punti vendita e

monitoraggio delle reazioni della clientela. Si tratta perciò di design di progetti che hanno fin da subito una elevata visibilità, condotti con l'obiettivo di rafforzare l'immagine del brand; perciò, una più cauta e precisa valutazione e progettazione del processo e di tutte le sue appendici si è resa necessaria.

- A livello di porzioni di Supply Chain coinvolte, è evidente come il team logistico di ciascuna azienda si presenti come protagonista delle varie imprese; la componente che varia di caso in caso è legata alla percentuale di ownership della filiera logistica. Se esaminiamo il caso Luxottica infatti, la logistica interna si occupa di coordinare le operazioni di vendor, forwarder e corrieri intermedi; per Enel invece l'unità di controllo della piattaforma e il team di tracking si trovano a gestire il lavoro di molti più attori, dai singoli laboratori di sviluppo, ai forwarder, fino ai fornitori di magazzini intermedi e agli operatori sul campo. Il caso dei Baci Perugina si è sviluppato molto similmente a quello di Luxottica, di cui condivide le fasi di trasporto tramite vascello e la complessa gestione della burocrazia, mentre per Barilla il processo in oggetto, essendo totalmente condotto su suolo italiano, ha permesso un allineamento più veloce con un numero di attori complessivamente inferiori rispetto alle altre situazioni.
- La scelta della piattaforma e delle sue caratteristiche tecniche ha visto la maggior parte delle aziende (Enel, Nestlé e Barilla) concentrarsi su un registro di tipo Permissioned, in cui l'accesso è ristretto ad un numero prefissato di attori, la cui visibilità sui processi e il numero di operazioni che possono condurre dipende dal ruolo. Si tratta quindi di un sistema, seppure decentralizzato, potenzialmente asimmetrico, in cui i diversi attori avranno accessi differenti alle informazioni. Questo permette all'azienda centrale di mantenere un livello di segretezza e sicurezza elevato, ma contemporaneamente di ottenere visibilità su molte operazioni che prima risultavano opache o avvenivano in background, lontane dal suo controllo. Solamente la soluzione adottata da Luxottica sembra voler andare nella direzione opposta, avvalendosi di un registro di tipo pubblico, in cui quindi tutti i nodi potranno aver lo stesso livello di visibilità e reazioni

tramite l'uso delle loro chiavi private. Allora la scelta può essere considerata un indicatore del livello di rischiosità del progetto: per le Supply Chain di Baci Perugina e Barilla si tratta di implementazioni ad altro rischio, con ricadute (in termini di benefici esterni, come discussi nel capitolo precedente) significative e, soprattutto, strategiche. Fornitori e provider logistici per i prodotti considerati molto spesso forniscono i medesimi servizi anche ad aziende concorrenti, per cui, è naturale che informazioni come il prezzo delle singole materie prime o le performance dei processi si vogliano mantenere segrete. Per il caso di Enel la ricerca di protezione va ritrovata nella necessità dell'azienda di non perdere la visibilità sul processo fino alla fine ma allo stesso tempo di garantire una sicurezza nei confronti di scorrettezze e azioni illegali nei suoi confronti che potrebbero violarne la privacy. Da ultimo, il progetto di Luxottica è probabilmente il meno "attento" da questo punto di vista, dal momento che il livello di rischiosità se le informazioni venissero visionate anche da attori non direttamente a conoscenza delle stesse è minore, mentre i fattori a favore della struttura scelta (economica e sufficientemente testata) erano maggiori.

- Venendo dunque ai benefici monitorati, la riduzione della documentazione associata alle varie fasi dei processi è stata percepita in tutti i quattro casi come notevolmente migliorata. Documenti come il Bill of Landing o certificati di carico/scarico vengono generati automaticamente tramite Smart Contract in forma di token digitali e riconosciuti come validi e autorevoli. Anche la tracciabilità, fine ultimo di questa implementazione, è stata percepita in maniera soddisfacente in tutti i casi. Per quanto riguarda la riduzione dei costi degli intermediari invece, in maniera uniforme è stato percepito come vantaggio non decisivo: per Enel e Barilla infatti la riprogettazione dei processi e l'utilizzo dei nuovi tool ha portato a un cambiamento nelle routine dei vari attori che però non si è tradotto in una riduzione nel numero o nel tempo dedicato alle varie attività. Negli altri due casi invece il processo in sé era costituito da una serie di step in cui diverse fasi di redazione di documenti o verifiche manuali erano

