



Università
Ca' Foscari
Venezia

Corso di Laurea magistrale
in Economia e Gestione delle Aziende

Tesi di Laurea

**Blockchain Technology: uno strumento
a supporto del Supply Chain Management**

Relatore

Ch. Prof. Massimiliano Nuccio

Correlatore

Ch. Prof. Andrea Stocchetti

Laureando

Edoardo De Rossi
Matricola 847488

Anno Accademico

2019 / 2020

A Voi che mi avete dato la Vita,
e a Tutti Voi che fate parte della mia storia.

INDICE

Introduzione	3
Capitolo 1: Struttura e funzionamento della Blockchain	5
1.1 <i>Blockchain a Distributed Ledger Technology</i>	5
1.2 <i>Unpermissioned Ledgers e Permissioned Ledgers</i>	7
1.3 <i>Componenti</i>	9
1.4 <i>Caratteristiche</i>	10
1.5 <i>Logica di funzionamento</i>	13
1.5.1 <i>Creazione, invio, verifica della Transazione</i>	14
1.5.2 <i>Creazione, validazione, invio e verifica del Blocco</i>	15
1.6 <i>Crittografia</i>	16
1.6.1 <i>Crittografia asimmetrica e funzione di Hash nelle blockchain</i>	17
1.7 <i>Token e Smart Contract</i>	18
1.8 <i>Inquadramento legislativo</i>	24
Capitolo 2: Applicazioni nei settori economico-finanziari e industriali della tecnologia blockchain	27
2.1 <i>Applicazione settore Agroalimentare</i>	28
2.1.1 <i>Caso Studio - Foodchain Spa</i>	31
2.2 <i>Applicazione settore Automotive</i>	33
2.2.1 <i>Caso Studio – Lamborghini Sicura</i>	35
2.3 <i>Applicazione settore Energetico</i>	37
2.3.1 <i>Caso Studio – Brooklyn Microgrid</i>	41
2.4 <i>Applicazione settore Healthcare</i>	43
2.4.1 <i>Caso Studio – Chronicled</i>	45
2.5 <i>Applicazione settore Assicurativo</i>	46
2.5.1 <i>Caso Studio – Insurance Blockchain Sandbox</i>	49
2.6 <i>Applicazione Organizzazioni Pubbliche</i>	51
2.6.1 <i>Caso Studio – Nidi Gratis</i>	55
Capitolo 3: APPLICAZIONE E IMPLEMENTAZIONE DELLA BLOCKCHAIN PER GESTIRE IL SCM attraverso i sistemi ERP	57

<i>3.1 Supply Chain Management</i>	57
3.1.1 Attori	59
3.1.2 Posizionamento delle organizzazioni nelle reti	60
3.1.3 Grado di collaborazione	64
<i>3.2 SCM Process</i>	66
3.2.1 Pianificazione	68
3.2.2 Approvvigionamento	70
3.2.3 Trasformazione	74
3.2.4 Logistica e distribuzione	78
<i>3.3 Blockchain e ERP System</i>	81
<i>3.4 Smart contract nel SCM, Data Access e Data Entry</i>	85
<i>3.5 Sistemi ERP e blockchain per la gestione del Supply Chain Management e casi d'uso</i>	88
3.5.1 Blockchain per il processo di pianificazione	88
3.5.1.1 Caso Studio: Xceed	91
3.5.2 Blockchain per il processo di approvvigionamento	93
3.5.2.1 Caso Studio: Trust Your Supplier	96
3.5.3 Blockchain per il processo di trasformazione	98
3.5.3.1 Caso Studio: Bext360	100
3.5.4 Blockchain per il processo di logistica e distribuzione	102
3.5.4.1 Caso Studio: Walmart	105
<i>3.6 Barriere e limitazioni all'adozione della tecnologia blockchain nelle Supply Chain</i>	110
Conclusioni	115
Bibliografia	119

INTRODUZIONE

L'elaborato nasce dal desiderio di trovare uno strumento informatico, o nuova tecnologia, in grado di modificare trasversalmente diversi business, apportando dei miglioramenti che non implicino necessariamente una rivoluzione ma che riescano a fare ciò che le organizzazioni già fanno ma in modo più efficiente.

I moderni modelli di business sono caratterizzati da reti di organizzazioni che operano indipendentemente ma che hanno un numero molto elevato di relazioni quotidiane con altri soggetti quali partner, fornitori, clienti, società pubbliche, enti regolatori e certificatori. Le supply chain ne sono l'esempio più pragmatico. Queste sono composte da una moltitudine di partner, spesso lontani geograficamente, che collaborano per perseguire un obiettivo comune, servire un determinato mercato, ma che allo stesso tempo figurano e agiscono come entità separate. Più il numero di organizzazioni coinvolte nella produzione aumenta, più si accentua la difficoltà di coordinarle e più si insidiano fattori di complessità nella gestione delle singole transazioni interne tra partner quali assenza di fiducia, asimmetrie informative, bassa trasparenza e soprattutto modelli di gestione delle informazioni differenti che richiedono risorse aggiuntive per far sì che riescano a comunicare. Questa difficoltà di coordinazione tra i vari nodi delle supply chain si traduce in inefficienze, ritardi sulle consegne, errori di produzione e frodi che incidono negativamente sulla soddisfazione del cliente e sulla generazione di valore per tutta la catena di fornitura.

L'attenzione si è concentrata sulla blockchain, tecnologia appartenente alla categoria delle *Distributed Ledger Technology*, che si basa sul concetto di fiducia distribuita e controllo decentralizzato, un mondo di recente origine su cui ancora aleggia un velo di incertezza motivato in parte dalla scarsa conoscenza in materia. La blockchain permette di creare nel mondo digitale, campo in cui ormai hanno luogo gran parte delle transazioni economiche, un nuovo paradigma di fiducia che non necessita più di un'autorità centrale che funga da garante negli scambi. E' la blockchain stessa ad assicurare la fiducia nella controparte grazie a logiche sottostanti al suo funzionamento

quali la crittografia, il registro distribuito o il protocollo per il raggiungimento del consenso.

Nel corso dell'elaborato si cerca, tramite studi teorici ed esempi reali, di evidenziare il contributo che tale tecnologia può apportare ai diversi tipi di business e in particolare alla gestione della complessità intrinseca alle supply chain moderne. Ne verranno esposti le limitazioni, i benefici e dei casi d'uso utili a comprendere lo stato d'arte del reale interesse degli addetti ai lavori.

La ricerca è stata condotta analizzando la letteratura scientifica in merito e approfondendo le recenti realtà che hanno abbracciato tale innovazione a supporto del proprio business attraverso l'analisi di articoli, forum specializzati e siti web delle stesse.

La struttura del seguente elaborato è dunque composta da un primo capitolo che fornisce al lettore una conoscenza di base sulla blockchain indispensabile per poi comprendere i capitoli successivi, quindi definizione tecnico teorica, glossario dei componenti, logica di funzionamento e caratteristiche principali. Nel secondo capitolo si considerano le applicazioni blockchain nei diversi business, da quelle più riuscite e rodiate dei settori agroalimentare, energetico e *automotive* a quelle ancora in fase di sperimentazione. Per ciascun settore vengono in seguito esposte teoricamente le possibili applicazioni e per ognuno di essi si illustra un progetto significativo per la comprensione.

Infine con l'ultimo capitolo si entra nello specifico delle supply chain; dopo averne delineato i tratti principali e i processi che ne fanno parte, viene descritto come la blockchain può interagire con i sistemi informativi già utilizzati dai nodi delle catene di approvvigionamento. Ne segue la relazione tra blockchain e i sistemi ERP, in particolar modo si indaga il contributo della blockchain per ogni fase del Supply Chain Management facendo luce sui possibili benefici e sulle sfide che il settore deve ancora affrontare per rendere più competitiva la tecnologia. Dunque, a supporto delle considerazioni sull'applicazione nei diversi processi del Supply Chain Management, vengono citati degli esempi di implementazioni reali.

CAPITOLO 1: STRUTTURA E FUNZIONAMENTO DELLA BLOCKCHAIN

L'obiettivo di questo primo capitolo è definire le caratteristiche principali e il funzionamento della Blockchain, un'innovazione tecnologica che vanta applicazioni in diversi ambiti industriali grazie alla capacità di rendere accessibili, sicure, immutabili e trasparenti le informazioni scambiate durante le transazioni e che viene ritenuta rivoluzionaria da una molteplicità di addetti ai lavori, come le più accreditate società di consulenza tra cui Accenture, EY, BCG, Deloitte e IBM.

Per fare ciò si definiranno i *Ledger* prendendo in considerazione l'evoluzione negli anni, per poi passare ad identificare le due categorie di blockchain che stanno alla base delle applicazioni di business, le blockchain pubbliche e private. Dopodiché il capitolo proseguirà delineando i tratti che rendono tale questa tecnologia, partendo dai componenti, per poi passare alle caratteristiche fondamentali, alla logica di funzionamento delle transazioni e alla crittografia. In ultima analisi verranno presentati due elementi cardine di tutte le blockchain; *token* e soprattutto smart contract imprescindibili per ogni tipo di applicazione, infine per concludere verrà esposta la recente normativa in materia che regolarizza, nel panorama italiano, l'uso di questa tecnologia.

1.1 BLOCKCHAIN A DISTRIBUTED LEDGER TECHNOLOGY

La blockchain può essere definita come l'evoluzione ultima del *Centralized Ledger*, il libro mastro centralizzato, utilizzato dalle prime organizzazioni pubbliche e dalle banche per annotare e tenere traccia delle varie transazioni.

La logica di gestione sottostante a questo primo tipo di registro è il modello Uno-A-Molti, cioè un modello in cui un istituto centralizzato deteneva il potere, la proprietà, le regole di compilazione e di gestione della contabilità e dei dati. Il tutto veniva amministrato dall'istituto centralizzato garante della sicurezza della transazione, che si occupava della

modifica del libro mastro dopo ogni transazione, controllava e regolava l'accesso alle informazioni da parte degli utenti, e godeva della fiducia di tutte le parti coinvolte.

Per moltissimi anni, anche dopo la digitalizzazione, questo modello non è stato mai messo in discussione, i supporti informatici hanno snellito il processo di gestione degli archivi ma la logica di fondo della centralità basata sull'autorevolezza non è cambiata, solo i *Ledger* centrali, Banche e Pubblica Amministrazione, sono in grado di modificare e rendere pubblico e certificare il libro mastro¹.

Nella transizione verso il vero cambiamento, si colloca una variante del *Centralized Ledger*, il *Decentralized Ledger*, tecnologia che attraverso presidi periferici, i satelliti, direttamente controllati, utilizza la stessa logica organizzativa del modello precedente, la centralizzazione. In particolare l'autorità centrale utilizza lo schema Uno-A-Molti rispetto ai satelliti che a loro volta utilizzano lo stesso schema rispetto agli utenti, quindi gli utilizzatori ripongono la fiducia in enti sicuramente più vicini ma che comunque dipendono direttamente dalla figura centrale.

Il vero cambiamento si registra con il passaggio alla *Distributed Ledger Technology* (DLT) non che la tecnologia su cui si basa la Blockchain, un database realizzato con una logica completamente distribuita, in cui l'autorità centrale viene eliminata, ogni soggetto e quindi ogni nodo della rete *peer to peer* possiede l'archivio condiviso uguale per tutti. Il controllo che prima con i *Central Ledger* era nelle mani dell'autorità centrale, viene sostituito dal raggiungimento del consenso condiviso dai nodi della rete, attraverso l'applicazione di un insieme di regole che costituiscono la governance del sistema, nel caso della blockchain vengono utilizzati codici per impacchettare le informazioni in blocchi².

Le DLT sono accumulate dal fatto di avere un registro distribuito accessibile e modificabile da parte di più nodi della rete, mentre si differenziano per le modalità con

¹ M. Rauchs, A. Glidden, B. Gordon, G. Pieters, M. Recanatini, F. Rostand, K. Vagneur, B. Zhang, (2018), "Distributed Ledger Technology System, A Conceptual Framework, Cambridge Centre For Alternative Finance.

² A. Sunyaev, (2020), "Distributed Ledger Technology. In Internet Computing", Cham & Springer.

cui si raggiunge il Consenso necessario per approvare le azioni di scrittura e la struttura dello stesso registro che determina la differenza tra DTL di tipo Pubblico e di tipo Privato. Una volta ottenuto il consenso ogni nodo viene aggiornato istantaneamente in modo indelebile e immutabile, con le operazioni eseguite da ciascun partecipante, così facendo ogni utente sarà sempre in possesso del database aggiornato e in contatto, seppur indiretto con tutti gli altri utenti, si viene dunque a creare un nuovo rapporto tra persone e informazioni. Per questo motivo la Blockchain rende affidabili, consultabili e soprattutto immutabili per sempre le informazioni che in essa circolano poiché per attaccare o danneggiare anche solo una di esse si dovrebbero modificare contemporaneamente tutte le copie del Libro Mastro in ogni nodo della rete³.

1.2 UNPERMISSIONED LEDGERS E PERMISSIONED LEDGERS

Sulla base dei modelli di gestione del consenso, controllo, validazione e crittografia, le DTL si differenziano in due macro categorie, la prima di tipo Pubblico *Unpermissioned Ledgers*, la seconda di tipo Privato *Permissioned Ledgers*:

- *Unpermissioned Ledgers: “blockchain liberamente accessibili da chiunque. Non vi sono restrizioni circa la lettura delle transazioni, l’effettuazione delle stesse (con l’aspettativa che vengano inserite nella Blockchain) e la possibilità di partecipare al meccanismo di consenso. Si tratta del modello su cui è stata realizzata la Blockchain Bitcoin, finalizzato a disintermediare i meccanismi di fiducia, che come tale non pone requisiti specifici per la partecipazione al network ed anzi ne incentiva l’espansione tramite meccanismi che gratificano coloro che mettono a disposizione delle risorse. Le Blockchain pubbliche hanno tendenzialmente una vocazione globale”⁴. Sono le reti pubbliche, aperte e senza autorizzazioni, gli*

³ M.L. Perugini, (2018), “Distributed Ledger Technologies e Sistemi di Blockchain, Digital Currency, Smart Contract e Altre Applicazioni, Cendon Book.

⁴ M. Nicotra, S. Sarzana, F. Ippolito, (2018), “Diritto della blockchain, intelligenza artificiale e IoT”, Wolters Kluwer.

utenti possono partecipare al controllo e all'aggiornamento del libro mastro, previa approvazione da parte di tutti i nodi, senza però dover richiedere l'autorizzazione ad alcuna autorità speciale, quindi concepite per non essere controllate. Ogni partecipante possiede una copia aggiornata immutabile di tutte le operazioni approvate dagli altri utenti, e può contribuire all'aggiornamento del *Ledger*.

Questo tipo di blockchain impedisce qualsiasi forma di censura, non essendoci un'autorità centrale che detiene la proprietà e il controllo, una volta che l'operazione viene approvata da tutti i nodi essa viene automaticamente iscritta nel *Ledger*, per questo motivo trova perfetta applicazione come database per tutti i documenti che devono rimanere immutati nel tempo come contratti di proprietà e testamenti.

- *Permissioned Legers: "blockchain in cui le autorizzazioni di scrittura e di lettura vengono gestite da uno o più soggetti selezionati. Si tratta, quindi, di blockchain chiuse, non accessibili pubblicamente, in cui la partecipazione al network è permessa solo a determinati soggetti"*⁵. Sono reti private, controllate non dalla totalità degli utenti ma da un numero definito di soggetti, detti *Trusted*, che esercitano il controllo e l'autorizzazione su tutte le operazioni e infine trascrivono le operazioni sul libro mastro. La partecipazione alla rete avviene previa autorizzazione, gli attori sono conosciuti e fidati, ad esempio clienti e fornitori, e in base al grado di fiducia viene affidata la validazione delle transazioni, il numero di utenti solitamente è ristretto per questo motivo spesso le reti di questo tipo risultano più veloci e performanti.

Questo tipo di blockchain viene utilizzato per le reti che necessitano della supervisione e dell'intermediazione di una singola figura che ne detiene la proprietà, tipico delle banche, società di servizi e grandi imprese. Nelle reti private la governance è affidata alla figura del supervisore, essenziale per

⁵ M. Nicotra, S. Sarzana, F. Ippolito, (2018), "Diritto della blockchain, intelligenza artificiale e IoT", Wolters Kluwer.

stabilire le regole e le modalità d'accesso e gestione dei dati, e condivisa dagli utenti sin dalle prime fasi di progettazione e definizione delle logiche di funzionamento.

Dall'esigenza di un'architettura che si collochi tra le due appena descritte, cioè in cui sia possibile mantenere il controllo sulla registrazione delle transazioni da parte di nodi selezionati ma al contempo rendere pubblica la consultazione, sono nate le Blockchain ibride, tipiche delle Pubbliche Amministrazioni. *“Il meccanismo di consenso sulle transazioni è controllato da un insieme di nodi preselezionati. Questi nodi hanno un'influenza maggiore rispetto agli altri ed anzi, tramite varie soluzioni (solitamente di voto), determinano quali transazioni possono essere incluse nei blocchi”*⁶

1.3 COMPONENTI

Per comprendere il funzionamento della blockchain è necessario chiarire in prima battuta da cosa è composta, di seguito verranno chiariti alcuni concetti e termini tecnici che ci accompagneranno nell'analisi lungo tutto l'elaborato:

- Nodi: identificano i partecipanti alla catena, fisicamente sono i server di ciascun partecipante;
- Transazione: scambio di dati, *assets* tra due o più nodi della catena, ogni transazione per andare a buon fine deve seguire un iter preciso, deve essere verificata dai nodi partecipanti, validata quando si trova in un blocco validato, e infine confermata cioè distante dal ultimo blocco validato ameno 5 posizioni;
- Blocco: è un insieme di transazioni verificate e approvate, dispone di un *Hash* che registra tutte le informazioni relative al blocco e crea una catena con un altro *Hash* che contiene quelle del blocco precedente, è l'unità che unita ad altri blocchi compone la blockchain;

⁶ M. Nicotra, S. Sarzana, F. Ippolito, (2018), “Diritto della blockchain, intelligenza artificiale e IoT”, Wolters Kluwer.

- Miner: è un nodo che convalida i blocchi, tramite un processo definito *mining* valida e registra le transazioni;
- Ledger: è il registro distribuito in cui vengono iscritte le transazioni in modo trasparente, immutabile e sequenziale, ogni *ledger* è costituito da una catena di blocchi tenuta assieme da una funzione crittografica e dalla funzione di *Hash*;
- Hash: questa funzione matematica permette attraverso un algoritmo di convertire stringhe di testo o numeriche di lunghezza arbitraria, in un codice alfanumerico di lunghezza prefissata chiamata *Digset*, che identifica in modo univoco ciascun blocco;
- UTXO: acronimo di Unspent Transaction Outputs, sono frammenti indivisibili di *criptoasset* legati a uno specifico proprietario, registrati e riconosciuti come unità di valore da tutti i partecipanti alla rete;
- Smart Contract: sono "contratti scritti in un linguaggio eseguibile da una macchina in grado di essere operati nel rispetto delle proprie clausole senza intervento esterno"⁷, il tema degli smart contract verrà approfondito in seguito.

1.4 CARATTERISTICHE

La caratteristica principale che contraddistingue le blockchain è senza alcun dubbio la sicurezza della conservazione delle informazioni, determinata dalla presenza in tutti i nodi della rete dell'archivio completo e aggiornato istantaneamente sulle transazioni, caratteristica che risiede proprio nella sua architettura.

La sicurezza si raggiunge per mezzo del *Timestamping*, tecnica che certifica l'avvenuta archiviazione della transazione in uno specifico momento grazie alla marca temporale, una sequenza di caratteri specifici che segnala univocamente data e ora in cui la transazione è stata validata.

⁷ R. Garavaglia, (2018), "Tutto su Blockchain: capire la tecnologia e le nuove opportunità", Hoepli.

La sicurezza si ha quando confrontando il momento della modifica della archivio con la marca temporale registrata sullo specifico blocco della transazione interessata, non si registrano differenze cioè esse coincidono perfettamente, questo meccanismo permette alla blockchain di funzionare, fa sì che non si verifichino situazioni di Double Spending⁸ e fornisce un'identità univoca e sicura a qualsiasi transazione.

Alla sicurezza della conservazione delle informazioni si aggiungono altre caratteristiche fondamentali e distintive di questa tecnologia:

- **Affidabilità:** deriva dalla logica e della struttura di base propria della blockchain, le informazioni registrate sul libro mastro, sono contemporaneamente e istantaneamente registrate su tutti i registri distribuiti nei diversi nodi che compongono la rete. Così facendo se un nodo subisce un attacco mirato a danneggiare una copia del libro mastro l'integrità delle informazioni è comunque garantita grazie alla compresenza delle altre copie sui nodi restanti, ne deriva che tanto più una rete è estesa tanto più essa risulta affidabile;
- **Trasparenza:** ogni informazione o transazione una volta validata e approvata dalla rete, viene inserita nell'archivio distribuito su ogni nodo, e rimane consultabile da parte di tutti gli utenti in qualsiasi momento;
- **Convenienza:** qualsiasi nodo può eseguire transazioni o ricercare informazioni nel network, senza la necessità di passare tramite un intermediario o un supervisor esterno, con una significativa riduzione dei costi operativi;
- **Solidità:** i blocchi unità elementari dell'infrastruttura della blockchain hanno una doppia dicitura, la marca temporale e il codice di *Hash*, che li contraddistingue e che rende impossibile manomettere le informazioni contenute e gli conferiscono una forte solidità dal punto di vista informatico.
- **Irreversibilità:** tutte le informazioni sono vincolate al preciso istante in cui sono state registrate e alla struttura della catena, come risulta impossibile eliminare

⁸ “problema della doppia spesa (double spending) è una situazione in cui esiste più di una copia digitale di qualcosa che dovrebbe essere unico” fonte: G. Chiap, J. Ranalli, R. Bianchi, (2019), “Blockchain. Tecnologia e applicazioni per il business: Tutto ciò che serve per entrare nella nuova rivoluzione digitale”, Hoepli.

informazioni o transazioni e anche impossibile modificarle rendendo ogni informazione irrevocabile e definitiva;

- Digitalizzazione: grazie alla sua natura è possibile impiegarla in molti ambiti diversi come canale sicuro e immutabile per la trasmissione dei dati e delle informazioni⁹.

⁹ D. Tapscott, A. Tapscott, (2016), "Blockchain Revolution: How The Tecnology Behind Bitcoin is Changing Money, Business, and the World", Portfolio Penguin.

1.5 LOGICA DI FUNZIONAMENTO

Per analizzare il funzionamento della tecnologia blockchain, prenderemo in esame in questo paragrafo la Blockchain dei Bitcoin, quindi basata sulla *Distributed Ledger Technology* in cui ogni nodo partecipante alla rete, possiede una copia del *ledger* e non vi è la necessità di un comando centralizzato. In questo tipo di blockchain le transazioni servono per scambiare proprietà di *criptoasset* tra diversi partecipanti, una volta creata, la transazione viene firmata digitalmente con più firme al fine di dimostrare l'approvazione allo scambio di un certo importo, successivamente viene inviata alla rete e verificata dai nodi che la propagano a tutto il network, prima di essere validata da un nodo *miner* e inclusa in un blocco di transazioni registrato. A questo punto registrata e approvata da un sufficiente numero di blocchi susseguenti, la transazione viene incatenata alla Blockchain e registrata come valida da tutti i nodi¹⁰.

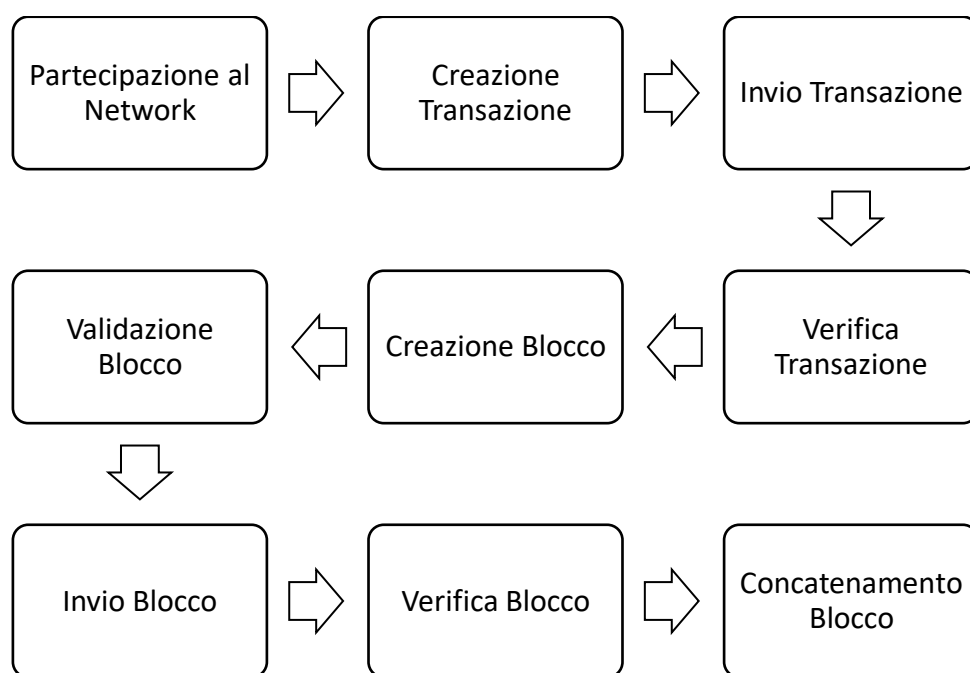


FIGURA 1: Ciclo di vita di una transazione sulla Blockchain, Fonte "Tutto su Blockchain: capire la tecnologia e le nuove opportunità", Hoepli.

¹⁰ R. Garavaglia, (2018), "Tutto su Blockchain: capire la tecnologia e le nuove opportunità", Hoepli.

1.5.1 CREAZIONE, INVIO, VERIFICA DELLA TRANSAZIONE

Effettuare una transazione tra due nodi della Blockchain significa scambiare *criptoasset*, o in altri tipi di blockchain un qualsiasi bene rappresentato digitalmente, che a seguito della transazione, passeranno da un utente chiamato *Sender* a uno chiamato *Receiver*¹¹. Ogni transazione tramite blockchain è composta da: *Sender*, *Receiver*, un codice cifrato e il processo di trasferimento vero e proprio. Per far sì che lo scambio inizi, è necessaria la presenza di una serie di informazioni:

- Le informazioni specifiche dell'operazione che si vuole effettuare;
- La chiave pubblica del Ricever;
- Le chiavi crittografiche dei due nodi (Firma digitale e Chiave Pubblica).

Questo perché la blockchain utilizza un sistema di sicurezza a chiave asimmetrica, che si traduce nella presenza di due chiavi per ogni utente, una pubblica conosciuta da tutti i nodi e una privata nota solo al possessore/destinatario. La prima, quella pubblica serve per cifrare il messaggio, la seconda quella privata, serve per firmare digitalmente il messaggio e decodificarlo una volta arrivato.

Definite le chiavi, il *Sender* calcola il Digest tramite la funzione di *Hash*, e firma digitalmente la transazione, che viene propagata a tutti i nodi del network, a questo punto inizia la fase di verifica indipendente, che ogni singolo nodo effettua indipendentemente dal consenso degli altri nodi. Ad ogni nodo è consentito, indagando sulla storia della transazione guardando i passaggi precedenti, verificare se il *Sender* ha realmente la disponibilità dei *criptoasset* (o dei beni) che sta traferendo.

¹¹ G. Chiap, J. Ranalli, R. Bianchi, (2019), "Blockchain. Tecnologia e applicazioni per il business: Tutto ciò che serve per entrare nella nuova rivoluzione digitale", Hoepli.

1.5.2 CREAZIONE, VALIDAZIONE, INVIO E VERIFICA DEL BLOCCO

La transazione verificata può finalmente entrare a far parte di un blocco nuovo o che già include al suo interno delle transazioni verificate ma in attesa di essere confermate, il blocco risulta quindi non ancora validato, per essere aggiunto alla catena, deve essere validato e approvato da tutti i nodi della rete questo processo viene denominato *mining*.

Il *mining* è un processo che consiste nella risoluzione di un complesso problema matematico, definito anche come “puzzle crittografico”¹², che richiede un’elevata capacità elaborativa dal punto di vista hardware poiché si attua attraverso complessi algoritmi matematici, esso consiste nel verificare che tutte le informazioni o transazioni contenute nel blocco siano corrette.

I soggetti destinati a questa funzione sono i *Miner*, ad ognuno di essi è affidato il compito di:

- Preparare un nuovo blocco di transazioni controllandone la validità;
- Trovare il blocco più recente e inserire il suo *Hash* come riferimento nel nuovo blocco che sta creando per metterli in successione temporale e spaziale;
- Cercare di risolvere il problema matematico del nuovo blocco per primo, se l’esito è positivo il suo blocco viene aggiunto alla catena se negativo sarà il blocco calcolato da un altro *miner* ad essere aggiunto¹³.

Qualunque nodo validatore può potenzialmente, una volta ricevute le transazioni da verificare dal network, cimentarsi nella risoluzione del problema matematico e diventare quindi un *miner*. Un compito quello dei *miner*, oneroso e dispendioso sia in termini di tempo che di risorse, questo per limitare la velocità di inserimento dei nuovi blocchi lungo la catena e tenerla più facilmente sotto controllo. I nodi che riescono a risolvere il problema vengono remunerati secondo quanto stabilito dalla governance

¹² R. Garavaglia, (2018), “Tutto su Blockchain: capire la tecnologia e le nuove opportunità”, Hoepli.

¹³ R. Garavaglia, (2018), “Tutto su Blockchain: capire la tecnologia e le nuove opportunità”, Hoepli.

della blockchain attraverso *cryptocurrency*, solitamente corrispondente alla somma delle commissioni delle transazioni contenute nel blocco, questo per quanto riguarda le blockchain pubbliche, per quelle private invece questo ruolo è coperto da dei nodi scelti dall'autorità centrale.

Ritornando alle reti pubbliche, la risoluzione del problema matematico è una sfida contro il tempo aperta a tutti i nodi, ma solo il più veloce nella risoluzione sarà il *miner* che validerà quel blocco, una volta giunto alla conclusione del problema fornisce agli altri *miner* la prova del suo lavoro detta *Proof of Work* che se accettata gli permetterà di essere remunerato. Il blocco validato è aggiunto alla catena e parte la creazione del blocco successivo che ha come riferimento l'*hash* del blocco precedente¹⁴.

1.6 CRITTOGRAFIA

Tra le tecnologie fondamentali per il funzionamento della blockchain rientra sicuramente la crittografia, definita dal dizionario Treccani come *“Tecnica di rappresentazione di un messaggio in una forma tale che l'informazione in esso contenuta possa essere recepita solo dal destinatario; ciò si può ottenere con due diversi metodi: celando l'esistenza stessa del messaggio o sottoponendo il testo del messaggio a trasformazioni che lo rendano incomprensibile”*¹⁵.

Questa tecnica vede le sue prime applicazioni ai tempi dell'antica Roma e si è evoluta nel corso della storia per inviare comunicazioni diplomatiche e militari in modo sicuro e criptato con l'utilizzo di algoritmi sempre più complessi. La vera innovazione incrementale è avvenuta con l'invenzione dei calcolatori, grazie a cui è possibile risolvere

¹⁴ G. Chiap, J. Ranalli, R. Bianchi, (2019), “Blockchain. Tecnologia e applicazioni per il business: Tutto ciò che serve per entrare nella nuova rivoluzione digitale”, Hoepli.

¹⁵ Dizionario Treccani: “<http://www.treccani.it/enciclopedia/crittografia>”

algoritmi prima irrisolvibili, che garantiscono l'affidabilità e la protezione delle informazioni.

La bontà dell'algoritmo, intesa come la probabilità di risalire al contenuto originale del testo cifrato non è però basata sull'algoritmo stesso ma sulla chiave crittografica, che attribuisce al documento cifrato i caratteri di: confidenzialità delle informazioni, integrità dei dati, autenticazione dell'identità, controllo degli accessi, non ripudiabilità.

Esistono tre tipi di crittografia¹⁶:

- Simmetrica, con l'utilizzo di un'unica chiave privata condivisa, utilizzata sia per cifrare che per decifrare il messaggio;
- Asimmetrica, con l'utilizzo delle chiavi pubbliche, utilizzata nelle blockchain;
- Ibrida.

1.6.1 CRITTOGRAFIA ASIMMETRICA E FUNZIONE DI HASH NELLE BLOCKCHAIN

Come anticipato nel paragrafo precedente la crittografia utilizzata nelle blockchain è quella asimmetrica, che sfrutta la doppia chiave crittografica, pubblica e privata. In particolare il *sender* della transazione autentica e cifra il messaggio tramite la chiave pubblica del *receiver*, ossia un codice univoco visibile a tutti ma che comunque non fornisce alcuna informazione sull'identità dei soggetti coinvolti e sul contenuto o somma della transazione. A sua volta il *receiver* per decifrare il messaggio utilizza la sua chiave privata nota solo ed esclusivamente ad esso.

La funzione crittografica utilizzata nelle blockchain e nella Blockchain Bitcoin è la funzione di *Hash*, essa permette di convertire una qualsiasi stringa di testo di lunghezza arbitraria in un codice alfanumerico di lunghezza fissa (in base all'algoritmo utilizzato da 160bit a 512 bit) chiamato impronta digitale o *digset*, che diventa un attributo compatto

¹⁶ J.F. Kurose, K.W. Ross, (2017), "Reti di calcolatori e internet - Un approccio top down", Pearson.

e univoco del documento stesso. La funzione principale è quindi quella di oscurare i dati in input tramite un codice che renda impossibile risalire alla sequenza d'origine, tra le caratteristiche principali della funzione troviamo¹⁷:

- Irreversibilità: impossibile partire dalla funzione di *hash* e ricavare il messaggio originale;
- Determinismo: solo partendo dallo stesso input si può ricavare lo stesso output;
- Lunghezza fissa: indipendentemente dal tipo di funzione applicato gli output sono stringhe da 32 cifre esadecimali;
- Effetto valanga: anche a una piccolissima modifica dell'input segue un *hash* totalmente differente.

1.7 TOKEN E SMART CONTRACT

La Blockchain è stata qualificata come “Internet of Value”, quindi come una tecnologia che tramite internet permette la circolazione online di valore, qualsiasi forma esso assuma prima della “digitalizzazione”¹⁸.

Questo processo di trasposizione virtuale del valore attribuito a un qualsiasi bene o diritto, viene chiamato con il termine tecnico tokenizzazione, che deriva dal asset digitale in cui si trasforma il valore reale il cosiddetto *token*.

Il token è la rappresentazione di un insieme di informazioni digitali che conferiscono un diritto a un determinato soggetto all'interno di una blockchain, può rappresentare qualsiasi cosa noi crediamo e concordiamo rappresenti, dal brano musicale, al bene materiale fino al titolo di credito. Nello specifico si viene a creare quel legame tra bene

¹⁷ J.F. Kurose, K.W. Ross, (2017), “Reti di calcolatori e internet - Un approccio top down”, Pearson.

¹⁸ J.Garzik, “The Internet of Value-Exchange”, Deloitte.

fisico e asset nativo della blockchain scambiabile su piattaforme *Distributed Ledger*, che per caratteristiche garantiscono il rapporto di fiducia tra le parti coinvolte negli scambi senza la necessità che intervenga una terza parte intermediaria¹⁹.

Il *token* ha le stesse caratteristiche di scambiabilità e sicurezza proprie delle criptovalute, come potrebbero essere i Bitcoin, e quindi apparentemente i due concetti potrebbero coincidere, ma a differenza di quest'ultimi non è originato internamente dalla blockchain in cui vengono registrate le transazioni che lo riguardano, è semplicemente la trasposizione digitale di un bene reale qualunque esso sia.

Inoltre i *token* non hanno una propria blockchain d'appartenenza, da cui deriva la seconda differenza sostanziale con i Bitcoin; la modalità con cui vengono generati. La tokenizzazione è un processo molto semplice se paragonato alla creazione di nuove criptovalute, infatti per crearli basta definire anticipatamente tutte le caratteristiche fondamentali in uno Smart Contract come; numero di *token* in circolazione, le regole di accesso ai *token*, chi li può trasferire, chi li può detenere e poi si può creare. Per rendere universale questa operazione sono stati introdotti dei standard da seguire che indicano dei parametri obbligatori da indicare per ogni smart contract, i più utilizzati sono i protocolli ERC-721 e ERC-20.

Da questa prima differenza possiamo dedurre che esistano due macro famiglie principali di *token* che si differenziano per il tipo di applicazione su blockchain: fungibile e non-fungibile *token*. I primi legati all'idea delle criptovalute, prendono il nome dai beni fungibili cioè sostituibili con qualcosa di identico come ad esempio le banconote, essi sono comunemente rappresentati dalle monete digitali come ad esempio gli *stablecoin*, che pur essendo delle monete virtuali, sono legati all'andamento delle valute tradizionali. I secondi legati ad oggetti ed entità, sembrano simili uno all'altro ma hanno degli attributi, definiti dal precedente standard ERC-20, che li rende unici così da poter rappresentare digitalmente qualsiasi tipologia di asset fisico.

¹⁹ G. Chiap, J. Ranalli, R. Bianchi, (2019), "Blockchain. Tecnologia e applicazioni per il business: Tutto ciò che serve per entrare nella nuova rivoluzione digitale", Hoepli.

Passiamo ora ad analizzare lo strumento che oltre a regolarizzare i *token* e la rappresentazione digitale dei beni e diritti, si occupa di gestirne la loro circolazione all'interno delle blockchain, gli Smart Contract. Il termine è stato introdotto per la prima volta da Nick Szabo nei primi anni novanta e definito come *“un protocollo di transazione digitale che esegue i termini di un contratto”*²⁰, l'idea era di affidare ad un software automatizzato il compito di regolare le prestazioni tra le parti. Originariamente gli Smart Contract sono stati concepiti separatamente rispetto alla Blockchain, un esempio possono essere i distributori automatici, in cui grazie ad un programma digitale interno alla macchinetta, la prestazione viene erogata automaticamente al raggiungimento di determinate condizioni, quali il pagamento e la selezione del prodotto da parte del cliente.

La blockchain non rappresenta quindi una condizione necessaria sufficiente per l'utilizzo degli Smart Contract, ma un perfetto ecosistema all'interno del quale possono essere implementati grazie alla fiducia intrinseca al sistema stesso, d'ora in avanti quindi considereremo gli Smart Contract come strumento utilizzato parallelamente alla blockchain. In questo contesto lo Smart Contract è *“la trasposizione in codice informatico di un contratto, che permette di verificare in automatico l'avverarsi di determinate condizioni e di eseguire in modo automatico azioni nel momento in cui le condizioni determinate dalle parti siano raggiunte e appurate. Lo Smart Contract è basato su uno script²¹ che legge sia le clausole che sono state concordate sia le condizioni operative nelle quali devono verificarsi le condizioni stesse e si auto esegue nel momento in cui i dati riferiti alle situazioni reali corrispondono ai dati riferiti alle condizioni e alle clausole concordate”*²².

Fisicamente lo Smart Contract si presenta alla pari di un qualsiasi nodo, dotato di un indirizzo univoco, in cui un software che definisce lo Smart Contract stesso, gestisce

²⁰ N. Szabo, (1996), “Smart Contracts: Building Blocks for Digital Free Markets”, Extropy, White paper.

²¹ Script: lista di istruzioni allegata a ogni transazione che descrive come il successivo destinatario potrà gestire la transazione stessa.

²² R. Garavaglia, (2018), “Tutto su Blockchain: capire la tecnologia e le nuove opportunità”, Hoepli.

automaticamente un particolare patrimonio digitale seguendo le regole stabilite in fase di creazione. Approfondendo il tema della logica di funzionamento, lo Smart Contract può essere visto come un'applicazione IFTE che risponde all'acronimo "if-then-else", cioè se questa condizione x si verifica allora quella transazione y può manifestarsi. Le condizioni necessarie per l'avverarsi delle transazioni possono essere ricondotte sia a fatti interni alla blockchain, come scadenza temporale, data, registrazione di un determinato valore soglia da parte di un altro nodo, sia a fatti esterni. In questo secondo caso, è presente l'intermediazione di un altro programma chiamato oracolo, che informa lo Smart Contract riguardo i fatti esterni alla blockchain come: il raggiungimento di un determinato prezzo di mercato di un bene, di un titolo azionario, l'ordine tramite un'applicazione di delivery ad un ristorante, l'arrivo o la partenza di un treno.

Le fasi del ciclo di vita di una transazione su blockchain governata da uno Smart Contract possono essere schematizzate in questo modo, considerando l'esempio dell'acquisto di un libro ordinato via internet al verificarsi di determinate condizioni:

1. Definizione Smart Contract
 - Caratteristiche del libro
 - Livello di qualità accettabile del libro
 - Numero gironi per recesso
2. Eventi che avviano l'esecuzione dello Smart Contract
 - Spedizione libro
 - Consegna libro
 - Accettazione libro
 - Termine periodo di recesso
3. Esecuzione dello Smart Contract
 - Consegna libro al corriere
 - Consegna al destinatario
 - Approvazione destinatario
 - Scadenza termini per recesso
4. Regolamento transazioni
 - Transazioni in *criptoasset* sulla blockchain automaticamente regolate

- Transazioni fuori dalla rete con processi esterni

Accertata la soddisfazione della condizione X, lo Smart Contract esegue automaticamente la transazione Y, è proprio questa la caratteristica che rende funzionale questo tipo di applicazione, alla verifica delle condizioni segue immediatamente, senza un contatto o una negoziazione tra le parti coinvolte, l'esecuzione automatica e irreversibile, questa la seconda caratteristica, della prestazione programmata dallo Smart Contract. Caratteristiche che derivano direttamente dall'infrastruttura in cui sono inseriti questi tipi di contratti, la blockchain in cui la fiducia come abbiamo visto nei paragrafi precedenti, e di conseguenza questi due caratteri appena citati, sono intrinseci al sistema stesso. Inoltre la blockchain gioca allo stesso tempo il ruolo di vincolo tra le parti e garante delle transazioni, grazie al consenso del network, così da rendere inutile qualsiasi intervento da parti esterne volto a valutare le condizioni e prendere decisioni in merito.