necessarie e con l'introduzione della blockchain è stata percepita una significativa diminuzione del tempo dedicato ad esse, grazie all'automatizzazione. Più complessa è la discussione in merito all'aumento della fiducia e della trasparenza tra le parti che va considerata assieme alla riduzione delle controversie. Infatti, se da un lato tutte le aziende (ad eccezione di Luxottica) sembrano condividere un miglioramento dal punto di vista della fiducia e dei rapporti tra le parti, i loro casi di implementazione suggeriscono un ampio impiego di queste tecnologie al fine di risolvere le controversie con i partner e quindi agire come strumenti super partes di certificazione. Allora, se come monitorato è possibile ridurre in alcuni casi anche più del 50% (si veda il caso Barilla) il tempo di risoluzione di eventuali blocchi o contenziosi, è altresì vero che le performance dei partner sembrano ancor più sotto analisi istante per istante, obbligando loro stessi a condividere un gran numero di informazioni chiave relative alle loro attività, e di conseguenza la situazione che si crea può risultare in un'asimmetria informativa e di potere da parte loro, minacciando il rapporto di fiducia creato. Di conseguenza, questa fase molto delicata va accuratamente pianificata, per risultare in un miglioramento della relazione. Da ultimo, il valore percepito per il cliente finale, come già discusso, è stato rilevato solo in due casi su quattro.

- Per quanto riguarda le barriere, per tutti e quattro i fattori identificati il responso dei progetti è molto simile, mostrando una sorta di comportamento uniforme. Dunque, la condivisione di dati sensibili con i partner, così come gli investimenti iniziali sembrano essere le esigenze più complesse da realizzare, mentre i tempi di sviluppo non sono stati percepiti in maniera negativa. L'incertezza della tecnologia è riscontrata come una barriera molto importante data la necessità di attirare l'attenzione degli stakeholder ma di limitare la quota di rischiosità del progetto.
- Da ultima, tra le voci di costo, spicca la riprogettazione della struttura dei processi esistenti. Se infatti, come evidenziato da Barilla, il processo as is

prevede un utilizzo molto limitato di tool di Artificial Intelligence e dispositivi IoT, il cambiamento apportato sarà molto maggiore e impatterà la Supply Chain sia a livello strategico che a livello più micro-operativo, investendo le routine di tutti gli attori. Si tratta quindi in generale di una caratteristica che dipende molto dalle condizioni di partenza e quindi può variare a seconda dei casi. Per quanto riguarda la licenza per le piattaforme e i tool, in generale il costo dipende dal provider e dalla tipologia di soluzione e quindi, soprattutto per i casi di Barilla e Baci Perugina, che hanno visto l'utilizzo dei tool forniti da Microsoft e IBM, il costo è stato significativo. Per quanto riguarda i rapporti con gli attori, si rimanda ai punti precedenti, la complessità e quindi i costi dipendono dal livello di allineamento che si riesce a ottenere in fase di ridefinizione dei rapporti con i partner.

Sebbene il numero di casi analizzati sia limitato, è possibile formulare alcune considerazioni che possono anche assumere carattere generale con le opportune distinzioni a seconda dei contesti.

Ciò che si è potuto osservare tramite questi quattro progetti è che sostanzialmente la blockchain ad ora è stata impiegata in Italia come strumento a supporto di iniziative di ridefinizione dei processi esistenti. Vale a dire che l'obiettivo primario delle quattro aziende citate sopra è quello di ristrutturare la catena di step e attori, almeno per una parte della Supply Chain se non per l'intera struttura, e, solo una volta ottenuto un miglior flusso, si introduce un elemento ulteriore, la tecnologia blockchain appunto, per aggiungere una nuova proprietà a questo processo, la scrittura immutabile di tutte le transazioni sul registro pubblico.

Infatti, in tutti e quattro i casi, il bisogno che ha guidato alla ridefinizione dei processi e delle procedure esistenti era quello di risoluzione delle controversie tra gli attori. Se per Luxottica si manifesta come necessità di mantenere sotto controllo anche le operazioni che avvenivano in background tra forwarder e corrieri, per Enel si concretizza nel portare alla luce le porzioni più opache del network anche per ridurre la vena illegale che si avvantaggia della presenza di questi punti "ciechi". Per Nestlé e Barilla invece si tratta di vigilare sul rispetto

delle condizioni di trattamento e trasporto pattuite con i partner; indicatori come le temperature di stoccaggio o l'orario di falciatura del basilico sono variabili chiave per l'ottenimento di un prodotto finito che rispetti i valori comunicati alla clientela.

Quindi la blockchain emerge come tecnologia scelta per rispondere all'obiettivo di notarizzazione e certificazione di ogni handover subito dal prodotto. Il medesimo scopo si poteva anche raggiungere tramite l'implementazione di un'altra tecnologia, anche meno all'avanguardia, scelta all'interno del ricco panorama di piattaforme e software legacy. Tuttavia, una volta deciso di puntare su questa, a livello di progettazione del cambiamento, la scelta avrebbe dovuto conseguentemente impattare anche sulla ridefinizione dei processi operativi. Con ciò si intende dire che se anche viene posto l'accento prima sulla riprogettazione e poi sul miglioramento tecnologico, la scelta di adozione della blockchain avrebbe dovuto a sua volta influire sul modo in cui i vari nodi si intrecciano all'interno della catena, obbligando quindi il management a ripensare alla struttura sulla base di questa scelta. Tuttavia, da quanto emerge nei casi illustrati e come testimoniato da due aziende su quattro (Luxottica ed Enel), sembra che l'adozione della blockchain abbia prodotto un impatto solamente a livello di adeguamento degli strumenti fisici e dalle piattaforme di interconnessione utilizzate dagli attori e abbia promosso scarse modifiche dei flussi. Questo può essere motivato da un lato dal fatto che le Supply Chain investite dal cambiamento erano già state efficientate a livello di flusso in precedenza e dall'altro dall'adozione della blockchain che è avvenuta come aspetto secondario e ha assecondato i processi esistenti, anziché cambiarli. All'operatore quindi spetterà solamente quella parte di formazione legata all'utilizzo e manutenzione del nuovo strumento; sarà invece cura del team di analisti e degli specialisti IT la progettazione di tutta la struttura di background che dovrà essere disegnata ad hoc per supportare i processi della Supply Chain. Ecco perché questo secondo compito, come delineano bene i casi di Barilla e Baci Perugina, viene affidato a provider 'di qualità', a chi insomma sta investendo notevolmente su questo lato e ha sviluppato soluzioni già testate e provate da diverse realtà. Motivo che, accanto a quello di saper gestire Supply Chain molto complesse e articolate, ha permesso alle piattaforme di leader del

settore come IBM e Microsoft di essere ad oggi le più richieste, nonostante l'ampia rete di startup che si sta accrescendo sempre di più attorno al tema.

Sembra dunque che gli obiettivi di efficienza e visibilità sull'intero processo, ossia obiettivi di beneficio interno così come definiti nel precedente capitolo, abbiano guidato alla scelta della tecnologia blockchain e solo secondariamente per alcune aziende si sono tradotti in obiettivi di carattere esterno, portando valore anche per il cliente finale e quindi irrobustendo il brand. Si tratta però, di una conseguenza possibile solamente per quei casi in cui il consumatore può effettivamente trarre vantaggio dall'acquisizione di queste informazioni, quindi principalmente per il settore dei beni di consumo come cibo e prodotti moda per esempio.

Tuttavia, il caso Enel dimostra come in uno scenario futuro si possa estremizzare l'uso della blockchain per tenere traccia anche di tutti i passaggi che un bene subisce dopo la fine della sua vita utile e l'eventuale processo di riciclo almeno di alcune delle sue parti, per dare vita ad altri prodotti il cui consumatore finale potrà beneficiare dal sapere che appartengono ad un percorso di economia circolare.