Dalle caratteristiche di questo tipo di contratti derivano dei vantaggi e come sempre delle limitazioni, partendo dai lati positivi primo tra tutti è da registrare l'impossibilità che una delle parti risulti inadempiente e di conseguenza l'impossibilità di sfruttare questi strumenti per eseguire frodi online che si basano sul mancato adempimento del contratto una volta ricevuta la contropartita monetaria²³. Collegato all'impossibilità dell'inadempimento della prestazione è da registrare l'eliminazione delle possibili controversie tra le parti e i costi di esecuzione del contratto, infatti essendo automatico e irreversibile il contratto non può essere né ritrattato se una delle due parti non è pienamente soddisfatta della transazione né ha bisogno di essere monitorato. Non è possibile annullare o modificare le transazioni che sono certe dell'esecuzione e consultabili in qualsiasi momento da tutti gli utenti della blockchain che tiene traccia dell'avvenuto scambio, inoltre grazie al linguaggio matematico e consequenziale proprio degli Smart Contract, viene eliminato il fattore dell'interpretazione del contratto fonte molto spesso di ambiguità e campo di possibili ritorsioni. Per ultimo, ma non per importanza, la possibilità di concludere accordi in assenza di conoscenza e fiducia tra le

²³ D. Di Sabato, (2017), "Gli Smart Contract: robot che gestiscono il rischio contrattuale", *Contratto e Impresa 2*".

parti, grazie alla tecnologia blockchain che assicura a tutti gli utenti che fanno parte della rete il livello massimo di sicurezza.

Come nella stragrande maggioranza dei casi ai benefici precedentemente illustrati si contrappongono anche alcuni limiti, il primo aspetto riguarda il linguaggio informatico con cui vengono tradotti i contratti reali. I contratti originali devono essere espressi con clausole semplici per rendere possibile la traduzione in clausole nel linguaggio informatico, con la conseguente riduzione dell'ambito applicativo. Inoltre a tal riguardo è necessario in fase di elaborazione l'intervento di un programmatore come intermediario tra il uomo e macchina, con la conseguenza di spostare i costi di transazione dalla fase dell'esecuzione alla prima fase di definizione dell'accordo.

L'altro limite strutturale derivante dai punti di forza degli stessi Smart Contract, l'irrevocabilità e l'automaticità dei contratti, è la rigidità intesa come impossibilità di modificare le transazioni una volta eseguite. E' opportuno specificare che questa rigidità intrinseca è propria in particolare delle blockchain pubbliche, a differenza di quelle private o ibride in cui sono presenti dei "super nodi" che gestiscono e controllano l'intero sistema tra cui le transazioni. Nelle blockchain pubbliche invece, in assenza di questi nodi, il controllo o la modifica delle transazioni è pressoché impossibile da attuare, poiché come unica via bisognerebbe raggiungere il consenso del 51% dei nodi. In questo tipo di reti il problema della rigidità si manifesta in due livelli, il livello interno alla transazione quindi nel rapporto tra parti coinvolte e il livello superiore che coinvolge l'impossibilità da parte della rete e del potere pubblico di applicare nome imperative o decisioni giurisdizionali. Considerando il primo livello riguardante le singole parti coinvolte nel contratto, il problema riguarda i fatti che intervenendo dopo la conclusione del contratto e durante la sua attuazione modificano il contesto in cui esso si attua. L'unico modo per gestire queste controversie è anticiparle, prevedendo e formalizzando all'interno dello Smart Contract stesso possibili scenari futuri che potrebbero verificarsi e traducendoli in clausole con le relative specifiche azioni risolutive che possono comprendere la modifica del contratto o la cancellazione dello stesso, rendendo la fase di definizione dell'accordo di vitale importanza.

1.8 INQUADRAMENTO LEGISLATIVO

La recente proliferazione di applicazioni, progetti pilota, studi ed interesse mediatico attorno alla tecnologia blockchain ha fatto sì che diversi legislatori si interessassero ed intervenissero in questo ambito per cercare di fare chiarezza e inquadrare sotto il profilo giuridico e legislativo questa tecnologia. Analizzando i diversi interventi nazionali si può evincere una diffusa tendenza da parte dei legislatori a mantenere una linea piuttosto generica e flessibile a riguardo, non scendendo nello specifico dei diversi tipi di blockchain, pubbliche, ibride e private ma fermandosi alla più vasta categoria delle DTL, *Distributed Ledger Technology*²⁴.

Concentrando l'analisi sul panorama italiano, la regolamentazione, che fino al 2018 risultava incompleta e lasciava ampio spazio all'interpretazione dei singoli attori, ha registrato in data 11 febbraio 2019 un svolta decisiva con la conversione in Legge n.12, del Decreto legge n.135 "Decreto semplificazioni" del 14 dicembre 2018, in cui si definiscono le tecnologie basate sui registri distribuiti e gli smart contract. Più precisamente il decreto all'articolo 8-ter *"Tecnologie basate su registri distribuiti e smart contract"* al primo comma definisce l'ampia categoria delle DTL, nella quale rientra anche la blockchain, come *"le tecnologie e i protocolli informatici che usano un registro condiviso, distribuito, replicabile, accessibile simultaneamente, architetturealmente decentralizzato su basi crittografiche, tali da consentire la registrazione, la convalida, l'aggiornamento e l'archiviazione di dati sia in chiaro che ulteriormente protetti da crittografia verificabili da ciascun partecipante, non alterabili e non modificabili"*²⁵. Seppur all'avanguardia nel considerare le DTL, e quindi le blockchain, da un punto di vista più generale rispetto ai precedenti tentativi concentrati unicamente sul fenomeno delle criptovalute, la norma in questione lascia comunque

²⁴ Agendadigitale.eu

²⁵ (12.02.2019), "Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana", giuridanella.it .

spazio a dubbi interpretativi²⁶. Primo tra tutti i requisiti di non alterabilità e non modificabilità dei dati, requisito che non è garantito da alcuno dei protocolli disponibili, visto che anche le DTL pubbliche possono essere alterate con il consenso di più del 51% dei nodi della rete, anche se risulta un'ipotesi alquanto difficile soprattutto per reti con un numero molto elevato di nodi ma pur sempre possibile. Per questo motivo e per altri dubbi interpretativi della legge, la normativa italiana ha individuato nell'Agencia per l'Italia Digitale l'organo deputato a fare chiarezza in tal senso e identificare per esempio quali tra le diverse architetture tecnologiche rientrano nella normativa. Al terzo comma infatti la norma prosegue *“La memorizzazione di un documento informatico attraverso l'uso di tecnologie basate su registri distribuiti produce gli effetti giuridici della validazione temporale elettronica di cui all'articolo 41 del regolamento (UE) n. 910/2014 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 23 luglio 2014”* riconoscendo l'effetto giuridico della validazione temporale alla registrazione in una DTL di un documento informatico. Considerando il suddetto articolo 41, il successivo 42 che illustra i requisiti necessarie alla validazione temporale elettronica e la Legge italiana si può dedurre che agli smart contract viene dato un pieno riconoscimento dell'effettività, come testimoniato anche da F. Sarazana, avvocato e membro del team di esperti blockchain formato da ministero dello Sviluppo economico *“La norma sullo smart contract invece dà a un contratto eseguito in automatico da un programma informatico il valore giuridico di un contratto normale, scritto e firmato”*²⁷. Restano però altre zone grigie della norma, proseguendo nell'analisi, al secondo comma dell'art. 8 ter vengono definiti gli smart contract come *“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'Agencia per l'Italia digitale con linee guida da adottare entro novanta giorni dalla data di entrata in vigore della legge di conversione del presente*

²⁶ M. Galli, L. Garotti, (2019), Blockchain e smart contract: le novità previste dal Decreto Semplificazioni, techmood.com.

²⁷ llsole24ore.com

*decreto*²⁸. Anche in questo caso, viene previsto in un secondo momento l'intervento dell'AgID, per distinguere gli smart contract che soddisfano il requisito della forma scritta e quindi possono essere utilizzati come prova in giudizio dell'esistenza e del contenuto del contratto, e nella stipula dei contratti in cui la forma scritta è condizione necessaria all'esistenza.

In conclusione, si può evincere che nonostante i passi in avanti nel cercare di regolamentare l'utilizzo di queste tecnologie c'è ancora molta strada da fare per assicurare agli utilizzatori un'implementazione efficiente e coperta dal punto di vista legale della tecnologia blockchain nelle supply chain. Sicuramente sarà necessaria una cooperazione tra gli attori coinvolti quali sviluppatori, aziende e istituzioni per definire degli standard tecnici su cui sviluppare delle norme più precise che facilitino l'implementazione blockchain su larga scala. Ma già con queste norme l'Italia riconosce la piena validità giuridica, al pari di contratti stipulati in forma scritta, delle transazioni regolate da smart contract in reti DTL, come precisa M. Scialdone, avvocato e docente dell'università Europea di Roma *“Sarà possibile regolare attraverso uno smart contract su blockchain tutte quelle casistiche per le quali la legge richiede oggi che si debba procedere con un atto da farsi per iscritto. Avremo contratti che saranno conclusi ed eseguiti direttamente da macchine sulla base di ciò che è scritto nel loro codice informatico e a ciò l'ordinamento riconoscerà pieno valore”*²⁹.

²⁸ (12.02.2019), “Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana”, giuridanella.it.

²⁹ Ilsole24ore.com

CAPITOLO 2: APPLICAZIONI NEI SETTORI ECONOMICO-FINANZIARI E INDUSTRIALI DELLA TECNOLOGIA BLOCKCHAIN

Illustrato il funzionamento e le caratteristiche che rendono questa nuova tecnologia interessante e utile per risolvere parte dei problemi che stanno alla base di una qualsiasi relazione economica, come l'affidabilità e la fiducia tra le parti coinvolte nella negoziazione o la sicurezza di avere un registro immutabile su cui registrare gli scambi, andremo ora a vedere quali sono gli effettivi ambiti applicativi.

Prima di inoltrarci nei diversi settori è giusto fornire alcuni dati riguardo il crescente giro d'affari che si sta sviluppando attorno a questa innovazione, per acquisire consapevolezza dell'importanza attribuitagli negli ultimi anni dai mercati internazionali.

Il mercato globale associato alla blockchain ha generato nel 2018 1,2 miliardi di dollari annui, nel 2020 3 miliardi di dollari e si prevede che entro il 2025 raggiungerà i 39,7 miliardi di dollari, caratterizzato da un CAGR, Capital Annual Growth Rate, del 67,3%³⁰ per il quinquennio preso in considerazione nella stima. A trainare la crescita del fatturato derivato da applicativi della blockchain, troviamo al primo posto nel 2020 il settore bancario e finanziario che ingloba il 30%³¹ del valore di mercato, seguito alla seconda posizione dal comparto manifatturiero. In rapida ascesa anche il settore della sanità che si stima possa raggiungere gli 829 milioni di dollari entro il 2023³².

Come riportato dal paper di Casaleggio Associati "Blockchain for Business" gli investimenti globali in questo settore sono in continuo aumento, soprattutto nell'area statunitense e europea, nel 2022 negli USA sono stimati intorno ai 4,2 miliardi di dollari mentre per il vecchio continente arriveranno a 3,5 miliardi³³. C'è però ancora molta

³⁰ MarketsandMarkets-Blockchain Market by Component (Platform and Services), Provider (Application, Middleware, and Infrastructure), Type (Private, Public, and Hybrid), Organization Size, Application Area (BFSI, Government, IT & Telecom), and Region - Global Forecast to 2025

³¹ Distribution of Blockchain market value worldwide in 2018, by sector, Statista 2018

³² Worldwide and U.S. Blockchain Services Forecast, 2018–2022, IDC 2018

³³ Worldwide spending on blockchain solutions from 2016 to 2022 by region, Statista 2018

strada da fare per vedere un'effettiva adozione su larga scala, infatti solo il 3% della aziende europee dispone attualmente di un progetto blockchain, e solo il 10% dichiara di aver avviato un pilot³⁴, questo a causa di una generale diffidenza dovuta alla bassa conoscenza e informazione sia sugli aspetti tecnici come le norme regolatrici, che su aspetti pratici come la sicurezza e il ritorno monetario.

La Cina come potenza dell'area Asiatico-Pacifica non è di certo rimasta a guardare e ha esplicitamente citato la blockchain come pilastro dello sviluppo economico del Paese, come dimostra la ricerca condotta da Cognizant su 482 dirigenti nei settori bancari e finanziari riporta che il 51% di essi ha già definito una strategia basata sulla blockchain e il 45% ne sta sviluppando una.

Tutti questi dati a supporto del fatto che questa rivoluzionaria tecnologia sta prendendo sempre più piede oltre che nell'ambito delle criptovalute anche nei settori economici, dalla pubblica amministrazione all'alimentare³⁵. In questo capitolo andremo a vedere come è possibile impiegare questa tecnologia nei diversi ambiti economici.

2.1 APPLICAZIONE SETTORE AGROALIMENTARE

L'agroalimentare è uno dei settori più importanti e indispensabili per la società moderna e soprattutto per la nostra economia, visto che gran parte delle eccellenze del Made in Italy rientrano in questo settore merceologico.

La filiera agroalimentare con il passare degli anni, per rispondere alle sempre crescenti esigenze della clientela, si è evoluta sempre di più, allungandosi e incorporando nuovi player che ne hanno fatto aumentare la complessità di gestione e di controllo. Prima di giungere sulla tavola dei consumatori un prodotto deve passare per molte mani e spesso

³⁴ Blockchain Survey April-May 2018, Capgemini Research Institute, 2018

³⁵ A. Albarelli, C. Bagnoli, S. Campostrini, M. Massaro, (2020), "Gli impatti di IA e di Blockchain sui modelli di business", Strategy Innovation Forum, Università Ca' Foscari di Venezia.

anche lo spazio geograficamente parlando è molto importante, partendo dal campo o allevamento passando per diversi intermediari e luoghi di trasformazione.

Gran parte dei prodotti agroalimentari italiani, e non solo, sono prodotti unici e figli di tipicità territoriali, molti richiesti sia dentro che fuori dai confini nazionali al punto di venire emulati e a volte sostituiti da surrogati spacciati come originali proprio come qualsiasi altro bene materiale di lusso. Questo infatti è un primo fattore di complessità del comparto food che si traduce in una perdita di profitto e immagine per le aziende del settore che ogni anno sono costrette a competere anche con chi produce prodotti simili solo nel nome, fenomeno definito come *Italian Sounding*, ma con caratteristiche completamente differenti oltre che con gli altri competitors di settore.

In aggiunta ai fattori sopra citati bisogna considerare l'aumento dei canali di vendita e il fattore tempo, cruciale per la conservazione e la freschezza dei prodotti, che fanno sì che la filiera debba essere gestita in modo efficiente, interconnesso e costantemente controllato per garantire un prodotto di qualità.

In conclusione la filiera agroalimentare necessita di un'infrastruttura creata ad hoc che tenga traccia dei passaggi, delle lavorazioni, del origine e delle informazioni sullo stato di conservazione e sui produttori della merce. Un'infrastruttura che trova un perfetto supporto nello sviluppo tecnologico e nella blockchain stessa.

Utilizzando questo tipo di tecnologia ogni membro della catena di produzione del bene, sia esso un bene finito o una materia prima da impiegare nella produzione, può lasciare traccia certificata del proprio operato, infatti fin dalla prima fase di produzione al bene verrà associata un profilo digitale registrato sulla blockchain³⁶. Il profilo, come da caratteristiche della catena a blocchi, apparirà sul registro di ogni singolo attore, il quale a sua volta potrà in qualsiasi momento consultare in tempo reale lo stato del bene e annotare nel momento in cui il prodotto passerà tra le sue mani arricchendolo con tutte le informazioni riguardanti la sua lavorazione. A ciclo concluso sarà possibile la

³⁶ C. Leong, T. Viskin, R. Stewart, (2018), "Tracing the supply chain, how blockchain can enable traceability in the food industry", Accenture.

consultazione, sia da parte del consumatore ma anche di un qualsiasi attore della catena, della storia completa del prodotto, chi ha eseguito le lavorazioni, dove sono state eseguite e con che modalità, grazie ad informazioni veritiere e sicure date dalle caratteristiche, come l'immutabilità, della blockchain. Di conseguenza si riduce di molto il rischio di incappare in prodotti non coerenti con quanto riportato nelle etichette o addirittura in prodotti contraffatti.

Si viene così a creare una fitta rete di collegamenti tra tutti i componenti del processo produttivo e il consumatore finale, a cui vengono garantite la trasparenza, la tracciabilità, e la sicurezza del prodotto che porta nella propria tavola. Da ciò deriva anche un generale miglioramento dell'efficienza della catena, con conseguente riduzione del costo di produzione, degli sprechi, delle emissioni, a vantaggio anche del consumatore finale oltre che degli attori attivi nel ciclo di produzione. Si stima infatti che ogni anno vadano persi 60 milioni di dollari³⁷ in inefficienze tra fornitori e produttori causate da: attaccamento a pratiche *paper based* per la gestione dei dati, mancanza di coordinamento e lenta adozione di strumenti digitali per la gestione e la previsione della domanda .

Come anticipato precedentemente il settore agroalimentare è spesso colpito dalla contraffazione e non sono rare le situazioni in cui anche se i prodotti possono essere definiti "originali" per far fronte alle sfide di costo i produttori non rispettano ciò che poi riportano nelle etichette, dalle materie prime alle tecniche utilizzate, o ricorrono a procedure illegali e talvolta dannose per la salute umana. Il tutto è possibile quando la supply chain è molto articolata e frammentata così da lasciare spazi aperti non controllabili o quando le tecniche di certificazione, controllo e archiviazione dei dati risultano ancora arretrate e facili da manomettere. Anche in questo caso integrando la tecnologia blockchain nella gestione della catena di produzione questi comportamenti fraudolenti vengono meno. La trasparenza e la condivisione in tempo reale dei dati immutabili fa sì che un attore non possa manomettere a proprio favore o nascondere le informazioni sul suo operato agli altri e al consumatore. In questo modo è possibile

³⁷ Boston Consulting Group – Tackling the 1.6-billion-ton food loss and waste crisis (2018)

raggiungere livelli di fiducia del consumatore più alti grazie alla possibilità di condividere con esso un numero elevatissimo di informazioni sia collegate direttamente al prodotto che acquista, come la provenienza, sia informazioni correlate indirettamente ma sempre più importanti nelle decisioni di acquisto come le certificazioni dei produttori, la sostenibilità delle pratiche utilizzate, l'impatto ambientale. Temi sempre più cari ai consumatori che nella fase d'acquisto nel confrontare prodotti simili, stanno acquisendo maggiore consapevolezza del loro atto facendosi guidare nella scelta non più dal semplice fattore di costo, ma dalla provenienza delle materie, dalle caratteristiche organolettiche, dalle tecniche di produzione e anche dal fattore sostenibilità, cercando sugli scaffali prodotti eticamente sostenibili e a basso impatto ambientale. La blockchain permette di registrare tutte queste tipologie di informazioni, oltre alle certificazioni dei metodi di produzione utilizzati, così un consumatore può indagare su qualsiasi fattore che ritiene rilevante per la sua decisione d'acquisto. Dal lato dei produttori tutto ciò si traduce in un aumento della brand reputation grazie alla trasparenza comunicata ai consumatori, che a sua volta aumenta la fidelizzazione della clientela e quindi il valore unitario del singolo cliente nel tempo.

2.1.1 CASO STUDIO - FOODCHAIN SPA

Foodchian SpA è un'azienda italiana che si occupa di tracciabilità della filiera alimentare utilizzando la tecnologia blockchain per una filiera alimentare trasparente. Il progetto presentato nel 2015 a EXPO Milano e alla prima edizione di Seeds & Chips, dall'unione del know-how sviluppato in ambito criptovalute dei due fondatori Marco Vitale e Davide Costa, che decidono l'anno successivo di fondare la prima società per azioni iscritta nel registro delle imprese innovative in Italia, nasce così Foodchian SpA³⁸. Nei primi anni vengono misurate le potenzialità su varie filiere alimentari, dell'acqua minerale, del caffè e dei prodotti ortofrutticoli, suscitando sempre più interesse a livello

³⁸ Foodchain.it

internazionale grazie al contatto con aziende fuori dai confini nazionali e dislocate in tutto il mondo. Nel 2018 a consacrazione della loro posizione, vengono inclusi, grazie al caso studio per Torrefazione San Domenico, nella mappatura degli Osservatori Digital Innovation del Politecnico di Milano e tra le 331 start-up internazionali che usano blockchain. Negli ultimi anni la società sta cercando di espandere i propri confini di applicazione, allargandosi nel mondo del tessile e della moda, delle filiere del latte e del riso fino al tracciamento dei container di Caricom Food Ethiopia Plc che importano materie prime in Europa.