Analizziamo da ultimo uno degli aspetti, così come emerso da questa analisi, più delicati dell'adozione di queste tecnologie, ossia la componente umana.

Da quanto illustrato in precedenza si possono concretizzare due concetti:

- La necessità delle Supply Chain di tenere sotto controllo le attività collaterali gestite dai loro intermediari e incentivarli al rispetto degli standard definiti in fase contrattuale utilizzando la blockchain come strumento a supporto della risoluzione di controversie;
- La costruzione di un rapporto di fiducia con i partner affinché essi vedano l'adozione della blockchain come una struttura a supporto delle loro attività e del flusso del processo in ottica win-win.

Da quanto sottolineato nei quattro progetti del capitolo sembra che queste due considerazioni possano anche trovarsi in contrasto. In altre parole, le quattro aziende hanno cercato di implementare la tecnologia come strumento di tutela nei confronti di eventuali dispute e blocchi del flusso; ciò vale a dire che in questo modo le informazioni scritte sulla blockchain possono essere considerate come vere ed agire quasi come giudici super partes nell'attribuzione delle

responsabilità. Tutto questo può però portare i partner a percepire un atteggiamento di ostilità da parte dell'azienda che sembra volere ancora di più mettere sotto la lente d'ingrandimento ogni dettaglio delle loro attività per punire ogni mancanza. Questo potrebbe minare la costruzione di una relazione di fiducia e trasparenza, in quanto può esser percepita una condizione di asimmetria di potere, in contrasto con l'essenza stessa della tecnologia blockchain, la decentralizzazione.

Per questi motivi la fase di allineamento con i partner chiave del network è una delle più importanti e la scelta della tecnologia blockchain può portare anche alla ridefinizione di questi rapporti al limite cambiandone gli interlocutori. Conseguenza naturale di questo percorso è la autoesclusione di tutti coloro che non sono in grado di controllare il rispetto delle variabili richieste da contratto o che gestiscono in maniera "opaca" parte delle transazioni con gli altri intermediari. Al contrario, questo processo costringerà le aziende a garantirsi rapporti di esclusività con partner in grado di saper padroneggiare il processo e le strumentazioni all'avanguardia e che, dal condividere e rispettare i valori della Supply Chain, otterranno in cambio rapporti di lungo termine e di coprogettazione. La Supply Chain di Endesa (Enel) infatti, come testimoniato dal team di sviluppo, ha tratto significativi benefici dal coinvolgimento di tutti gli attori della Supply Chain nella riprogettazione dei processi e nella ridefinizione degli standard che sono stati concordati tramite un allineamento con tutti le parti coinvolte.

In conclusione, dall'analisi di questi casi si possono dedurre le seguenti considerazioni:

- La blockchain in Italia viene considerata un valido strumento a sostituzione dei più tradizionali sistemi di comunicazione e integrazione lungo la Supply Chain, o delle moderne strategie di allineamento (Casino, Dasaklisy, Patsakisz, 2019]
- Tuttavia, se paragonata a questi strumenti meno all'avanguardia, sembra emergere che il maggiore beneficio che essa può apportare riguarda la digitalizzazione indelebile di tutti i passaggi subiti da un prodotto, di

- conseguenza il suo utilizzo è più adeguato se l'obiettivo ricade proprio in questo;
- La gestione della filiera logistica è quindi l'area in cui si possono percepire i benefici maggiori; l'impatto sulle altre macroaree è ancora molto discutibile e al momento attuale i costi ne supererebbero i vantaggi; (DHL&Accenture, 2018)
 - Non esiste una formula unica valida per una specifica combinazione di area/progetto/obiettivo, ma in generale nessun caso di fallimento della tecnologia vero e proprio è stato rilevato;
 - Tempi e costi di sviluppo sembrano supportare maggiormente il secondo punto, ossia il suo uso limitato a questo ben preciso scopo;
 - A livello di Supply Chain la riduzione delle attività e dei costi degli intermediari è percepita in maniera piuttosto debole, infatti laddove le attività di documentazione manuale (quindi soprattutto nei casi di filiera logistica internazionale) è ancora largamente utilizzata l'impatto sarà notevolmente positivo. In altri casi invece l'impatto di riduzione è significativo quasi esclusivamente per coloro che si avvalgono dei dati del registro per ottenere in maniera automatica KPI di analisi e monitoraggio.

Per quanto emerso in questa ricerca, la blockchain dovrebbe essere considerata a supporto della gestione dei processi logistici, con ricadute anche sulla valutazione delle performance dei fornitori. Ancor più in Italia, dove in settori quali quello dell'agrifood o della moda, la certificazione e la trasparenza in ogni passaggio aggiungono notevole valore sia all'efficienza del processo che al cliente finale.

Per questi motivi il suo uso se applicato nei casi indicati sarà vantaggioso per tutta la Supply Chain anche se come sembrano delineare i casi studio presentati, l'affidabilità rimane il punto debole di questa tecnologia, l'aspetto che fa fare qualche passo indietro di fronte al suo potenziale, ed è dunque anche il punto su cui si deve insistere con la ricerca.

È opinione condivisa che la tecnologia blockchain possa portare a un cambiamento radicale nella gestione della Supply Chain e di tutto il business [IDC, 2018]; tuttavia, dall'osservazione delle (seppur ridotte) casistiche, almeno

per quanto riguarda l'Italia, non si può dire che il cambiamento prodotto attualmente vada in questa direzione. Infatti, le aziende hanno adottato la tecnologia come strumento che permetta loro di aggiungere un ben preciso effetto di notarizzazione a processi già esistenti e mantenuti tali, dal momento che la porzione di modifiche ha intaccato quasi esclusivamente il modo in cui erano eseguite le varie fasi e non nella loro ridefinizione.

Il motivo si può ritrovare nella scarsa maturità tecnologica della blockchain, aspetto che non contribuisce a dare garanzie di sicurezza e affidabilità ai potenziali utilizzatori, che quindi si avviano cautamente al suo impiego, investendo solo, almeno inizialmente, una minima parte dei processi (Forbes, 2018).

Dovremmo quindi aspettare ancora per capire se effettivamente la tecnologia potrebbe ridisegnare il modo di gestire i business.

Una strategia per velocizzarne l'adozione e raggiungere queste conclusioni potrebbe essere la costruzione di consorzi tra aziende operanti anche in settori diversi in cui, provider tecnologici da un lato e partner che hanno già implementato progetti di successo dall'altro, si propongono come una sorta di consulenti per chi si sta avvicinando alla tecnologia, velocizzandone così le fasi iniziali di ricerca e studio per poter ampliare rapidamente la base d'utenza.

Conclusioni e limiti di validità

Questa tesi è nata in primo luogo con l'obiettivo di fare chiarezza in merito al concetto e alle applicazioni della tecnologia blockchain all'interno delle Supply Chain. In secondo luogo, si è voluto analizzare i progetti sviluppati sin ora da aziende italiane per trarre qualche spunto interessante di analisi riguardo ai futuri orizzonti di sviluppo.

Come evidenziato più volte, il numero di progetti avviati è molto esiguo, e ancora di più lo è se si considerano solamente quei casi in cui, all'interno della Supply Chain, l'adozione della tecnologia ha raggiunto livelli di analisi e progettazione sufficienti da poterla descrivere in termini di benefici e costi rilevati o stimati. Si noti infatti che alcuni dei progetti menzionati (due su quattro) riguardano uno studio meramente teorico o comunque sperimentale ma limitato solo su parte del network. Nonostante questo, si è potuto rilevare per i casi considerati un vivo interesse nella condivisione e nel confronto dei risultati raggiunti, a testimonianza di un clima generale di entusiasmo e di cooperazione.

Potrebbe quindi essere un buon punto di partenza per la costruzione di progetti trasversali alle Supply Chain, per coinvolgere in maniera più rapida chi tra consulenti ed early adopters si sta avvicinando alla blockchain.