Foodchain mira a rivoluzionare l'organizzazione della filiera alimentare rendendola intelligente e interattiva. L'obiettivo è quello di creare un ecosistema aperto per tracciare e rintracciare materie e attori fornendogli uno strumento in grado di portare trasparenza sul mercato, al fine di prevenire le contraffazioni, valorizzare il contributo di ogni attore, fornendo tutte le informazioni sul suo operato e rendere più consapevole possibile il processo d'acquisto. Per fare ciò utilizza una struttura aperta, basata sulla blockchain della Fondazione Quadrans, che mette in contatto i diversi sistemi ERP degli attori coinvolti nella filiera produttiva e dispositivi IoT per raccogliere e proteggere i dati inerenti le fasi del ciclo di vita del prodotto dalla progettazione al consumo. Grazie ad un'interfaccia consultabile da Pc o Smartphone Foodchain permette il controllo in tempo reale dell'intero processo a tutti gli attori della catena, in modo tale da migliorare l'efficienza interna, abbattere i costi derivanti dalla gestione della qualità, ridurre gli sprechi e permettere la risoluzione tempestiva di possibili problemi legati ai rischi alimentari. Viene lasciata la massima libertà alle aziende che fanno parte della catena infatti sta a loro decidere il formato con cui condividere i dati, testo, immagini, video e la possibilità di selezionare chi può consultare tali informazioni, solo alcuni attori, informazioni private o completamente pubbliche. Il consumatore dal canto suo può grazie ad un'etichetta intelligente applicata sul packaging del prodotto che ha acquistato, consultare tutti i dati inseriti e resi pubblici nella fase precedente grazie ad un QRCode scansionabile direttamente dal proprio smartphone.

Tra gli accordi conclusi nell'ultimo anno troviamo quello tra Foodchain SpA e il Distretto Produttivo Agrumi di Sicilia, il quale ha deciso di mettere a disposizione di tutte le aziende associate, facenti parte della filiera agrumicola siciliana, l'applicativo sviluppato

da Foodchain SpA “dApp”, con l’obiettivo di potenziare la trasparenza e la tracciabilità³⁹. La piattaforma è aperta e gratuita per tutte le imprese della filiera sia quelle di produzione sia quelle di trasformazione e commercializzazione, in quanto rientra nel progetto Social Farming 3 realizzato dal Distretto stesso in collaborazione con The Coca-Cola Foundation, permette al consumatore di verificare l’effettiva provenienza e le certificazioni Dop e Igp acquisite in fase di lavorazione dal prodotto acquistato.

2.2 APPLICAZIONE SETTORE AUTOMOTIVE

Come in ogni settore l’evoluzione tecnologica degli ultimi 20-30 anni oltre che a grandi opportunità ha fatto aumentare il grado di complessità delle filiere, e l’*automotive* non fa eccezione basti pensare all’impiego dell’automazione, della robotica e l’internet delle cose. Il numero degli attori coinvolti si è moltiplicato e con loro anche la dislocazione geografica, di conseguenza anche i dati prodotti nelle diverse fasi sono aumentati a dismisura rendendone difficile la disponibilità sia per le fasi successive della produzione sia per l’utente che acquista il prodotto finito. Questa situazione vede la luce nell’adozione della blockchain come tecnologia a supporto della catena di fornitura del settore *automotive*, non solo per aumentare la trasparenza e la tracciabilità ma per migliorare l’efficienza generale nella gestione della supply chain, della logistica e dei contratti tra partner.

A supporto di questa argomentazione un recente studio pubblicato da BIS Research, dichiara che *“il mercato della tecnologia blockchain integrata nell’industria automobilistica potrebbe raggiungere un valore pari a 1,6 miliardi di dollari entro il 2026”*⁴⁰, con un tasso di crescita composto annuo atteso, Cagr del +66% tra il 2018 e il

³⁹ Distrettoagrumsicilia.it

⁴⁰ Key4Biz, Quotidiano online sulla digital economy e la cultura del futuro, Automotive, decollo della blockchain nel 2019. Un mercato da 1,6 miliardi di dollari nel 2026, <https://www.key4biz.it/automotive-decollo-della-blockchain-nel-2019-un-mercato-da-16-miliardi-di-dollari-nel-2026/238696/>.

2026. Un'industria che non si limita alla semplice vendita dei veicoli, ma che integra la sua offerta con nuovi tipi di business che vedono nella blockchain uno strumento perfetto per la gestione dei dati raccolti o per la regolazione dei rapporti tra le parti, come possono essere il *car sharing* o il mercato dell'usato, business in cui la fiducia e la trasparenza rappresentano un asset fondamentale e spesso difficile da comunicare ai clienti.

Per comprendere lo stato d'arte dell'attuale situazione nel settore preso in considerazione, IBM nel 2019 in collaborazione con Oxford Economics, ha pubblicato una ricerca di settore condotta su 1.314 senior executives. I soggetti risultano distribuiti nelle 10 nazioni in cui hanno sede i principali produttori internazionali di veicoli, il 38% di loro sono produttori il resto fornitori coinvolti nella supply chain, attivi per la maggior parte in campi comuni ad altri settori come la produzione, la ricerca e sviluppo e in piccola parte attivi in campi propri esclusivamente dell'industria *automotive*, i *mobility services* e il *connected car* che si occupano rispettivamente della mobilità dei cittadini e dell'integrazione con *l'Internet of Things*. Dalla ricerca emerge che il 62% degli intervistati ritiene che entro il 2021 la blockchain rappresenterà una forza rinnovatrice nell'industria automobilistica e molti di essi pianificano l'implementazione delle prime reti commerciali su scala nei prossimi anni, ma nel concreto solo una piccola percentuale di pionieri, il 15%, è pronta per la rivoluzione essendo già entrati in possesso di ampie conoscenze in materia⁴¹. Tra i benefici attesi dall'industria si registrano efficientamento delle operazioni finanziarie, dei rapporti tra gli attori della catena, miglioramenti della *customer experience* e della fedeltà, grazie ad una migliore qualità e quantità di informazioni e di dati scambiati, inoltre si potranno ridurre le asimmetrie informative e *l'information risk*. Le possibili applicazioni nel mondo *automotive* sono varie e non si limitano alle sole attività primarie. Partendo dalla catena di fornitura l'applicazione della tecnologia blockchain permette una gestione più efficiente degli input produttivi, grazie all'utilizzo di smart contract specifici, il processo di approvvigionamento e gestione degli ordini si possono automatizzare e informare al tempo stesso tutti i partecipanti alla rete,

⁴¹ M. Jones, D. Wollschlaeger, B. Stanley, (2018), "Daring to be first, How auto pioneers are taking the plunge into blockchain", IBM Institute for Business Value

così da eliminare le situazioni in cui la produzione non è sostenuta da livelli adeguati di materie prime⁴². Restando sempre nelle attività primarie un altro vantaggio può essere riscontrato nei servizi post vendita, una delle fonti principali per allungare il life-time-value delle autovetture. Grazie all'utilizzo della blockchain nelle fasi di riparazione e manutenzione nel momento in cui sorge la necessità di sostituire un determinato componente, se esso fosse stato registrato in un registro blockchain nel momento della fabbricazione l'automobilista non correrebbe più il rischio di incappare in autofficine che utilizzano articoli non originali e quindi di qualità inferiore. Così facendo si potrebbe salvaguardare la sicurezza e l'affidabilità del mezzo di trasporto, i produttori eliminerebbero parte della concorrenza illegale e potrebbero certificare la vera integrità del veicolo anche ad anni di distanza dalla vendita. A questo tema si collega il mercato di seconda mano, un mercato da sempre è sinonimo di truffa e asimmetrie informative, in cui non di rado le contrattazioni soffrono di una carenza di fiducia. Per risolvere questa situazione la blockchain in accoppiata con sensori IoT potrebbe certificare la veridicità delle informazioni, dello stato dei componenti, del kilometraggio, degli incendi subiti, della storia in generale del veicolo, grazie all'immutabilità della blockchain i dati non potrebbero essere alterati una volta raccolti dai sensori IoT in tempo reale e con continuità nel tempo. La condizione necessaria affinché ciò accada è che le auto siano registrate tramite un codice univoco nella rete e di conseguenza ogni loro parte, e che siano presenti dei sensori collegati ad internet all'interno del veicolo in grado di scambiare informazioni con chi ha le competenze per certificare determinati traguardi, come per i tagliandi o per gestire i premi assicurativi riguardanti la distanza percorsa.

2.2.1 CASO STUDIO – LAMBORGHINI SICURA

Lamborghini fa della ricerca continua e dell'innovazione il motore del proprio cambiamento, è da sempre simbolo dell'eccellenza italiana e della specializzazione in ambito tecnico-ingegneristico. A confermarlo le parole di Federico Foschini Chief

⁴² T. Lawson, (2018), "Accelerating technology disruption in the automotive market: Blockchain in the automotive industry", Deloitte.

Commercial Officer *“In Lamborghini ci concentriamo sulla creazione di prodotti che possano incarnare l’innovazione, non soffrano il passare del tempo e valorizzino la cultura italiana”*. Il marchio ha recentemente siglato un accordo di sperimentazione con il provider Salesforce di soluzioni CRM, customer relationship management, per utilizzare la loro blockchain privata per autenticare le auto della Casa di Sant’Agata Bolognese. La piattaforma blockchain basata su Hyperledger di Salesforce permette di tracciare e verificare i certificati di autenticità del mezzo in modo rapido e sicuro durante la rivendita di una Lamborghini. Prima di essere rivendute le autovetture passano circa 1000 controlli di certificazione nella sede centrale emiliana, eseguiti grazie all’ausilio di soggetti terzi come fotografi, officine di riparazione, case d’asta, per verificare e attestare innanzitutto l’integrità e l’originalità di tutti i componenti e per ricostruirne la storia. Grazie all’utilizzo della blockchain di Salesforce, ogni veicolo e di conseguenza tutte le informazioni ad esso associabili come restauri e passaggi di proprietà, verrà tracciato sul registro virtuale, in modo sicuro, certo e immutabile. La blockchain farà fede non solo per i partner fidati deputati alla certificazione ma soprattutto per gli attuali e futuri proprietari che potranno disporre in modo semplice e immediato, grazie all’interfaccia per smartphone, di un set completo di informazioni sul proprio veicolo. Questa collaborazione rappresenta un grosso passo in avanti per tutto il settore *automotive* e un ottimo elemento distintivo per Lamborghini che crede ed ha investito molto in questo progetto come dichiarato da Paolo Gabrielli, responsabile post vendita di Automobili Lamborghini, *“Il valore di un’auto d’epoca di lusso è l’originalità e l’autenticità ... e noi siamo i custodi dell’eredità Lamborghini. Per i nostri clienti, un’auto è un investimento. Il suo valore aumenta nel tempo e come tale dobbiamo proteggerlo ... così forniamo una cronologia dettagliata delle auto che viene memorizzata non solo in un rapporto di certificazione, ma su blockchain, in quella che chiamiamo la nostra ‘rete Sicura’”*⁴³.

⁴³ Blockchain4innovation.com, La blockchain entra in Lamborghini per certificare auto d’epoca e pezzi unici, Patrizia Fabbri, 2019

2.3 APPLICAZIONE SETTORE ENERGETICO

Quando si parla di ambito energetico non si può fare a meno di far riferimento alle fonti di approvvigionamento e di conseguenza con le emissioni delle stesse che stanno, dalla prima rivoluzione industriale in poi, esponenzialmente contaminando e modificando in modo irreversibile il nostro pianeta. La necessità di un cambiamento non è più solo una questione filantropica, ma fortunatamente è diventato un obiettivo primario per tutte le Nazioni, gran parte di esse infatti, i 193 Paesi membri dell'ONU, si sono impegnate nel 2015, con la sottoscrizione dell'Agenda 2030, per uno Sviluppo Sostenibile sintetizzato in 17 obiettivi da raggiungere in ambito ambientale, sociale ed economico i cosiddetti SDGs. Non solo, in tempi più recenti nel Gennaio 2020 la Commissione UE, con la comunicazione sul Green Deal, ha delineato una precisa roadmap per rafforzare l'impegno dell'economia europea all'eco-sostenibilità attraverso un ampio numero di interventi che incidono sul settore energetico, industriale, agricolo e della mobilità. Risulta indispensabile quindi che il cambiamento parta dalle zone più densamente popolate, in cui si consumano più risorse naturali, si producono più rifiuti, più emissioni, le città. Per rispondere a questa necessità di cambiamento, le zone urbane devono per forza puntare sull'innovazione, sullo "smarterizzarsi", introducendo la tecnologia come supporto a tutte le attività quotidiane tipiche della vita cittadina, che permetta all'uomo di impiegare le risorse in modo più intelligente e sostenibile. Si parla dunque di Smart City, città intelligenti che oltre a migliorare l'impatto ambientale, migliorano lo stile di vite di chi le popola. Per essere tali le Smart City devono essere dotate di sensori IoT che costantemente raccolgono dati e li trasmettono grazie alla rete a un infrastruttura dove possono essere immagazzinati e scambiati con sicurezza, la blockchain, per poi essere elaborati e tornare utili alla vita quotidiana con delle applicazioni. Alcuni esempi di tale applicazioni possono essere il controllo intelligente del traffico, i cestini intelligenti, il monitoraggio della salubrità dell'aria, la produzione di energia da fonti rinnovabili, l'ottimizzazione del consumo della stessa.

E' proprio nel settore energetico che la blockchain può intervenire apportando importanti miglioramenti e aiutando la transizione verso una gestione più smart delle città, grazie alla sue caratteristiche: l'immutabilità, il consenso distribuito, la possibilità

di utilizzare contratti eseguibili automaticamente, non solo nelle dinamiche di produzione e controllo ma anche in quelle di scambio tra produttori e consumatori⁴⁴.

In particolare può fungere da supporto all'evoluzione del mercato energetico che grazie alle fonti rinnovabili, come i pannelli solari che ogni abitazione può montare per far fronte al proprio fabbisogno energetico, sta passando da altamente centralizzato a decentralizzato. Il modello tradizionale vede pochi distributori nazionali che coprono il fabbisogno di energia di un moltitudine di utenti, il flusso quindi segue un'unica direzione dalle centrali verso i nodi dei consumatori, indipendentemente dalla reale necessità e dalla produzione autonoma di energia degli stessi consumatori. In questo senso la blockchain permette di andare oltre questa logica di flusso monodirezionale, sostiene l'evoluzione delle reti energetiche verso un modello P2P⁴⁵ decentralizzato dove lo scambio non è più esclusivamente tra fornitori e privati ma anche tra due privati. Bisogna introdurre quindi due concetti il primo è il concetto di *Smart Grid*, reti intelligenti in grado di gestire in modo efficiente, prevedendo i consumi, la produzione e la distribuzione di energia elettrica, sfruttando i surplus derivanti dai micro produttori. Il secondo concetto è quello di *Prosumer*, soggetti che sono al contempo sia consumatori sia produttori di energia elettrica, grazie alla possibilità di installare dei piccoli impianti che sfruttano le fonti rinnovabili, tipicamente il sole, riescono non solo a coprire il proprio fabbisogno energetico ma a immettere nella rete il surplus di cui non hanno personalmente bisogno. Si parla di piccole quantità a *prosumer*, ma che se visti in maniera aggregata potrebbero diventare un enorme risorsa per far fronte alla richiesta energetica, ipotesi che lentamente sta entrando anche burocraticamente nei piani dell'Unione Europea che nelle prossime direttive prevedrà la figura sia dei *prosumer* che delle comunità energetiche per aggregarli.

Una realtà che si è affermata si sta affermando sempre di più nel corso degli ultimi anni e che conta un milione di cittadini iscritti a 1.500⁴⁶ cooperative energetiche facenti parte

⁴⁴ (2018), "Blockchain for utilities: beyond the buzz", Accenture Consulting.

⁴⁵ B. Laclau, (2018), "Why the energy sector must embrace blockchain now", EY Survey

⁴⁶ Rescoop.eu

dell'associazione europea di categoria Rescoop. Numeri che sono destinati a crescere visto che l'Ue prevede che *“al 2050 la metà dei cittadini europei potrebbe produrre da sé l'energia che utilizza, mentre al 2030 – anno di scadenza dei prossimi obiettivi UE in materia di energie rinnovabili, efficienza e clima – l'energia elettrica di cittadinanza prodotta potrebbe arrivare a 611 TWh/anno, il 19% della domanda elettrica europea, per passare al 45% nel 2050 con 1.557 TWh/anno”*⁴⁷. Situazione che se confermasse le previsioni andrebbe a toccare gli interessi e i profitti di molti provider e delle stesse nazioni che in certi casi come in Italia e Spagna vietano le comunità energetiche.

Le *smart grid* dunque poggiano il loro fondamento, oltre che sulle fonti rinnovabili, sulla decentralizzazione della produzione e del consumo di energia grazie alla figura dei *prosumer*, una moltitudine di soggetti che possono essere al contempo consumer e producer. I quali hanno la capacità di trasformare la struttura monodirezionale delle reti tradizionali in una struttura caratterizzata da flussi bidirezionali e da scambi continui di energia a seconda del fabbisogno. Una infrastruttura sicuramente più flessibile ed efficiente caratterizzata però da un elevato grado di complessità dovuto al grandissimo numero di attori in gioco, che rende necessario l'impiego della blockchain come tecnologia di supporto in grado di gestire la moltitudine di dati e di scambi in modo sicuro, affidabile e trasparente.

Come ha riportato la ricerca *“Le opportunità della Blockchain per lo scambio di energia p2p”* condotta dall'osservatorio Blockchain & Distributed Ledger del Politecnico di Milano, per far sì che la domanda di energia venga coperta sempre più da fonti rinnovabili è necessario incentivare e valorizzare le figure dei *prosumer* e quindi lo scambio tra privati di energia. Così facendo si risolvono una molteplicità di problemi, i produttori privati che dispongono di surplus di energia derivante da fonti rinnovabili non la “svendono” in cambio di una remunerazione quasi nulla ai provider tradizionali e chi non dispone della possibilità di implementare una fonte propria ha la consapevolezza di acquistare energia “green” e a un prezzo inferiore. Il progetto del Politecnico prevede la costituzione di Utility basate su blockchain private che gestiscano un marketplace in cui

⁴⁷ startmag.it Energia, chi sono i prosumer. E come trasformano il settore

far incontrare consumers ai *prosumer* fisicamente più vicini in modo da non sovraccaricare la rete elettrica di distribuzione. La blockchain è un elemento imprescindibile del sistema, perché rappresenta il garante delle transazioni, infatti in essa: avvengono la registrazione dei produttori, dei consumatori e dei dati relativi alla produzione di energia, si stabiliscono le regole commerciali, sono configurati gli smart contract che traducono in regole informatiche i contratti che regolano lo scambio automatico di energia a fronte di un pagamento e in cui avvengono gli scambi di moneta virtuale sotto forma di *token*.

Per concludere riporto una sezione del PNIEC redatto nel 2019 dal Governo Italiano, sia perché è stato il punto di partenza per la mia analisi di questo paragrafo sia per fornire un punto di vista autorevole a tal proposito *“l’innovazione del settore energetico nella prospettiva del 2050 passerà necessariamente anche attraverso l’utilizzo della blockchain e dell’intelligenza artificiale. La creazione di piattaforme di scambio energetico basate sulla blockchain permetterà ai piccoli produttori di energia e ai prosumers di vendere l’elettricità in eccesso direttamente ad altri utenti della rete senza l’intervento di intermediari grazie ai cosiddetti smart contract o contratti intelligenti. In Italia anche lo sviluppo delle smart grids sarà un tema dominante per i prossimi decenni, che agevolerà non solo i piccoli produttori ma anche le grandi aziende, in quanto la disponibilità di una rete in cui tutti i dispositivi comunicano tra di loro condurrà a software dotati di intelligenza artificiale una quantità di informazioni adeguate a predire adeguatamente la domanda di energia. L’utilizzo sempre più diffuso di tali tecnologie pone, tuttavia, una serie di interrogativi giuridici che costituiranno un ostacolo al pieno e completo sfruttamento delle relative potenzialità”⁴⁸.*

⁴⁸ PNIEC, Piano Nazionale integrato per l’energia e il clima, 2019, Ministero dello Sviluppo Economico, Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti.

2.3.1 CASO STUDIO – BROOKLYN MICROGRID

Nel settore dell'energia P2P e delle reti *smart grid*, un grosso passo in avanti sia come idea che come sviluppo effettivo, è stato fatto dalla società americana LO3 Energy che attraverso il progetto Pando ha creato nel 2016 una rete comune per le transazioni energetiche con cui i residenti e i commercianti newyorkesi possono acquistare e vendere energia rinnovabile prodotta localmente, la Brooklyn Microgrid⁴⁹. Pando è il Marketplace progettato per connettere *prosumer* a clienti e alla comunità locale attraverso una blockchain privata che consente ai partecipanti di⁵⁰:

- Flexible Trading: configurare il proprio mercato per scambiare energia e permettere ai consumatori di approvvigionarsi da fonti rinnovabili della loro comunità;
- Powerful Metrics: analizzare i dati e le dinamiche delle transazioni, le offerte sottoscritte dai tuoi consumatori attraverso un'interfaccia facile ed intuitiva;
- Personal Energy Management: guidare i tuoi clienti in un viaggio verso un nuovo approvvigionamento energetico;
- Highly Extensible: integrare in maniera sicura software di terze parti come il sistema di fatturazione personale o sistemi per semplificare e migliorare la *customer experience*;
- Simple Deployment: avviare in modo semplice e veloce, 90 giorni, il tuo mercato grazie al sostegno in ogni fase di un team di esperti che ti seguiranno nella progettazione, implementazione, testing e nel post vendita;
- Secure and Scalable: garantire sin dalla prima transazione, la sicurezza dei dati personali e delle transazioni grazie alla tecnologia blockchain.

⁴⁹ Theguardian.com

⁵⁰ Brooklyn.energy.com

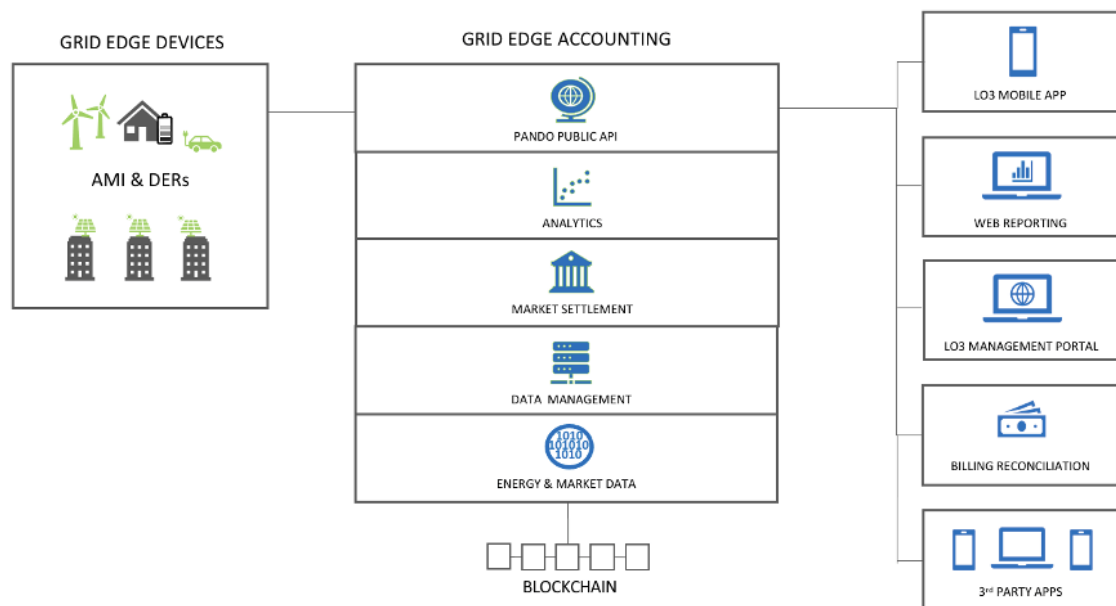


Figura 2: Fonte lo3energy.com

Tornando alla Brooklyn Microgrid, il nuovo concetto di rete energetica mira ad avere un impatto positivo sulla società, sulla comunità e sull'ambiente. Immagazzinando e scambiando l'elettricità prodotta localmente e decentralizzando la produzione non solo si riducono i costi di approvvigionamento, ma anche gli sprechi e le inefficienze delle reti tradizionali, che vengono chiamate in causa solo nel momento in cui il fabbisogno supera la produzione da fonti rinnovabili.

Anche se non ancora ampiamente diffuse, nel mondo stanno nascendo nuove realtà, progetti pilota, sperimentazioni di *smart grid*, altri esempi si possono registrare in Austria dove il provider Wien Energie ha cominciato a testare un progetto simile nel 2018 in un quartiere della capitale. In Australia e Nuova Zelanda in cui una piattaforma blockchain su larga scala è in grado di misurare i consumi di chi partecipa alla rete con un sensore IoT installato sul contatore e permette ai consumatori, tramite smart contract, di decidere da chi comprare l'energia e pagarla tramite una criptovaluta specifica. C'è fermento non solo dovuto alla crescente consapevolezza di limitare l'impatto dell'uomo sulla natura ma anche per poter usufruire in modo più semplice ed efficiente delle innovazioni tecnologiche, una tra tutte la mobilità elettrica. I veicoli elettrici stanno per cambiare nuovamente le nostre abitudini, e se dal lato della produzione di macchine e batterie si sta sperimentando e trovando nuove soluzioni,

bisogna al tempo stesso implementare le infrastrutture e metodi di ricarica perché il fabbisogno di energia aumenterà con l'aumento del numero di veicoli.

2.4 APPLICAZIONE SETTORE HEALTHCARE

Secondo una ricerca pubblicata da P&S Intelligence, il mercato globale della tecnologia blockchain applicata al settore healthcare valeva 44,6 milioni di dollari nel 2017 e secondo le stime nel quinquennio successivo, cioè dal 2018 al 2023 dovrebbe crescere con un CAGR del 67%, il che porterebbe il settore a valere fino a 5,61 miliardi di dollari entro il 2025⁵¹. Questa previsione è motivata da una crescente implementazione delle soluzioni blockchain nella fornitura farmaceutica, dall'aumento dei finanziamenti e investimenti nella tecnologia e dalla crescita delle normative per la salvaguardia dei dati personali che negli ultimi anni hanno portato alla nascita di 300 startup basate su questa tecnologia secondo StartUsinsights.

Nel sistema sanitario, la blockchain si presenta come un sistema distribuito per lo stoccaggio dei dati dei pazienti e delle transazioni completamente smaterializzato, indispensabile per gestire una mole di dati enorme e in continuo aumento. Oltre all'elevatissimo numero di dati che genera periodicamente questo settore, a far salire a sua volta il grado di complessità ci pensa la frammentazione delle numerose strutture come: ospedali, cliniche, farmacie, studi medici, laboratori di analisi, e dei relativi software gestionali in cui questi dati vengono generati.

La blockchain in questo senso faciliterebbe in prima battuta l'adozione del Fascicolo Sanitario Elettronico (FSE), che nonostante sia stato previsto dal DPCM del 2015 non ha tuttora raggiunto lo scopo di standardizzare e raccogliere le informazioni in un unico documento. Più in generale il FSE permetterebbe di tenere uno storico clinico completo

⁵¹ Research and Markets, The world's largest market research store.

e costantemente aggiornato sui pazienti indipendentemente dalla struttura che ha generato tali dati o dalla sede di consultazione. E' necessario quindi che venga generata un'architettura a livello nazionale gestita dalle autorità sanitarie in grado di accumulare e standardizzare i dati provenienti dalle varie strutture. Non solo la blockchain può fornire la possibilità di avere una piattaforma universale su cui riportare tutti dati, ma si presta perfettamente a gestire dati importanti e sensibili quali sono quelli sanitari, assicurando la sicurezza e la trasparenza del caso⁵². Quando si parla di dati sanitari infatti si deve tener conto del rispetto della privacy, è quindi consigliato l'utilizzo di un'architettura privata così da avere un controllo maggiore soprattutto da parte dell'utente su chi, quando e perché può avere accesso ai propri dati e scongiurare un loro utilizzo improprio. Nel momento in cui un paziente esegue una visita in una struttura che utilizza la blockchain, viene creata una cartella clinica elettronica che in sostanza è un blocco della catena. Quando lo stesso paziente effettuerà una visita successiva di controllo o si recherà in una farmacia per acquistare i farmaci prescritti per la cura, un nuovo blocco verrà creato, con i dati delle medicine prescritte e acquistate in aggiunta ai dati registrati nella visita, e agganciato al blocco creato precedentemente, formando una catena permanente di informazioni.

Il vantaggio maggiore, legato alla possibilità di avere un unico registro distribuito immutabile che tenga traccia dello storico clinico completo dei pazienti, è senza dubbio la possibilità di rendere più sicura l'assistenza sanitaria in generale. In caso di necessità chi si troverà a dover gestire un'emergenza potrà avere un quadro completo della situazione clinica: farmaci assunti, patologie pregresse, allergie, cure seguite, in questo modo si semplifica il lavoro dei medici e diminuisce la probabilità di applicare trattamenti terapeutici errati.

In campo farmaceutico l'adozione della blockchain consentirebbe all'industria di combattere la contraffazione dei farmaci che rappresenta nei paesi in via di sviluppo, ma non solo, un problema gravissimo sia per chi li produce, in termini economici, ma soprattutto per chi li assume poiché nella stragrande maggioranza dei casi si tratta di farmaci

⁵² R.Kreawiec, M.White, (2016), "Blockchain: Opportunities for Health Care", Deloitte.

con principi attivi inferiori agli originali o che addirittura nuocciono alla salute di chi ne fa uso. L'entità del problema non è quantificabile con precisione perché la contraffazione è per sua natura un fenomeno sotterraneo, ma sicuramente si tratta di un fenomeno diffuso ormai in tutto il mondo, con un'incidenza maggiore nei paesi in via di sviluppo, ma che colpisce grazie ad internet anche i paesi occidentali. L'applicazione della blockchain aumenterebbe la trasparenza e la sicurezza lungo la filiera, potendo registrare su una rete distribuita in modo univoco inizialmente ogni singolo farmaco prodotto dalle società farmaceutiche, e successivamente aggiornare tali informazioni con i dati delle transazioni di vendita agli stati, ai grossisti, ai farmacisti fino ad arrivare al cliente finale, così facendo non sarebbero più in discussione l'originalità e la certezza di ciò che viene venduto/acquistato.

2.4.1 CASO STUDIO – CHRONICLED

Chronicled Inc. è una società informatica con base a San Francisco fondata nel 2014 con l'obiettivo di costruire piattaforme blockchain aziendali. Nel corso degli anni le sperimentazioni e lo sviluppo di progetti pilota hanno interessato una moltitudine di ambiti industriali fino al 2017 in cui il focus si è concentrato unicamente nel settore *healthcare* per riuscire a rispondere alla volontà del Drug Supply Chain Security Act (DSCSA) approvato in America nel 2013, che spingeva per tracciare completamente la supply chain farmaceutica entro il 2023. Per trovare soluzione al problema evidenziato del DSCSA, Chronicled ha avviato un progetto su una piattaforma blockchain basata sulla rete MediLedger. Un network condiviso che permette di ridurre i costi e rendere più efficienti i processi di *data sharing*, aumentando la fiducia e l'automazione dei rapporti tra i partner commerciali, come possono essere le operazioni di *chargeback* dei contratti, gli storni d'addebito dei processi di pagamento, transazioni molto comuni nelle *healthcare* supply chain statunitensi che coinvolgono attori di diverso tipo come assicurazioni, programmi governativi e aziende farmaceutiche oltre ovviamente agli utilizzatori finali. MediLedger utilizza la blockchain per ottenere: l'archiviazione dei dati

pubblici sincronizzati secondo un'unica "fonte di verità", creare un registro immutabile delle transazioni che hanno avuto luogo nella catena, utilizzare smart contract per applicare le regole aziendali ed eseguire transazioni al fine di garantire l'integrità del sistema. Come dichiara Maurizio Greco, ex studente di Ca'Foscari ed ora CTO di Chronicled *"Blockchain technology, in the context of MediLedger, ensures that there is one source of truth, and we can design it so only the license holder can create records for its own products, for example. This may seem like a simple illustration, but it is revolutionary"*⁵³. Il Progetto ha richiamato l'interesse del settore delle life sciences e delle aziende del helthcare, in particolare 4 tra le maggiori aziende attive nell'assistenza sanitaria americana Pfizer Inc., Mckesson Corporation, AmerisourceBergen Corporation, e Premier Inc. hanno deciso di unirsi nel gruppo di lavoro MediLedger Project Contracting and Chargebacks per riuscire a ridurre i costi di gestione e trovare nuove soluzioni efficienti. Bill Marquardt, vice president della Pianificazione Strategia e Prodotto di Premier Inc., dichiara a tal riguardo *"This innovative approach has the potential to transform how chargebacks work for the industry, allowing us to deliver better services to our members [...] we are excited to collaborate with our partners to deliver these improvements"*⁵⁴.

2.5 APPLICAZIONE SETTORE ASSICURATIVO

Date le sue caratteristiche il settore assicurativo si presta molto bene all'integrazione delle innovazioni offerte dalla digitalizzazione, questo perché le compagnie assicurative hanno la necessità di gestire quotidianamente un grandissimo numero di dati connesso

⁵³⁻⁵² Prnewswire.com, Major Life Sciences and Healthcare Companies Join Chronicled's MediLedger Project Working Group, the companies will be working to bring Contracting and Chargebacks protocols to market.

alle polizze e ai mutamenti delle stesse sulla base del comportamento dei propri clienti. La blockchain in questo senso apporterebbe un sostanziale miglioramento in termini economici e di efficienza dei servizi, come evidenziato dalla ricerca “The First All-Blockchain Insurer” condotta nel 2018 dal società di consulenza The Boston Consulting Group, in cui si rende noto che se la blockchain fosse adottata nel settore assicurativo su larga scala, genererebbe vantaggi enormi quantificabili in una riduzione da 5 a 13 punti del Combined Operating Ratio che si traduce in un aumento del margine tecnico dal totale premi lordi di 200 miliardi di dollari.

Grazie alla blockchain un assicuratore può registrare una maggiore efficienza dei processi, nella gestione dei sinistri e delle pratiche con una riduzione dei costi e dei tempi medi di esecuzione, vantaggi in sicurezza e di personale impiegato oltre a facilitare il rapporto di fiducia che da sempre si trova al centro dei rapporti assicurativi, ricercata sia da chi sottoscrive la polizza che da chi la vende per evitare frodi in ambo le direzioni. Se guardiamo al lato predittivo poter contare su un numero così vasto di dati di qualità, garantisce dei miglioramenti nella precisione e affidabilità delle previsioni future, che si traducono nella possibilità di rivedere la propria offerta potendo contare su stime più puntuali. La ricerca del BCG citata precedentemente mette in evidenza 7 principali vantaggi tecnici:

- Singola fonte di informazione e tracciabilità dei beni: monitoraggio trasparente delle risorse;
- Creazione di record attendibili e immutabili: uso della crittografia e consenso distribuito tra tutti i partecipanti della rete che rende impossibile la modifica da parte del singolo;
- Tutela della privacy e della riservatezza: le informazioni private del utente sono accessibili solamente al singolo e a coloro cui concede la consultazione;
- Resilienza: grazie alla struttura che prevede una *ledger* distribuito, la catena non si interrompe se si registra un problema a uno o più nodi;
- Efficienza: in termini di costo, di tempo e di errori data dall’approccio distribuito;
- Supporto Automatizzato: le regole che governano i pagamenti e le modifiche possono essere codificate nel software, attraverso gli smart contract, riducendo così la necessità di interventi manuali;

- Riduzione dei tempi delle operazioni: una volta approvate le transazioni, le modifiche dei blocchi e dei dati vengono visualizzate nel libro mastro in tempo reale⁵⁵.

La catena del valore assicurativa subisce una trasformazione in seguito all'applicazione e utilizzo degli Smart Contract che assorbono un gran numero di transazioni un tempo manuali, e le eseguono automaticamente, indispensabile per il loro funzionamento è l'accesso a una fonte sicura e certificata di dati ed è qui che entra in gioco la blockchain. Per esempio si pensi ad un'assicurazione sottoscritta per coprire il rischio di ritardi o cancellazioni dei viaggi, affidandosi ad una rete blockchain non sarà più necessario produrre una documentazione per attestare che il ritardo si è registrato, ma l'accertamento del danno avverrà automaticamente grazie alla lettura dei dati relativi allo specifico viaggio resi disponibili dalla compagnia di trasporto utilizzata dall'utente e sempre in modo automatico si attiverà la procedura di rimborso o risarcimento verso la parte lesa. Risulta quindi necessario che per ottenere un significativo vantaggio per il settore, un'adozione estesa a tutto l'ecosistema, compagnie assicurative, mezzi di trasporto grazie a sensori IoT, terze parti deputate a recuperare e certificare i dati. La blockchain come in altri settori fornisce l'infrastruttura di base in cui è garantita la sicurezza delle informazioni e delle transazioni, la trasparenza e la possibilità di eseguire automaticamente i contratti, su cui integrare altre tecnologie come sensori IoT o l'utilizzo dell'intelligenza artificiale. Se si pensa al settore *automotive* grazie all'applicazione di determinati rilevatori connessi alla rete è possibile avere tutti i dati necessari per ricostruire un incidente, e per attribuire con certezza, eliminando il fattore fiducia, le vere cause che hanno portato al verificarsi della situazione e di conseguenza i veri responsabili che dovranno risarcire i danni.

⁵⁵ R. Bosisio, K. Burchardi, M. Hauser, (2018), "The First All-Blockchain Insurer", Boston Consulting Group.

2.5.1 CASO STUDIO – INSURANCE BLOCKCHAIN SANDBOX

Insurance Blockchain Sandbox è una sperimentazione, conclusasi a inizio 2020 con degli ottimi risultati, sulla creazione di micro polizze parametriche a rimborso automatico basate su tecnologia blockchain e smart contract, per rispondere alle esigenze sempre più complesse e variegate del mercato. Un progetto ideato e supervisionato da un Comitato scientifico composto da IVASS, istituto per la Vigilanza sulle Assicurazioni, CeTIF di Università Cattolica, Reply, Aon Benfield Italia, quattro compagnie assicurative e tre banche. Tra le compagnie assicurative coinvolte ci sono Mediolanum Assicurazioni, Cgeas, Nobis Filo Diretto e Reale Mutua, mentre le tre banche che hanno aderito al progetto sono Banca Mediolanum, Banca Popolare di Sondrio e Ubi Banca⁵⁶. Si tratta della prima sperimentazione di gruppo in ambito assicurativo basato su blockchain da parte di realtà italiane nel mercato domestico. La sperimentazione si pone l'obiettivo di verificare la possibilità di abilitare le imprese assicurative a creare nuove polizze smart parametriche per rispondere alle nuove complesse richieste provenienti dal mercato. L'utilizzo di una piattaforma *blockchain based*, degli smart contract e degli oracoli che abilitano l'utilizzo di polizze parametriche, ha reso possibile la creazione di prodotti a rimborso garantito e autoliquidante in caso di sinistro garantendo inoltre la riservatezza delle informazioni degli assicurati. Il progetto fornisce la possibilità alle imprese assicurative di personalizzare la configurazione dei prodotti e di monitorare l'avanzamento dello stato della polizza in maniera più veloce ed efficiente, il cliente dal canto suo ha la possibilità di acquistare comodamente da casa sua con pochi click un prodotto totalmente innovativo, digitalizzato e soprattutto trasparente. Le tre polizze proposte sono legate al mondo dei viaggi: copertura del rischio maltempo durante il soggiorno, ritardo del volo aereo e smarrimento bagaglio. Nel dettaglio questo è il funzionamento: in fase di stipula della polizza sono definite date e destinazione del soggiorno, in caso di maltempo l'oracolo trasmette i dati sulle precipitazioni al sistema che automaticamente, grazie ad uno specifico smart contract, attiva la procedura di rimborso che a sua volta verrà eseguita automaticamente senza la necessità da parte

⁵⁶ insuranceblockchainsandbox.com

dell'assicurato di dover aprire alcun contenzioso sul sinistro. La seconda funziona in modo simile, quando l'oracolo registra un ritardo rispetto all'orario in cui doveva partire o arrivare il proprio volo aereo, si attiva lo smart contract che prevede al rimborso automatico dell'indennizzo. Mentre per l'ultima polizza funziona in modo meno automatico in quanto l'assicurato deve provvedere a caricare il modulo di smarrimento bagagli nella pagina web dedicata, dopodiché anche in questo caso, il processo di rimborso da parte della compagnia assicurativa è rapido e automatico.

I risultati della sperimentazione sono positivi, la *customer experience* è stata migliorata, il tempo minimo di sottoscrizione registrato è di soli 6 minuti, è stata stimata una riduzione del 60% dei costi operativi rispetto a un prodotto assicurativo tradizionale dovuti all'efficientamento della fase di apertura sinistri e liquidazione rimborsi⁵⁷. A certificare il successo del progetto, che è stato aperto al pubblico nel secondo trimestre del 2020, le parole di Maria Angela Albertotti, Responsabile Welfare and Protection di Ubi Banca *"La sperimentazione svolta in UBI Banca che consideriamo un'esperienza di successo, ci ha permesso di emettere prodotti assicurativi parametrici a rimborso garantito e potenzialmente automatico, costruiti su Smart Contract e di gestire il ciclo di vita della polizza in maniera più efficiente e trasparente, grazie alla tecnologia Blockchain che permette il perfetto allineamento tra i diversi attori (Compagnia, Banca, Cliente, etc.). Sicuramente una nuova frontiera non solo per rispondere ai bisogni dei nostri clienti ma anche per superare le loro aspettative"*. Demetrio Migliorati, Innovation Manager di Banca Mediolanum, valuta così la tecnologia blockchain *"...Mette in evidenza le potenzialità della tecnologia a favore del Cliente finale, non solo per la eccezionale tempestività con la quale può garantire la liquidazione di un eventuale sinistro, ma per le doti di trasparenza e sicurezza che garantisce intrinsecamente. È importante sottolineare come i progetti distributed attivino un grande clima di collaborazione tra i vari partecipanti con i quali comunemente e armoniosamente si costruiscono i casi d'uso"*.