Infine, sono stati delineati i punti di debolezza principali della tecnologia e del cambiamento che essa sta generando di conseguenza. Primo fra tutti, l'incertezza tecnologica che riguarda molti aspetti, come la sicurezza, l'inviolabilità e la scalabilità. Tuttavia, all'aumentare del numero di realtà interessate ad una potenziale applicazione, i provider delle piattaforme stanno affinando sempre di più la tipologia di soluzioni proposte, e sono oggi in grado di elaborare progetti anche per Supply Chain complesse e con molti nodi, come dimostrato nell'ultimo capitolo. In secondo luogo, la gestione delle interazioni lungo la Supply Chain e il coinvolgimento degli attori possono rappresentare barriere molto forti, soprattutto se non tutti percepiscono gli aspetti win-win del sistema.

Un altro limite di questa ricerca riguarda l'aspetto di analisi dei processi indotto dalla tecnologia. Infatti, come si è più volte illustrato nei capitoli, la scelta della blockchain come strumento di supporto al management ha portato, per i casi in cui

si è potuto analizzare, in minima parte ad una ridefinizione dei processi interessati, producendo invece cambiamenti sostanziali nell'approccio utilizzato per la notarizzazione delle transazioni, che diventa quindi in larga parte automatico. Si trattava però di processi già affinati dal punto di vista della fluidità tra le fasi e dell'interazione tra gli attori, in cui la blockchain è stata proposta con l'obiettivo specifico di migliorare e snellire tutte quelle procedure eccessivamente burocratiche e time consuming che apportano scarso valore al prodotto e al processo.

Poiché lo studio si è limitato a questi casi, non è ben chiaro se la tecnologia in sé possa introdurre un cambiamento sostanziale nel modo in cui i processi sono impostati ed organizzati. Nei limiti di questo perimetro di ricerca sembra non trattarsi, almeno per ora, di un nuovo approccio disruptive in tal senso. Ciò che invece è confermato dai risultati è l'indubitabile vantaggio prodotto nell'efficientamento delle attività, soprattutto a livello di rapidità nella risoluzione dei blocchi e delle controversie.

Per gli obiettivi con cui viene attualmente utilizzata, la tecnologia si può dunque considerare alla stregua di una strategia di allineamento tra attori lungo la Supply Chain, la più tecnologicamente all'avanguardia. Fondamentale ruolo in tale senso è occupato dall'Internet of Things, grazie a cui le informazioni lette dagli strumenti di rilevazione possono essere condivise tramite un unico network.

In conclusione, la rischiosità della tecnologia non permette oggi alle aziende un livello di confidenza tale da potersi affidare completamente ad essa e perciò viene utilizzata più come strumento di supporto a livello operativo che strategico. Se però questo aspetto verrà in futuro risolto, in uno scenario probabilistico il modo di gestire i singoli business potrà essere fortemente impattato da una logica di decentralizzazione e l'iniziale propensione verso un registro di tipo Permissioned potrebbe essere solo una fase di transizione verso una logica public in cui l'accesso alle informazioni da parte di uno qualsiasi dei nodi può attivare transazioni e certificare passaggi di mano senza la necessità di un'azione manuale.

Riferimenti bibliografici

accenture.com (2019). “Tracing The Supply-Chain. How blockchain can enable traceability in the food industry” [online] Consultato all’indirizzo <https://www.accenture.com/us-en/insights/blockchain/food-traceability> [in data marzo 2019].

Alharby M., van Moorsel A., (2017). “A Systematic Mapping Study on Current Research Topics in Smart Contracts”. School of Computing Science, Newcastle University, Newcastle, UK, College of Computer Science and Engineering, Taibah University, Medina, KSA.

Buterin, V. (2014). “A next-generation smart contract and decentralized application platform.” White paper.

Caneve R. (2018). “Applications of Blockchain Technology in International Logistics - a Case Study”. Tesi magistrale. Università degli Studi di Padova

capgemini.com (2018). “Does blockchain hold the key to a new age of supply chain transparency and trust?” [online] Consultato all’indirizzo: <https://www.capgemini.com/it-it/wp-content/uploads/sites/13/2018/10/Digital-Blockchain-in-Supply-Chain-Report-10.pdf> [in data maggio 2019].