⁵⁷ Reply.com, Insurance Blockchain Sandbox: un successo le prime micro-polizze parametriche a rimborso automatico basate su tecnologia blockchain e smart contract

2.6 APPLICAZIONE ORGANIZZAZIONI PUBBLICHE

Anche all'interno delle organizzazioni pubbliche negli ultimi anni sta crescendo la consapevolezza, l'interesse e la conoscenza verso la tecnologia blockchain, il 30% ne ha una conoscenza pratica, il 56% almeno una conoscenza teorica, ha dimostrato la ricerca "Blockchain in the Public Sector" condotta da BDO, multinazionale leader nel mondo dei servizi di consulenza e revisione aziendale. La ricerca è stata centrata su 250 senior manager per l'89% appartenenti all'area EMEA, il 9% all'America e 2% area Asia-Pacifico, e operativi nei seguenti settori: pubblico generico 6%, istituzioni private 14%, istituzioni Pubbliche 80%. Seppur i sopracitati dati sulla consapevolezza delle potenzialità di questa tecnologia siano confortanti non lo sono altrettanto quelli sull'utilizzo concreto; infatti solo l'8% ha lanciato reali progetti che utilizzano la blockchain, il 35% dichiara di essere in fase di sperimentazione e il 43% ne sta studiando le potenzialità per i possibili utilizzi⁵⁸.

Il nostro Paese dimostra grande interesse in questo ambito applicativo, i progetti e le risorse stanziati sono in crescita come dimostrato da una parte dai numeri riportati dall'Osservatorio Blockchain & Distributed Ledger del Politecnico di Milano, e dall'altro dalla partecipazione dell'Italia all'European Blockchain Partnership.

Con la Legge di Bilancio 2019 sono stati stanziati 45 milioni di euro, 15 all'anno per il triennio che va dal 2019 al 2021 per progetti basati sulla Blockchain, sull'Intelligenza Artificiale e sull'*Internet of Things*, con lo scopo ultimo di aumentare la competitività e la produttività del sistema economico del Paese.

All'interno del comparto la percentuale più alta dei partecipanti disposti a riprogettare i propri processi e funzioni, appartiene al settore della Pubblica Amministrazione 28%, che comprende governi, enti federali e corporation governative, seguita dalle Amministrazioni Municipali 20%, e infine Sanità e Servizi Sociali 15%. Usufruento di questa tecnologia nella PA si registrerebbero dei vantaggi per tutti gli attori coinvolti

⁵⁸ (2020), "Blockchain in the Public Sector", BDO Global Survey, https://www.bdo.global/getmedia/823cc441-bf95-4da5-adde-4f9785d02f2b/BDO-blockchain_2020_General.pdf.aspx.

quali i cittadini, le aziende e i professionisti che quotidianamente interagiscono con i vari uffici dell'amministrazione pubblica, che ad oggi continuano a scontrarsi con una burocrazia obsoleta che genera inefficienze e lungaggini. Le caratteristiche della blockchain, trasparenza, immutabilità e tracciabilità, fanno sì che i processi interni alla PA si semplifichino evitando falle di sistema e garantendo un monitoraggio più puntuale, che si traduce in maggior valore per chi richiede il servizio in termini di tempo, sicurezza e fiducia. Primi tra tutti a beneficiare dell'upgrade sarebbero tutti i processi che richiedono transazioni monetarie, prenotazioni, ricerca di documenti. La digitalizzazione dei servizi alleggerirebbe la burocrazia con risparmi significativi per entrambe le parti coinvolti nelle transazioni. Il dialogo tra le diverse istituzioni che operano nei settori della PA diverrebbe più veloce e semplice, poiché poggierebbe le basi su una tecnologia capace di gestire i dati garantendo l'unicità degli stessi, la sicurezza e la trasparenza delle informazioni scambiate. Il controllo potenziato dato dal decentramento aiuterebbe a combattere evasione fiscale, criminalità, corruzione oltre a migliorare il servizio offerto ai cittadini.

La blockchain riuscendo a ridurre i costi, le frodi, e spesso anche la complessità delle operazioni, potrebbe rappresentare uno strumento incredibilmente utile agli enti pubblici per offrire servizi ai cittadini più efficaci ed efficienti. Date le sue caratteristiche risulta quindi perfetto per ripensare le procedure amministrative e la governance dei territori in questo senso, garantendo ai cittadini servizi trasparenti, una gestione affidabile delle informazioni personali, così da ripristinare anche la fiducia nella pubblica amministrazione. Attraverso la gestione decentralizzata è il cittadino per mezzo del proprio profilo digitale a controllare i dati derivanti dallo scambio di informazioni tra il singolo utente e l'istituzione locale, non più quindi un database centralizzato in cui confluiscono i dati di tutta la popolazione.

Sono numerosi gli ambiti in cui sarebbe possibile applicare la blockchain, potendo così creare nuovi e migliori servizi per i cittadini e facilitando la gestione del management dei territori, alcuni ambiti in cui l'applicazione risulterebbe più immediata e rapida come per la gestione del registro dell'anagrafe o quello del catasto, altri in cui sarebbe necessario introdurre delle modifiche alle attuali amministrazioni e sistemi locali per poter agevolare l'implementazione della blockchain. E' purtroppo vero che il

nostro paese si trova culturalmente ancora arretrato per poter apprendere e utilizzare in modo adeguato le innovazioni tecnologiche messe a disposizione agli utenti dal progresso in ambito IT. A certificare il nostro deficit sul livello di informazione e di digitalizzazione ci ha pensato la classifica Europea basata sull'indice DESI, Digital Economy and Society Index, che ci colloca al quartultimo posto. Salvatore Pidota con l'articolo *“Come la blockchain può cambiare la pubblica amministrazione locale”* pubblicato nel più autorevole sito d'informazione per la blockchain Network Digital360, riporta quattro modifiche graduali da apportare ai sistemi locali per facilitare tale passaggio:

- Miglioramento dei processi amministrativi dell'ente locale: attraverso l'implementazione di progetti sperimentali di blockchain applicati a singole funzioni e procedure, per prendere coscienza delle potenzialità offerte;
- Istituzione di una infrastruttura locale di blockchain: creare una *“dorsale tecnologica”* su cui poggiare la blockchain in modo tale che il passaggio sia il più fluido possibile;
- Decentramento dei ruoli governativi locali: avviare un processo di riorganizzazione di alcune funzioni a basso valore aggiunto sostituite grazie alle funzionalità della rete P2P basata su blockchain;
- Trasformazione della governance dei territori: rendere più democratico, partecipativo ed efficiente il processo di gestione attraverso applicazioni che sfruttano la blockchain per avvicinare i cittadini e le imprese locali ai servizi pubblici⁵⁹.

Risulta quindi evidente che per passare ad una gestione dei servizi tramite applicativi blockchain e fornire un effettivo guadagno in termini di efficienza all'utilizzatore finale, non basta solamente la volontà nel muoversi in questa direzione degli amministratori delle società del settore pubblico, ma ce bisogno prima di tutto delle infrastrutture giuste per poter dare la possibilità a tutti i cittadini di prendere parte alla rivoluzione digitale attivamente. A questo si aggiunge la necessità di formare la popolazione

⁵⁹ Agendadigitale.eu

all'utilizzo degli strumenti offerti dal processo di digitalizzazione, perchè saranno loro, una volta ultimata la fase di sperimentazione, a doversi confrontare con le potenzialità delle innovazioni e conoscere gli strumenti utilizzati dalla Pubblica Amministrazione.

In Italia la regione più attiva è la Lombardia con ben tre progetti attivi, due dei quali riguardano la tracciabilità e la consultazione della filiera alimentare e un terzo sviluppato nel comune di Cinisello Balsamo sugli asili nidi, denominato "Nidi gratis". Spostandoci a sud dello stivale, il comune di Bari ha avviato una collaborazione con SIA, attraverso la sua infrastruttura SIChain, per un progetto che mira a digitalizzare il processo di gestione delle polizze fideiussorie tramite la tecnologia blockchain. Sarà possibile dunque smaterializzare tutto l'iter per certificare le informazioni relative alle garanzie da parte delle banche, assicurazioni e intermediari finanziari, il tutto grazie soprattutto agli smart contract in grado di verificare automaticamente i contratti e gli accordi. Si tratta del primo progetto in Italia che utilizza la *Distributed Ledger Technology* (DTL) nella Pubblica Amministrazione in ambito fideiussioni, un fiore all'occhiello per il comune di Bari e la sua amministrazione che attraverso il primo cittadino Antonio Decaro dichiara *"Il progetto che abbiamo intrapreso in collaborazione con SIA, ci permetterà di attuare le policy in materia di sviluppo di nuove tecnologie, con un significativo progresso nella digitalizzazione, con l'idea che incrementando le esperienze collegate all'utilizzo della DLT si possano generare soluzioni idonee a supportare l'operato delle PA e, al tempo stesso, innescare inediti scenari di sviluppo tecnico ed occupazionale. Questa iniziativa vuole essere una delle gemme pronta a sbocciare e moltiplicarsi, a dare frutti che possano portare valore, tanto nel mondo pubblico che in quello delle aziende private, facendo da traino anche ad altre pubbliche amministrazioni per avviare esperienze analoghe. Bari ha già raccolto la sfida dell'innovazione"*⁶⁰.

⁶⁰ comune.bari.it

2.6.1 CASO STUDIO – NIDI GRATIS

Come anticipato nel paragrafo precedente all'interno del programma Open Innovation di Regione Lombardia si è distinto il progetto Nidi Gratis, iniziato con l'anno accademico 2019-2020 e riproposto per quello 2020-2021, per sostenere le famiglie che si trovano in difficoltà economico-sociale, per conciliare il dualismo vita-lavoro e garantire l'accesso ai servizi per l'infanzia. Per queste famiglie la Regione ha predisposto un bonus da richiedere in via semplificata e veloce tramite un'applicazione che utilizza una blockchain pubblica per accedere al bando regionale. Il bando prevede l'azzeramento della retta del asilo nido verificato il rispetto di determinati requisiti, controllo che avviene automaticamente grazie alla blockchain. La piattaforma è accessibile via web e tramite una mobile app, su cui si verificano automaticamente il rispetto dei requisiti per l'azzeramento della retta: Isee inferiore o uguale a 20000€, stato occupazionale, residenza, iscrizione all'asilo nido, dopodiché l'adesione al bando è immediata e l'utente potrà consultare i certificati sul proprio portafoglio digitale all'interno dell'applicazione. I dati certificano il successo della sperimentazione a cui hanno aderito il 50% delle famiglie di Cinisello, aventi i requisiti adatti, solo nelle prime ore di apertura del bando, di cui il 90% dei requisiti sono stati verificati automaticamente dal sistema registrando un tempo medio di presentazione della domanda di 7 minuti e 40⁶¹, riscuotendo un elevato grado di soddisfazione delle famiglie che hanno partecipato. Un esempio di come l'innovazione tecnologica ma soprattutto la blockchain possa apportare benefici sia per chi eroga il servizio pubblico che per chi ne usufruisce tant'è che Francesco Ferri, presidente di Lombardia Informatica, dichiara che *"Il Portafoglio digitale realizzato con tecnologia blockchain diventerà nei prossimi anni il punto di accesso unificato per godere dei servizi erogati dalla Regione Lombardia. Oltre alla misura Nidi gratis, stiamo progettando l'utilizzo di questa tecnologia per altri servizi rivolti ai cittadini come la Dote scuola (che coinvolge oltre 100.000 studenti) e la Dote sport (circa 20.000 atleti coinvolti)"*. Nel 2021 infatti la Regione Lombardia in associazione con ARIA, Azienda Regionale per l'Innovazione e gli Acquisti, mira a sviluppare degli applicativi basati su

⁶¹ comune.cinisello-balsamo.mi.it

blockchain per vari servizi pubblici, nella sanità per la gestione delle richieste d'esenzione del ticket ospedaliero, nell'istruzione per la certificazione del percorso formativo e lavorativo dei cittadini, nella gestione dell'emergenza Covid-19 per certificare il Passaporto di Immunità e per l'erogazione del Bonus Emergenza, e nell'edilizia per la presentazione della domanda di alloggio di edilizia residenziale pubblica. Il tutto a dimostrare che in Italia, come nel resto del mondo, qualcosa si è mosso grazie a studi e progetti pilota, e si può passare dalla fase di sperimentazione della tecnologia alla fase di applicazione in molti ambiti.

CAPITOLO 3: APPLICAZIONE E IMPLEMENTAZIONE DELLA BLOCKCHAIN PER GESTIRE IL SCM ATTRAVERSO I SISTEMI ERP

La blockchain è una tecnologia molto trasversale nella sua applicazione come abbiamo potuto constatare nel capitolo precedente, può essere utilizzata in diversi processi e dipartimenti all'interno di una stessa impresa o per la gestione di attività simili ma in imprese che operano in ambiti diversi. In questo terzo capitolo, dopo un'introduzione sull'ambiente Supply Chain, l'analisi si focalizzerà sulla gestione e implementazione della blockchain nelle varie fasi del Supply Chain.

3.1 SUPPLY CHAIN MANAGEMENT

Negli anni '80 a seguito dell'evoluzione dei mercati le organizzazioni hanno iniziato a comprendere l'importanza della gestione della supply chain. La domanda richiedeva con sempre più insistenza una riduzione dei tempi di consegna e un aumento della gamma dell'offerta, situazione alla lunga non sostenibile mantenendo l'isolamento organizzativo nei confronti degli altri elementi della filiera produttiva. Il tutto ha portato ad un nuovo approccio strategico basato sullo sviluppo in house di tutto ciò che l'impresa sa fare meglio e sull'affidare a provider esterni tutto il resto delle attività non core.

Ci sono altre ragioni per le quali risulta conveniente gestire la supply chain, in particolare possiamo individuarne altre tre. La prima trova evidenza nel fatto che sono poche le imprese che sono ancora integrate verticalmente, le aziende tendono sempre più a specializzarsi e ad esternalizzare le attività che non generano alta resa dei capitali investiti. La seconda motivazione riguarda la crescente competizione nazionale ed internazionale che rende estremamente selettivo il mercato di riferimento con il passaggio dalla produzione di massa verso la produzione personalizzata. Infine la consapevolezza acquisita nel corso degli anni da parte delle imprese sul fatto che

massimizzare le performance di un reparto o di una singola funzione non è detto porti ad ottimizzare le prestazioni dell'intera organizzazione o in questo caso, dell'intera supply chain.

Per le aziende risulta necessario quindi, per essere resilienti, modernizzare e semplificare le operazioni per minimizzare il *lead time* dei propri prodotti o servizi, intraprendere una gestione attenta e coordinata della supply chain da parte di tutti i partner così da rendere competitivo l'intero sistema.

La Supply Chain rappresenta le connessioni esistenti fra i diversi attori coinvolti nel ciclo di vita di un prodotto o servizio dal punto di vista di una data impresa. Sintetizzando le diverse definizioni, possiamo riassumere il concetto di SC in questo modo: "La Supply Chain è un insieme selezionato e duraturo di entità autonome e indipendenti sotto il profilo proprietario, ma che sono accumulate dall'operare insieme attraverso l'integrazione di alcuni processi aziendali affinché sia possibile rendere disponibili i prodotti, i servizi e le informazioni che aggiungono valore per i clienti, a partire dai consumatori finali risalendo fino ai primi fornitori di materie prime"⁶².

Analizzando la struttura delle diverse Supply Chain si possono individuare i seguenti tratti comuni:

- Ne fanno parte tutte le attività e i processi necessari a fornire un prodotto o servizio al consumatore finale;
- Il numero di aziende che ne fanno parte dipende dalla lunghezza della SC, non vi sono limiti di numero o partecipanti;
- Ogni partecipante alla catena può essere sia fornitore sia cliente;
- I prodotti fluiscono dai fornitori verso i clienti mentre le informazioni sulla domanda e sul mercato generalmente in verso opposto.

⁶² R. Pinna, (2006), "l'evoluzione nella dimensione organizzativa della Supply Chain: Dalla gestione di un flusso alla gestione di una rete", Franco Angeli.

3.1.1 ATTORI

Gli attori coinvolti nella gestione della catena di fornitura possono variare oltre che per il ruolo ricoperto sia per natura che per dimensione, possiamo dunque suddividerli in due macro tipologie differenti: gli agenti di produzione e gli agenti di servizio.

Nella prima categoria, gli agenti di produzione, sono compresi anche se non sempre tutti presenti: i punti vendita al dettaglio, i punti vendita all'ingrosso, i centri di distribuzione (punti di stoccaggio e smistamento), gli impianti di produzione in senso stretto (tutti i fornitori della rete logistica). Nella seconda categoria, gli agenti di servizio tra cui: le aziende di trasporto che si occupano del trasferimento fisico delle merci, le aziende di servizi di supporto agli agenti di produzione come servizi finanziari, gestione dei dati, ricerca e sviluppo.

Un'altra suddivisione degli attori che operano all'interno della supply chain può essere eseguita per zone di appartenenza, sulla base alla posizione che occupano all'interno della stessa catena. Ogni zona, e di conseguenza gli agenti che ne fanno parte, è caratterizzata dal tipo valore aggiunto che forniscono al prodotto finito, vengono identificate quattro tipi di zone differenti:

- Upstream zone: ne fanno parte tutti gli attori che trasformano le materie prime in componenti e semilavorati per le lavorazioni successive;
- Midstream zone: ne fanno parte tutti gli attori che producono i prodotti finiti partendo dai semilavorati;
- Downtream zone: ne fanno parte tutte gli attori che hanno un contatto diretto con il cliente, con cui scambiano informazioni, al quale consegnano il prodotto finito o erogano il servizio in cambio di un pagamento. La Downtream zone può assumere tre tipi di configurazioni in relazione al tipo di canale di vendita: canale diretto, differito e indiretto. Nel canale diretto questa zona viene bypassata, i prodotti finiti quindi passano direttamente dalla Midstream zone ai clienti, nel canale differito invece i prodotti finiti vengono spediti agli agenti che si occupano di personalizzare e confezionare prima della consegna agli utilizzatori finali,

infine nel canale indiretto entrano in gioco diversi players appartenenti a diversi livelli di distribuzione, grossisti e dettaglianti prima di giungere ai clienti finali;

- Reverse zone: ne fanno parte gli attori che si occupano della logistica di ritorno di tutte le zone precedenti quindi sia dei prodotti finiti che delle materie prime e semilavorati. Tipiche operazioni di quest'area sono le rilavorazioni, riparazioni, recupero, riciclaggio, resi per prodotti difettosi, indesiderati o a fine ciclo di vita⁶³.

3.1.2 POSIZIONAMENTO DELLE ORGANIZZAZIONI NELLE RETI

Ogni supply chain può essere pensata come un una fitta rete di relazioni cliente-fornitore, che si differenziano per durata e intensità, quelle più intense e durature riguardano le strategie di business volte a creare valore aggiunto per i clienti e le altre organizzazioni coinvolte, quelle meno intense possono essere definite di supporto, si pensi a tutte le attività di trasporto fisico e le operazioni contabili. Il posizionamento degli attori all'interno del network di imprese coinvolte è funzione del ruolo che essi andranno a ricoprire, del modello di relazione, dalle caratteristiche della rete, e dai fattori ambientali che ne determinano il contesto di riferimento.

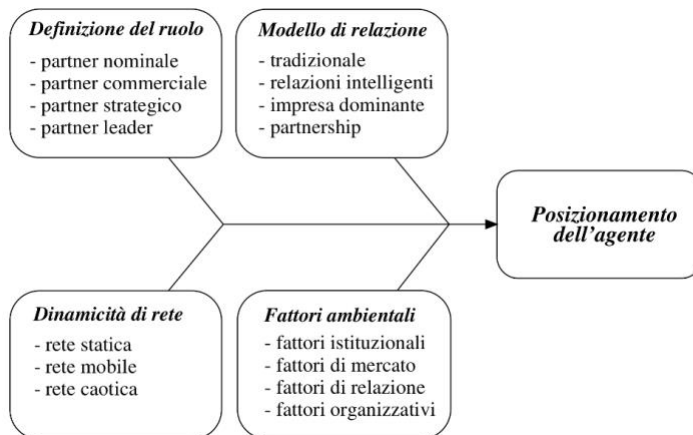


Figura 3 "Percorso Di Posizionamento Dell'agente Nella Rete", Fonte: F. Costantino, G. Di Gravio, M. Tronci, (2007) "Supply Chain Management E Network Logistici: Dalla Gestione Della Partnership Al Risk Management", Hoepli.

⁶³ F. Costantino, G. Di Gravio, M. Tronci, (2007) "Supply Chain Management E Network Logistici: Dalla Gestione Della Partnership Al Risk Management", Hoepli.

Il ruoli che le aziende ricoprono all'interno delle reti possono essere classificati sulla base del numero e tipologia delle transazioni effettuate, quindi:

- Partner nominali: comprendono le organizzazioni che forniscono un contributo alla catena sotto forma di prodotti o servizi fondamentali per il funzionamento della catena, ma facilmente sostituibili da nuove collaborazioni questo perché offrono servizi di collegamento tra gli altri partner o di supporto, come servizi finanziari, logistici, telecomunicazioni. Il successo di queste società non dipende dal successo della rete e spesso fanno parte anche di altre reti;
- Partner commerciali: le organizzazioni che ne fanno parte svolgono un ruolo fondamentale per la rete, si occupano di gran parte delle attività di acquisto e vendita, realizzano l'intero ciclo di produzione, ordine, consegna, pagamento interfacciandosi esclusivamente con le aziende del network. Il successo dei partner commerciali dipende dal successo della rete di cui ne caratterizzano il business;
- Partner strategici: rientrano in questa categoria agenti che pur svolgendo attività proprie di partner nominali, per la posizione in cui si trovano in punti critici della catena, hanno un'importanza strategica fondamentale è quindi interesse dell'intera catena sviluppare con questi soggetti relazioni di tipo strategico così da colmare i gap informativi e di allineamento. Non solo incentivando la cooperazione e la fedeltà sulla sola base di accordi economici ma anche garantendo accesso a informazioni chiave e accordi contrattuali favorevoli;
- Partner leader: è colui che concepisce e sviluppa fin dalla nascita la rete, detta le linee guida delle strategie di business, mantiene allineate verso l'obiettivo comune le attività dei diversi partner. Ha il controllo degli accessi alla rete riguardo la tecnologia, il mercato, le risorse scarse, i capitali, definisce i livelli di informazione standard per la rete e crea delle forti barriere all'entrata⁶⁴.

⁶⁴ F. Costantino, G. Di Gravio, M. Tronci, (2007) "Supply Chain Management E Network Logistici: Dalla Gestione Della Partnership Al Risk Management", Hoepli.

In base al tipo di relazioni tra i partner viene definito il grado di competitività della rete, e di conseguenza i livelli di stabilità e turnover:

- Rete statica: le organizzazioni gestiscono in via esclusiva il ciclo tramite contatti di licenza o relazioni consolidate nel tempo;
- Rete mobile: si alternano nel tempo diversi partner, a causa di esigenze specifiche dei prodotti;
- Rete caotica: partner diversi si alternano all'interno del ciclo, perché forniscono un prodotto o servizio standard facilmente sostituibile o perché soggetto ad assegnazione tramite asta⁶⁵.

E' possibile schematizzare ora la bontà delle relazioni tra partner della catena, valutando quattro tipi di modelli sottostanti le scelte di business che differiscono per durata e interdipendenza del rapporto:

- Modello tradizionale: rappresenta il livello zero delle relazioni tra gli attori, tipico dei contratti di fornitura, l'obiettivo comune tra fornitori e clienti è quello di una considerevole riduzione dei costi. La filosofia di fondo è quella che nessun partner è fondamentale e quindi facilmente rimpiazzabile, le valutazioni delle relazioni si basano sul vendor rating e sulla competizione tra fornitori/clienti;
- Modello delle relazioni intelligenti: rappresenta un primo passo verso l'integrazione e l'evoluzione della catena di fornitura, i partner sono forti e mirano a consolidare e accrescere la propria posizione di mercato, l'obiettivo comune tra fornitori e clienti è la riduzione degli sprechi e dei costi attraverso lo scambio, seppur limitato, di informazioni. Anche se coordinati l'un l'altro gli attori restano ancora fortemente indipendenti;
- Modello dell'impresa dominante: rappresenta un modello che si trova in contrapposizione agli altri poiché vede un'unica impresa al centro della catena. L'organizzazione in questione sviluppa un modello di business integrato verticalmente, forte della stretta sincronia sviluppata con i fornitori, fedeltà dei

⁶⁵ F. Costantino, G. Di Gravio, M. Tronci, (2007) "Supply Chain Management E Network Logistici: Dalla Gestione Della Partnership Al Risk Management", Hoepli.

clienti e del potere di mercato acquisito negli anni, con cui decide le sorti e lo sviluppo dell'intera supply chain;

- Modello di partnership: rappresenta l'evoluzione ultima della supply chain, in cui il coordinamento visto nel modello delle relazioni intelligenti diventa collaborazione a tutti gli effetti. Il successo competitivo delle imprese che ne fanno parte è determinato dal corretto funzionamento della catena, lo scopo è comune, lo scambio di informazioni va oltre i programmi di produzione, comprende i processi di innovazione, i piani di ricerca e sviluppo e l'evoluzione della tecnologia. Tutti i players lavorano seguendo un'unica visione di collaborazione con l'intento di rinforzarsi a vicenda⁶⁶.

In ultima analisi per definire il rapporto tra le organizzazioni, bisogna tener conto anche del contesto di riferimento in cui esse operano e da cui vengono influenzate e modificano l'operato quotidiano e il posizionamento nel mercato di riferimento:

- Fattori istituzionali: caratteristiche del contesto macroeconomico di riferimento, localizzazione fisica e logica, fattori economici generali;
- Fattori di mercato: propri delle interazioni tra imprese e clienti, prodotto e segmento di mercato, grado di frequenza degli acquisti;
- Fattori di relazione: caratteristiche delle relazioni tra i partner, relazione con le altre organizzazioni, ambiguità della performance, costi di transazione;
- Fattori organizzativi: propri dei singoli partner, strategia di produzione, tipo di prodotto, proposta di valore, risorse, potenziale di apprendimento⁶⁷.

⁶⁶⁻⁶⁶ F. Costantino, G. Di Gravio, M. Tronci, (2007), "Supply Chain Management E Network Logistici: Dalla Gestione Della Partnership Al Risk Management", Hoepli.

3.1.3 GRADO DI COLLABORAZIONE

Alla base dei rapporti di interdipendenza tra imprese operanti nella stessa catena si trovano i concetti di collaborazione e coordinamento. Il coordinamento rappresenta una relazione poco formalizzata in cui lo sforzo di condivisione si limita alla diffusione delle informazioni lasciando la gran parte della responsabilità e autorità alle singole aziende facenti parte della catena. Invece la collaborazione si può definire come: "L'integrazione o il collegamento tra diversi settori di un'organizzazione o di organizzazioni differenti per raggiungere un insieme di obiettivi comuni"⁶⁸

Il passaggio dal coordinamento alla collaborazione è dettato dall'introduzione di strumenti specifici per condividere la mission della supply chain, integrare i processi e le informazioni, attraverso una pianificazione che tenga conto e distribuisca i rischi e i benefici. E' doveroso inoltre introdurre il concetto di mutualità che misura quanto un agente è disposto a rinunciare a obiettivi e linee di condotta individuali per aumentare la performance collettiva della catena e contemporaneamente migliorare la propria posizione. In presenza di tale condizione il coordinamento può evolversi in collaborazione in seguito alla definizione di strutture decisionali e direzionali comuni, che fanno sì che vengano condivise le risorse e ci sia un confronto continuo e congiunto nello sviluppo dei prodotti.

Si possono incontrare quattro differenti configurazioni di supply chain indagando su due degli elementi centrali per i rapporti di collaborazione, il livello di condivisione delle informazioni e la gestione e pianificazione delle scorte:

- Primo livello: livello zero, troviamo la supply chain tradizionale, caratterizzata da semplici contatti di fornitura tra cliente e fornitore, ordini di produzione e di acquisto evasi senza considerare la condizione soprattutto del magazzino degli altri attori, assenza di collaborazione formalizzata. Non essendoci informazioni

⁶⁸ F. Costantino, G. Di Gravio, M. Tronci, (2007) "Supply Chain Management E Network Logistici: Dalla Gestione Della Partnership Al Risk Management", Hoepli.

condivise sul effettiva domanda attuale, i manager tendono ad una gestione incerta e non organizzata.

- Secondo livello: troviamo lo scambio di informazioni, gli attori continuano ad ordinare indipendentemente ma mettono a disposizione i piani d'azione per coordinare la programmazione di lungo termine e le capacità produttive, riducendo notevolmente l'incertezza, eliminando i ritardi di trasmissione degli ordini potendo implementare sistemi di controllo specifici per cliente.
- Terzo livello: troviamo il vendor managed replenishment, in cui il cervello della supply chain è il partner principale che ha la responsabilità di gestire l'attività di generazione degli ordini per garantire i livelli di scorte di tutti gli altri attori della catena e dei punti vendita. Il controllo in questo livello è centralizzato, il leader definisce i processi dedicati per individuare i livelli di magazzino avendo a disposizione le stesse informazioni degli agenti.
- Quarto livello: al più alto livello si colloca la sincronizzazione della supply chain, in cui le scelte di approvvigionamento sono prese tenendo conto dei bisogni; da una parte dei clienti e dall'altra con quelli di pianificazione della produzione e delle materie prime dei fornitori. I dati sulla domanda dei clienti finali vengono trasmessi agli agenti che si trovano ai livelli più alti della catena, i quali si fanno carico della programmazione allineando lo schema ordini-consegne-domanda, facendo aumentare la conoscenza e riducendo la variabilità.

3.2 SCM PROCESS

Gestire Il Supply Chain Management è un modo per incrementare la competitività e la soddisfazione del cliente riducendo l'incertezza intrinseca nel mercato.

“Il Supply Chain Management può essere definito come il sistemico coordinamento strategico delle tradizionali funzioni aziendali di business e delle tattiche, all'interno di ogni organizzazione e lungo la catena di distribuzione, che ha l'obiettivo di migliorare le prestazioni di lungo periodo dei diversi attori che operano lungo la supply chain. Attraverso le funzioni di una particolare organizzazione e attraverso i business lungo la supply chain”⁶⁹.

Il SCM è considerato un vantaggio competitivo ed un fattore di differenziazione perché conferisce un'immagine di modernità ed efficienza alle imprese che investono nello sviluppo della supply chain attiva e coesa. Il SCM è differente per ciascuna tipologia di catena ma comprende una serie di processi comuni caratterizzati a loro interno da micro-attività che ne definiscono una struttura universale di base che descrive la quasi totalità dei casi. Il Supply Chain Management può essere visto come un sistema costituito da fornitori, produttori e distributori collegati da un flusso di materiali, informazioni, risorse finanziarie comuni che vengono scambiate lungo la filiera con l'obiettivo di offrire un prodotto il più possibile vicino alle esigenze del consumatore finale. Perché ciò avvenga è quindi indispensabile per le aziende sviluppare un sistema integrato e condiviso sia internamente che esternamente di pianificazione e controllo del flusso soprattutto per ottimizzare le risorse e i tempi di produzione e consegna dei beni.

In questa ottica B.D. Jaspersen e T.S. Larsen nel testo Supply Chain Management-in Theory and practice forniscono questa definizione *“The SCM is the management of relations and integrated business processes across the supply chain that produces products, services and information that add value for the end customer”*. Tale definizione

⁶⁹ Digital4.biz; Supply Chain Management

utilizza tre importanti *keywords* che necessitano di una spiegazione più approfondita e da cui è possibile sviluppare delle considerazioni. Il primo termine su cui è importante fermarsi è *relations*, le relazioni con cui gli autori intendono fare riferimento a tutte le attività volte a stabilire, mantenere e sviluppare collaborazioni di business con i partners della supply chain. La seconda *keyword* è *intergrated*, l'integrazione dei processi, intesa come uno strumento di coordinamento tra le diverse funzioni aziendali e tra i diversi attori della filiera che si trovano al di fuori dei confini organizzativi della singola azienda. L'integrazione dei processi come strumento di coordinamento in tre diversi ambiti aziendali. L'ambito organizzativo fa riferimento alla creazione di teams interaziendali che lavorano congiuntamente su uno stesso progetto, l'ambito tecnologico fa riferimento ai sistemi di informazione e comunicazione per lo scambio elettronico tramite internet dei dati come EDI, Electronic Data Interchange, o i software aziendali o interaziendali di gestione dei dati come ERP System, infine l'ambito strategico e di pianificazione comprendente la condivisione e scambio dei dati riguardanti gli ordini, le previsioni di vendita, i piani di produzioni, e le campagne di vendita e marketing. In ultima analisi la definizione di Jaspersen e Larsen introduce un ultimo ma fondamentale concetto, i *business proces*, intesi come i processi interni alla supply chain direttamente collegati alla produzione di prodotti, servizi e informazioni e ai sistemi informativi e di supporto connessi alla gestione della supply chain.

Su questo argomento non esiste una chiave di lettura univoca, infatti consultando varie fonti, è emerso che gli esperti del settore utilizzano approcci simili ma con delle piccole differenze quando si tratta di delineare i processi fondamentali che definiscono e gestiscono la supply chain. Per questo motivo ritengo sia opportuno riportare la configurazione proposta dal Supply Chain Council come base per le successive considerazioni. Il Supply Chain Council (SCC) è un'organizzazione internazionale no-profit, fondata nel 1996 da un consorzio di 69 organizzazioni, il cui framework e metodologia mira ad aiutare i membri delle organizzazioni nel migliorare le performance delle proprie supply chain.

Il framework teorizzato dal SCC, e ampiamente accettato nell'intero mondo manifatturiero, è il modello SCOR (Supply Chain Operations Reference), che appunto consente alle organizzazioni di determinare e confrontare rapidamente le prestazioni

delle catena di fornitura e delle operazioni correlate all'interno della propria organizzazione e rispetto alle altre organizzazioni. Lo SCOR assume che una qualsiasi supply chain sia costituita da cinque macro processi: pianificazione (plan), approvvigionamento (source), trasformazione (make), distribuzione (deliver) e restituzione (return) che si ripetono continuamente lungo la supply chain⁷⁰. Nei paragrafi successivi, partendo dalle definizioni dei processi offerte dal SCC, verranno esplicitati i singoli macro processi sopracitati illustrando le attività coinvolte e gli strumenti utilizzati per gestirli.

3.2.1 PIANIFICAZIONE

Secondo il Supply Chain Council il processo di pianificazione *“describe the planning activities associated with operating a supply chain. This includes gathering customer requirements, collecting information on available resources, and balancing requirements and resources to determine planned capabilities and resource gaps. This is followed by identifying the actions required to correct any gaps”*⁷¹. Lo scopo principale di tale processo, e delle attività che ve ne fanno parte, è quello di bilanciare a monte la domanda di mercato con la capacità produttiva dell'intera catena e quindi di tutte le aziende coinvolte. Quindi di elaborare un piano strategico in grado di soddisfare nel migliore dei modi le richieste del *demand plan*. Questo processo se confrontato con i successivi è l'unico non operativo in senso stretto e avviene temporalmente prima degli altri perché le decisioni prese in questa fase andranno ad influenzare gli altri processi. All'interno di questo processo rientrano le attività volte a raccogliere le preferenze dei clienti, le informazioni sulle scorte e sulle risorse disponibili lungo la catena per

⁷⁰ Krajewskj L.J., Ritzman L.P., Malhotra M.K., Grando A., Secchi R. (2015), “Supply Chain Management, Strategie, processi, performance”; Pearson Italia.

⁷¹ SCC, “Supply Chain Operation Reference (SCOR) model Overview-Version 10.0”, PDF. Downloads/SCC_SCOR_Overview.pdf .

determinare le capacità pianificate e le carenze di risorse materiali di materie prime, semilavorati e prodotti finiti, e immateriali come risorse umane. Rientrano inoltre le scelte di esternalizzazione di talune attività, scelte di configurazione della supply chain, dei partner, delle modalità di distribuzione e dei canali di vendita. E' un processo molto importante perché incide sui processi successivi che definiscono il SCM; nel processo di approvvigionamento sulle politiche d'acquisto, il *lead time* di fornitura e sulle scorte di sicurezza, nel processo di trasformazione sull'allocazione della capacità produttiva, delle risorse, delle scorte e della produzione, nel processo di distribuzione la segmentazione dei clienti e negli slot temporali di consegna ⁷². Come abbiamo accennato precedentemente durante il processo di pianificazione viene elaborato il piano predittivo per allineare l'offerta alla domanda di mercato quindi delle risorse produttive necessarie a coprire il fabbisogno richiesto dagli obiettivi strategici, e agevolare lo scambio di informazioni con i processi più operativi e i collaboratori esterni. Passo fondamentale è quindi ricercare una conformità di linguaggio tra i diversi sistemi di pianificazione interni e quelli adottati dai players delle supply chain, per poter dialogare e scambiare informazioni e dati, ambito in cui risulterà utile e interessante l'applicazione di soluzioni basate sulla tecnologia blockchain.

I sistemi informativi, di analisi e modellizzazione utilizzati in questa fase rientrano nella categoria Strategic Planning di lungo periodo, e utilizzano modelli matematici basati sulle informazioni aziendali, livelli di scorte, capacità produttive e distributive, sulla previsione dei costi aziendali e sugli obiettivi di mercato. Questi cercano di fornire al management risposte su: individuazione i mercati da servire, localizzazione dei siti produttivi e dei centri di distribuzione, le capacità produttive, scelte di esternalizzazione, piani produttivi e distributivi di medio-lungo periodo per i nuovi prodotti ⁷³. Altri strumenti di pianificazioni rientrano invece nel Demand Planning, il quale permette di creare sulla base di modelli matematici e statistici dei piani previsionali della domanda tenendo conto anche di altri fattori come: eventi promozionali, ciclo di vita del prodotto,

⁷² S. Cavalieri, R. Pinto, (2018), "Orientare al successo la Supply Chain", Torino ISEDI.

⁷³ M. Bettucci, (2008), "Progettazione e Gestione della Supply Chain", PDF.

concorrenza e portafoglio prodotti. E infine come strumento di coordinamento e comunicazione il management ha a disposizione in questa fase di pianificazione il Master Planning, con cui allinea i successivi processi di approvvigionamento, produzione e distribuzione del medio termine con gli obiettivi aziendali. Esso si basa sull'output generato dal Demand Planning e permette di prendere decisioni riguardo il timing della produzione, le scelte *make or buy*, straordinari ecc, così da guidare il Production, Distribution e Transport Planning.

3.2.2 APPROVVIGIONAMENTO

*“The Source processes describe the ordering (or scheduling) and receipt of goods and services. The Source process includes issuing purchase orders, scheduling deliveries, receiving, shipment validation and storage, and accepting supplier invoices”*⁷⁴ il Supply Chain Council definisce l'approvvigionamento come il processo finalizzato a garantire le risorse necessarie per coprire la domanda di mercato, quindi descrive il processo di ordinazione e ricezione dei beni e servizi. Più precisamente il SCC include all'interno di questa fase di gestione del SCM: l'emissione ordini di acquisto, la programmazione delle consegne, la ricezione la convalida e lo stoccaggio delle spedizioni e l'accettazione delle fatture del fornitore. Più in generale quindi copre tutta la gestione dei contratti di fornitura che comprende la selezione, la certificazione e la valutazione dei fornitori⁷⁵ e la successiva gestione delle materie prime necessarie alla produzione.

Esistono diverse strategie di approvvigionamento che i manager decidono di intraprendere sulla base del fabbisogno aziendale, che differiscono principalmente per

⁷⁴ SCC, “Supply Chain Operation Reference (SCOR) model Overview-Version 10.0”, PDF. Downloads/SCC_SCOR_Overview.pdf .

⁷⁵ L.J. Krajewskj, L.P. Ritzman, M.K. Malhotra, A. Grando, R. Secchi, (2015), “Supply Chain Management, Strategie, processi, performance”, Pearson Italia.

numero di fornitori e esigenze di produzione e rischi collegati. Esistono due macro categorie di strategie⁷⁶:

- **Single (Double) Sourcing:** unico o massimo due fornitori, fanno sì che la relazione stabilita sia duratura e collaborativa, che si creino interdipendenze. Dal punto di vista del fornitore deve essere capace di soddisfare appieno le esigenze del cliente, che a sua volta richiede un elevato grado di personalizzazione e qualità. Il rischio principale connesso a questo tipo di relazione è la possibilità che un qualsiasi problema lato fornitore che sia di natura qualitativa o di tempistica può pregiudicare la realizzazione della commessa del cliente comportando enormi disagi e danni in termini economici;
- **Multi Sourcing:** come suggerisce la parola il cliente si appoggia su più fornitori per un unico tipo di componente, materia prima, servizio o prodotto, in questo caso il potere contrattuale è quasi totalmente nelle mani del cliente che può contare sulla continuità della fornitura, e su un prezzo di acquisto inferiore grazie alla concorrenza in fase di negoziazione. Di contro questo approccio richiede un maggiore esborso di risorse per la gestione e il monitoraggio di numerose relazioni di fornitura.