Casino F., Dasaklisy T., Patsakis C, (2019). “Enhanced Vendor-managed Inventory through Blockchain”. The 4th South-East Europe Design Automation, Computer Engineering, Computer Networks and Social Media Conference (SEEDA-CECNSM 2019), Atene.

Cerasis.com (2018). “Blockchain and Reverse Logistics: Recapturing Costs and More” [online] Consultato all’indirizzo: <https://cerasis.com/blockchain-and-reverse-logistics/> [in data luglio 2019].

Christopher M (1998) “Logistics and Supply Chain Management: Strategies for Reducing Cost and Improving Service”. Financial Times: Pitman Publishing. London.

Danese P. Romano P (2006). “Supply Chain Management-la gestione dei processi di fornitura e distribuzione”. McGraw-Hill.

deloitte.com (2018). “Deloitte’s 2018 global blockchain survey” [online] Consultato all’indirizzo:
<https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/cz/Documents/financial-services/cz-2018-deloitte-global-blockchain-survey.pdf> [in data giugno 2019].

DHL Trend Research (2018). “Blockchain in Logistics. Perspectives on the upcoming impact of blockchain technology and use cases for the logistics industry” [online] Consultato all’indirizzo:
<https://www.logistics.dhl/content/dam/dhl/global/core/documents/pdf/glo-core-blockchain-trend-report.pdf> [in data settembre 2019].

eurelectric.org (2018). “Blockchain in Electricity: a Critical Review of Progress to Date” [online] Consultato all’indirizzo
https://cdn.eurelectric.org/media/3115/paper1_blockchain_eurelectric-h-CB8D6920.pdf [in data maggio 2019].

ey.com (2017). “Blockchain. How this technology could impact the CFO” [online] Consultato all’indirizzo:
[https://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/EY-blockchain-how-this-technology-could-impact-the-cfo/\\$FILE/EY-blockchain-how-this-technology-could-impact-the-cfo.pdf](https://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/EY-blockchain-how-this-technology-could-impact-the-cfo/$FILE/EY-blockchain-how-this-technology-could-impact-the-cfo.pdf) [in data giugno 2019].

gartner.com (2019). “The 4 Phases of the Gartner Blockchain Spectrum” [online] Consultato all’indirizzo
<https://www.gartner.com/smarterwithgartner/the-4-phases-of-the-gartner-blockchain-spectrum/> [in data ottobre 2019].

goldmansachs.com (2019). “Blockchain: The New Technology of Trust” [online] Consultato all’indirizzo:

<https://www.goldmansachs.com/insights/pages/blockchain/> [in data giugno 2019].

Grigg I. (2000) “The Ricardian Contract”, originariamente in, "Financial Cryptography in 7 Layers," 4th Conference on Financial Cryptography, Anguilla, 2000, Springer-Verlag LNCS 1962.

Hayes R., Wheelwright S. (1984). “Restoring our Competitive Edge: Competing, through manufacturing”. New York, NY: John Wiley & Sons.

ibm.com. (2019). “Cos'è la blockchain?” [online] Consultato all’indirizzo: <https://www.ibm.com/it-it/blockchain/what-is-blockchain> [in data settembre 2019].

Inmarsat.com (2018) “Mining businesses identify IoT as essential to gaining a competitive edge” [online] Consultato all’indirizzo

<https://www.inmarsat.com/press-release/mining-businesses-identify-iot-as-essential-to-gaining-a-competitive-edge-finds-inmarsat/> [in data luglio 2018].

Johnsen T., Howard M., Miemczyk R. (2014) “Purchasing and Supply Chain management. A sustainability perspective”. Abingdon, Oxon/New York, NY.

juniperresearch.com [2019]. “Blockchain for Land Registry & Asset Tracking: Opportunities, Challenges & Forecasts 2019-2030” [online] Consultato all’indirizzo:

<https://www.juniperresearch.com/researchstore/content-commerce/blockchain-for-land-registry/subscription/opportunities-challenges-forecasts> [in data maggio 2019].

Lee S (2018) “Blockchain Smart Contracts: More Trouble Than They Are Worth?” Forbes.

logistics.dhl (2018). “Perspectives on the upcoming impact of blockchain technology and use cases for the logistics industry”. [online] Consultato all’indirizzo:

<https://www.logistics.dhl/content/dam/dhl/global/core/documents/pdf/glo-core-blockchain-trend-report.pdf>, [in data luglio 2019]

marketsandmarkets.com (2018). “Blockchain in Energy Market” [online] Consultato all’indirizzo

<https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/blockchain-energy-market-186846353.html> [in data maggio 2019].

Nakamoto, S. (2008). "Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System".

osservatori.net (2018). “Blockchain & Distributed Ledger: verso l’Internet of Value” [online] Consultato all’indirizzo:

https://www.osservatori.net/it_it/blockchain-distributed-ledger-internet-of-value [in data giugno 2019].

pwc.com (2018). “PwC Global Blockchain Survey 2018” [online] Consultato all’indirizzo:

<https://www.pwc.com/gx/en/issues/blockchain/blockchain-in-business.html> [in data giugno 2019].

Slack N, Brandon A., Johnston R., Betts A., Vinelli A., Romano P., Danese P. (2013). “Gestione delle operations e dei processi”. Pearson.

Surden H. (2012). “Computable Contracts”. Journal article. University of California Davis Law Review.

Szabo N. (1996) “Smart Contracts: Building Blocks for Digital Free Markets”.Extropy. White paper.

inno3.it (2019). “Blockchain e omnichannel le sfide del Cio”. [online] Consultato all’indirizzo: <https://inno3.it/2018/09/07/pontin-nestle-blockchain-e-omnichannel-le-sfide-del-cio/> [in data ottobre 2019].

Usman W. Chohan, (2017) “The Double Spending Problem and Cryptocurrencies”, Social Science Research Network. UNSW Business School; Critical Blockchain Research Initiative (CBRI); Centre for Aerospace & Security Studies (CASS).

Weforum.org (2018). Global Competitiveness Report [online]. Consultato all’indirizzo: <https://www.weforum.org/reports/the-global-competitiveness-report-2018> [in data luglio 2019].

Youness T., El Bouchti A., Bouayad H. (2018) “Supply Chain based on Blockchain: a sistematic mapping study”. International Workshop on Transportation and Supply Chain Engineering (IWTSCE’18).

Ringraziamenti

Vorrei ringraziare infine tutte le persone che mi hanno accompagnata in questi anni e nella scrittura di questa tesi.

I miei genitori per i loro insegnamenti e per avermi dato la possibilità di studiare, per aver fatto il tifo per me e per essere sempre presenti.

Mia sorella e mio fratello F&F, per aver messo un po' di pepe in tutte le nostre vacanze, nei pranzi e nelle cene di famiglia, per non aver mai smesso di sperare che un giorno anche io giocherò a carte.

Al mio ragazzo Enrico, il mio ringraziamento per essere sempre stato il mio più grande fan, per la sua pazienza infinita, per i lunghi discorsi con la sua segreteria telefonica, per la sua eterna calma, per i chilometri che ci dividono che nonostante tutto non sono mai stati troppi.

Le mie amiche tutte, soprattutto Stefania e Ilaria, mie anime gemelle, con cui ho condiviso momenti di disperazione e di gioia; grazie per gli audio infiniti, le cote sbagliate (o quasi) e le diete (quelle sì sbagliate).

Le mie (ormai ex) coinquiline, Giovanna e Miriam, perché anche se per breve tempo siamo state una piccola grande famiglia, avete rallegrato con la vostra spensieratezza l'appartamento di via Lonigo.

Il professor Roberto Panizzolo per la sua disponibilità, il costante supporto didattico e la passione che mi ha trasmesso.

Infine, grazie ai miei colleghi, con cui ormai ahimè condivido quasi tutte le ore del giorno, soprattutto Felice, Marco&Marco, Matteo, Giulia, Rebecca, Fede; Sofi, Robi&Robi, Ivan, Giuse, Silvia, Albi, perfino Tamburri, perché grazie a loro mi sono sempre sentita a casa e perché hanno saputo essere amici e mentori, perché con loro si impara qualcosa di nuovo, e soprattutto per rendere divertente anche il lavoro e la vita in quel di Firenze.