È possibile a questo punto effettuare una classificazione delle attività coinvolte nella fase di approvvigionamento sulla base della loro natura strategica e operativa⁷⁷. Le attività strategiche, sono quelle a più alto valore aggiunto e supportano la definizione del campo d'azione delle aziende, sono identificabili in:

- **Definizione caratteristiche prodotti/servizi:** elaborare un piano delle risorse da acquistare per poter portare a termine la produzione dei prodotti richiesti dalla domanda, in questa fase diventa fondamentale procedere con una previsione il più accurata possibile dei materiali necessari, quindi della distinta base e delle scorte di magazzino. Uno strumento largamente utilizzato soprattutto in ambito

⁷⁶ N. Slack, S. Chambers, R. Johnston, (2010), "Operations Management", Pearson Education Limited.

⁷⁷ P. Danese, P. Romano, (2006), "Supply Chain Management-la gestione dei processi di fornitura e distribuzione", McGraw-Hill.

manifatturiero è l'MRP, Material Requirement Planning, un sistema informativo che permette di prevedere sulla base della domanda di mercato la quantità di materiali necessari per la produzione e programmare gli ordini di riassortimento. Ha la capacità quindi di convertire i fabbisogni della gamma prodotti finiti in piani di approvvigionamento di tutti i componenti, materie prime e parti necessarie per la fabbricazione, specificando quando e quanto ordinare o produrre. L'MRP è efficace soprattutto nei sistemi industriali in cui utilizzando le stesse risorse di produzione vengono prodotti differenti prodotti per lotti, caratterizzati da grossi volumi di produzione e numerose fasi di assemblaggio. Estendendo il campo d'analisi all'intera organizzazione, il sistema MRP ha visto un'evoluzione integrando al suo interno finanza, contabilità, gestione dei fornitori, controllo delle scorte rispondendo all'acronimo di MRP II che sta per Manufacturing Resource Planning;

- Ricerca, certificazione e valutazione dei fornitori: stilare una lista di potenziali fornitori in grado di rifornire l'azienda acquirente con servizi e materiali necessari. Un team inter-funzionale dell'azienda acquirente valuta, attraverso le informazioni raccolte precedentemente e delle visite in loco, la capacità di soddisfare obiettivi di costo, qualità, puntualità delle consegne e flessibilità sul lato dei sistemi informativi e lato processo. Un punto fondamentale per la selezione è l'analisi dei costi totali di collaborazione che comprende: costi di acquisto, costi di spedizione, costi di mantenimento, costi amministrativi e *lead time*. Osservati e analizzati tutti gli aspetti della produzione e accertata l'accuratezza e la completezza della documentazione il fornitore può essere selezionato e entrare a far parte della catena di fornitura. Il processo di valutazione e certificazione non termina però in questo momento perché durante il rapporto di fornitura possono essere disposte ulteriori visite volte a monitorare il livello di performance fornito;
- Selezione e negoziazione: per procedere alla selezione dei fornitori, l'azienda invia ad ognuno di essi una richiesta formale d'offerta in cui deve essere specificate tutte le caratteristiche della fornitura: prezzo, quantità, qualità, tempi di consegna, metodo di pagamento, durata della relazione. Partendo dal preventivo di massima inizia la fase di negoziazione che punta a raggiungere un

contratto che soddisfi i requisiti di prezzo, qualità e servizio. La negoziazione e la successiva fase di collaborazione sono influenzati dall'orientamento dell'azienda rispetto alle relazioni con i fornitori, che possono essere di natura competitiva o cooperativa. Nel primo caso, l'orientamento competitivo *“considera la negoziazione tra acquirente e venditore un gioco a somma zero”*⁷⁸, in cui la parte forte con maggiore potere contrattuale e d'acquisto detta le regole della negoziazione e la parte debole non può far altro che accettare le condizioni proposte. Con questa modalità di accordo si tendono a privilegiare i vantaggi di breve termine rispetto a quelli di lungo, l'acquirente tenterà di strappare il livello di prezzo più basso possibile al fornitore. Nel secondo caso, l'orientamento cooperativo *“enfatica la partnership tra acquirente e venditore, ognuno dei quali supporta l'altro nella massima misura possibile”*⁷⁹. Fornitore e acquirente lavorano nella stessa direzione per instaurare una relazione di lungo periodo che mantenga standard elevati di qualità e vantaggi per ambo le parti, scambiando più informazioni possibili sulle commesse e sui piani di produzione futuri. Conseguenza diretta di questo tipo di relazione è la diminuzione del numero di fornitori che partecipano alla supply chain rendendone meno complessa la gestione, e coinvolgendo in maniera sostanziale gli attori a monte della filiera.

Le fasi operative invece, si occupano della movimentazione fisica dei flussi di merci e più in generale degli ordini, ne fanno parte:

- Emissione degli ordini: una volta arrivato l'ordine i fornitori se accettano la commessa evadono l'ordine attivando le attività tipiche del processo di vendita, registro delle specifiche d'ordine, accettazione dell'ordine e iter di avanzamento della commessa;

⁷⁸ L.J. Krajewskj, L.P. Ritzman, M.K. Malhotra, A. Grando, R. Secchi, (2015), “Supply Chain Management, Strategie, processi, performance”, Pearson Italia.

⁷⁹ L.J. Krajewskj, L.P. Ritzman, M.K. Malhotra, A. Grando, R. Secchi, (2015), “Supply Chain Management, Strategie, processi, performance”, Pearson Italia.

- Monitoraggio e controllo degli ordini: nel lasso temporale che va dall'emissione dell'ordine alla ricezione della merce, vengono attuate una serie di attività volte a monitorare: lo stato di avanzamento della commessa, il timing e il tracking;
- Post-acquisto e valutazione fornitori: un ultimo punto di contatto molto importante tra fornitore e cliente, che può determinare il continuo della relazione, fase in cui si risolvono i possibili problemi della fornitura, si forniscono informazioni aggiuntive sull'utilizzo dei prodotti consegnati, si gestiscono i reclami e si possono richiedere i pezzi di ricambio. Il cliente ha la possibilità in questa fase di valutare la totalità del servizio offerto dal fornitore basandosi su tre principali indicatori di performance: puntualità e affidabilità, flessibilità e livello di servizio⁸⁰.

3.2.3 TRASFORMAZIONE

“The Make processes describe the activities associated with the conversion of materials or creation of the content for services. It focuses on conversion of materials rather than production or manufacturing because Make represents all types of material conversions: assembly, chemical processing, maintenance, repair, overhaul, recycling, refurbishment, remanufacturing, and other material conversion processes. As a general guideline: these processes are recognized by the fact that one or more item numbers go in, and one or more different item numbers come out of this process”⁸¹. Riprendendo la definizione fornita dal Supply Chain Council i processi *make* descrivono le attività associate alla conversione, trasformazione di materiali e creazione dei contenuti dei servizi. Più che sul produrre questa fase concentra tutti i processi volti a trasformare i materiali in particolare: l'assemblaggio, lavorazione chimica, manutenzione, riparazione, revisione,

⁸⁰ G. Gottardi, (2008), “Nuovi modelli organizzativi e logistici per la competitività nella filiera del Metadistretto Calzaturiero Veneto”, Progetto di ricerca-Relazione finale, Distretto Calzaturiero Veneto.

⁸¹ SCC, “Supply Chain Operation Reference (SCOR) model Overview-Version 10.0”, PDF. Downloads/SCC_SCOR_Overview.pdf .

riciclaggio, ricondizionamento, rigenerazione e altri processi di conversione. In linea generale quindi, tutti quei processi che utilizzano come input degli elementi e restituiscono alla catena come output degli elementi diversi in grado di generare valore. Il processo di trasformazione dipende in prima analisi da come l'offerta decide di far fronte alla domanda di mercato, dai vincoli produttivi come ad esempio la capacità produttiva, dalla vision e mission dell'azienda ed a fattori esterni contingenti. Gli strumenti di pianificazione utilizzati dal management in questa fase della catena di fornitura sono: il Production Planning, simile al sopracitato MRP II, che è in grado di sviluppare un piano di produzione mediante algoritmi euristici che considerano vincoli di manodopera, risorse macchina, risorse ausiliare, il Production Scheduling che mira a minimizzare i costi relativi al piano di produzione considerando le priorità degli ordini, le date di scadenza degli ordini, i tempi di setup associati agli attributi del prodotto e le campagne di produzione oltre che dei vincoli del Production Planning.

I processi di produzione possono essere monofase o multifase, i più diffusi, in relazione alla presenza o meno di lavorazioni sequenziali. I processi multifase possono avere lavorazioni che richiedono tempi di esecuzione differenti, in questa fattispecie possono essere dotati di *Buffering*, aree di stoccaggio tra le fasi dove gli output di una fase vengono collocati in un area apposita prima di essere impiegati come input della fase successiva, questo processo è progettato per scongiurare l'insorgere di due possibili problemi. Il primo è il *blockcing* che si verifica quando le attività della fase 1 devono fermarsi perché la fase 2 non è in grado di accettare il lavoro svolto dalla fase 1, e lo *Starving* della fase 2 quando la fase 1 precedente, non riesce ad alimentare la fase 2.

Un punto chiave del processo produttivo è il *customer order decoupling point*, o punto di disaccoppiamento tra l'ordine del cliente e la produzione, quel punto situato lungo la supply chain in cui vengono collocate le scorte per far sì che determinati attori e processi possano apportare il proprio contributo alla realizzazione del prodotto finito indipendentemente. La decisione sulla collocazione del punto di disaccoppiamento da parte del management della supply chain è una scelta strategica molto importante perché determina il *lead time* di risposta al cliente, più questo punto è vicino al cliente finale più si accorcia il *lead time* per servirlo. Bisogna comunque considerare la presenza del trade-off tra velocità di risposta al cliente e costi di magazzino, infatti le scorte di

prodotto finito sono generalmente più onerose di quelle di materie prime, per cui più si intende posizionare il prodotto vicino al cliente finale e quindi accorciare il lead time di servizio più i costi di magazzino tendono ad aumentare. La scelta di collocamento del punto di disaccoppiamento permette inoltre di comprendere i diversi contesti produttivi, più il punto si trova vicino al cliente finale più il *lead time* sarà corto. Le aziende che posizionano il punto di disaccoppiamento a ciclo di produzione finito, quindi che immagazzinano scorte di prodotto ultimato vengono definite *make-to-stock* e realizzano prodotti standard a limitata complessità programmando la produzione sulle previsioni di vendita. Chi invece sceglie di combinare una serie di moduli pre-assemblati rientra nella categoria *assemble-to-order*, che combina la produzione su previsione per sottogruppi standard e su commessa per l'assemblaggio finale. Salendo con il grado di personalizzazione e allontanando maggiormente il punto di disaccoppiamento dal cliente finale si trovano le imprese *make-to-order*, che realizzano prodotti diversificati fin dalle prime fasi di lavorazione, quindi il processo produttivo è caratterizzato da commesse ripetitive e non può iniziare prima della ricezione dell'ordine del cliente. Infine ci sono le aziende che lavorano per commesse singole, *engineer-to-order*, con altissimi livelli di personalizzazione, che coinvolgono il cliente fin dalla fase di progettazione. Una volta scelta la strategia di risposta alla domanda il management nella fase di progettazione della produzione deve prendere una decisione sulla tipologia di processi produttivi da impiegare nel ciclo di produzione. Esistono sei layout di base su cui si struttura un impianto di produzione:

- Postazione fissa: struttura in cui il prodotto è il centro della produzione, resta fisso in una posizione, anche per via della dimensione, e attorno ad esso si sviluppano le attività ausiliare, vengono movimentate le attrezzature, stoccate le corte di materiali, assemblate le parti. Tipici di questa struttura sono la produzione di infrastrutture, case, ponti, navi ecc. tutti progetti gestiti utilizzando le tecniche del project management;
- Job-shop: struttura di processo particolarmente adatta alla produzione di bassi quantitativi di prodotti di molte varietà non standardizzati, tipicamente prodotti spinti da commesse dirette dei clienti. Le attrezzature e i macchinari utilizzati sono generici e collocati in reparti secondo criteri di affinità tecnologica, la

manodopera è altamente qualificata e polivalente, il pezzo in lavorazione si sposta da un reparto all'altro seguendo la linea produttiva. Produzione quasi di tipo artigianale;

- Produzione a lotti: struttura adatta alla lavorazione di volumi considerevoli a bassa varietà, i prodotti vengono processati e movimentati in lotti, lavorati in più fasi da macchinari di grandi dimensioni, specializzati in determinate attività e caratterizzati da elevati tempi di set-up che fanno sì che la produzione risulti intermittente;
- Produzione a celle: questa struttura organizza le aree di lavorazione sulla base del tipo di prodotto, gruppi di prodotti simili che richiedono processi di produzione simili vengono raggruppati in una stessa cella. All'interno della stessa azienda possono essere presenti varie celle di produzione destinate alla lavorazione efficiente di prodotti rientrati nelle stesse famiglie;
- Linea: *“caratterizzata da una disposizione di macchinari sequenziata secondo la specificità del ciclo tecnologico di realizzazione dei prodotti”*⁸². I processi di produzione sono allocati sulla base degli step necessari alla realizzazione del prodotto, il percorso è lineare e fa sì che il prodotto venga movimentato lungo la linea a un ritmo controllato senza incontrare ostacoli o impedimenti. Questa struttura è altamente automatizzata e permette la produzione di alti volumi standardizzati;
- Processo continuo: il flusso segue un ciclo obbligato tecnologicamente, una struttura spesso automatizzata, che vede la sequenza predeterminata di una serie di fasi che compongono un processo continuo tipico dei materiali omogenei come combustibili, prodotti farmaceutici e chimici.

⁸² Custom Publishing Università Ca' Foscari Venezia Dipartimento di Management, (2013), “Gestione delle imprese”, MC Graw Hill Education.

3.2.4 LOGISTICA E DISTRIBUZIONE

*“The Deliver processes describe the activities associated with the creation, maintenance, and fulfillment of customer orders. It includes the receipt, validation, and creation of customer orders; scheduling order delivery; pick, pack, and shipment; and invoicing the customer”*⁸³. I processi di distribuzione racchiudono tutti i processi che intervengono nella fase di consegna dei prodotti, associati alla ricezione, convalida, creazione e evasione degli ordini ai clienti, la gestione dei magazzini e la pianificazione della consegna che comprende la scelta del packaging il tipo di spedizione, il trasporto fisico e la fatturazione del cliente.

Tutte le decisioni che il management è obbligato a prendere in questa fase logistica, e che inevitabilmente influenzano l'interno network di imprese collegate, rientrano all'interno di due macro categorie di attività: la distribuzione fisica e la gestione dei canali distributivi e della movimentazione della merce. Gli strumenti tecnologici utilizzati in questa fase sono Distribution e Transportation Planning, il primo permette di determinare il miglior piano di distribuzione, lo stock da adottare e il livello di scorte di sicurezza basandosi su logiche simili a quelle dei sistemi MRP, il secondo invece è utile per ottimizzare il flusso di materiali e minimizzare i costi di trasporto sulla base della capacità di carico dei mezzi di trasporto, rotte geografiche di consegna e costi di trasporto.

La distribuzione fisica comprende tutte le attività necessarie a movimentare i prodotti finiti dal magazzino dell'ultima azienda coinvolta nella fase di produzione al cliente, cliente che non necessariamente coincide con l'utilizzatore finale del prodotto, ma inteso come il network a valle dell'impresa centrale, quindi tutti i player attraverso cui i prodotti passano ma non subiscono più trasformazioni. Per trovare la strategia e le modalità di distribuzione più adatte al proprio business, il management delle imprese appartenenti alla stessa supply chain devono considerare diversi fattori quali: volumi di vendita, velocità e grado di personalizzazione richiesti dal cliente, variabilità della

⁸³ SCC, “Supply Chain Operation Reference (SCOR) model Overview-Version 10.0”, PDF. Downloads/SCC_SCOR_Overview.pdf .

domanda e costi di esercizio. Elaborare una strategia distributiva corretta comporta innegabili vantaggi per l'intera supply chain, l'efficienza migliora producendo una riduzione dei costi di gestione e un miglioramento della soddisfazione dei clienti finali. Per arrivare ai suddetti risultati le supply chain possono, sulla base dei propri obiettivi competitivi definiti in fase di pianificazione, intraprendere due differenti vie nel progettare la struttura della rete distributiva:

- **Consegna diretta:** non sono contemplati intermediari nella distribuzione, i prodotti sono inviati direttamente dal fornitore al cliente, con due possibili alternative sulla base della locazione dello stoccaggio:
 - **Stoccaggio decentralizzato** presso il magazzino dei clienti: questo metodo di stoccaggio della merce prevede che le scorte vengano stoccate direttamente presso i clienti saltando intermediari quali i depositi e i centri di distribuzione. Metodo che trova applicazione soprattutto nella grande distribuzione, per prodotti reperibili o con comunque a grande rotazione che necessitano di tempi rapidi di approvvigionamento;
 - **Stoccaggio centralizzato** presso il magazzino dei fornitori o *drop-shipping*: le scorte di prodotto finito sono in questo caso di competenza e stoccate presso i fornitori che le inviano direttamente senza intermediari ai clienti quali i punti vendita, o ai player della supply chain i semilavorati per gli step successivi di produzione. Questo modello risulta efficiente per i prodotti ad alto valore unitario, irregolare e bassa domanda, e con pochi fornitori.
- **Consegna indiretta:** esistono intermediari tra fornitore e cliente che si occupano della distribuzione, essi possono agire anche in questo caso secondo due modalità:
 - **Tramite deposito o ware housing:** gli intermediari situati tra i fornitori e i clienti utilizzano dei magazzini in cui depositano la merce pronta per la consegna, magazzini in cui si svolgono le attività di stoccaggio, *picking*, spedizione e altre attività ausiliare

quali l'etichettatura. Trova valida applicazione per i prodotti con alta rotazione e che necessitano di rapidi tempi di consegna

- Tramite *transit point* o *cross-docking*: rispetto alla pratica precedente, questa scelta distributiva è caratterizzata da un basso periodo di deposito dei prodotti nei magazzini degli intermediari, all'incirca 15 ore, con un miglioramento della velocità di servizio ai clienti e una riduzione dei costi di gestione dell'ordine, per questo motivo risulta tra le strategie distributive più adottate⁸⁴. Il tempo in cui la merce sosta all'interno dei magazzini è ridotto, in quanto la merce una volta arrivata viene subito smistata e aggregata con altri prodotti che devono raggiungere la stessa destinazione, e subito dopo spedita al cliente. Eliminando diverse attività, quali lo stoccaggio ad esempio, i prodotti risultano essere sempre in transito, per questo motivo viene definito *transit point*, a fronte di innegabili vantaggi di tempo e costi, è necessario che le organizzazioni coinvolte nella distribuzione *cross-docking* sviluppino sistemi informativi in grado di dialogare agevolmente per poter sincronizzare le informazioni su ordini, consegne e prelievi.

Scelta la strategia distributiva, le altre decisioni chiave di questa fase riguardano: modalità di trasporto e caratteristiche del vettore, packaging e configurazione dei percorsi⁸⁵. Le modalità di trasporto principali sono: trasporto aereo, trasporto su gomma, trasporto ferroviario, trasporto navale, pipeline e trasporto intermodale, in questo ambito la scelta è guidata da driver quali peso, volume, valore e caratteristiche chimico-fisiche e commerciali delle merci da movimentare. La scelta della modalità da utilizzare andrà a condizionare i tempi di consegna e di conseguenza la soddisfazione dei

⁸⁴ P. Danese, P. Romano, (2006), "Supply Chain Management-la gestione dei processi di fornitura e distribuzione", McGraw-Hill.

⁸⁵ P. Danese, P. Romano, (2006), "Supply Chain Management-la gestione dei processi di fornitura e distribuzione", McGraw-Hill.

clienti, il management quindi dovrà trovare il compromesso ideale tra costi di trasporto, alti per i vettori veloci, e costi di gestione delle scorte. Le modalità di trasporto più veloci sono adatte ai prodotti con alto valore in relazione al volume per cui la gestione delle scorte sarebbe piuttosto onerosa, mentre per i prodotti a basso valore per unità i cui costi di gestione delle scorte sono inferiori possono essere trasportati con vettori più lenti potendo così ottenere un risparmio di costi.

Anche se formalmente secondo lo schema SCOR, la fase successiva di ritorno è a sé stante, per le attività che la caratterizzano è assimilabile a quella appena descritta della distribuzione, poiché si occupa del flusso fisico e informativo inverso dei prodotti dal cliente al fornitore. Questa fase non si occupa solamente del servizio post vendita, ma estendendo il campo d'analisi a tutta la supply chain, include anche le attività volte alla restituzione e gestione dei resi di materie prime, materiali, semi lavorati ai fornitori situati presso nodi precedenti della rete. Tale processo comprende: l'identificazione della necessità di reso, la disposizione del processo decisionale, la programmazione del reso e la spedizione e la ricezione della merce restituita⁸⁶. Obiettivo di questa fase di gestione dei resi è il timing, la velocità del processo di restituzione, la reattività della risposta sono cruciali per fornire un servizio efficiente che renda soddisfatto il cliente e non faccia perdere valore ai fornitori.

3.3 BLOCKCHAIN E ERP SYSTEM

Nel corso degli anni, grazie allo sviluppo tecnologico, si sono registrati cambiamenti significativi nella gestione di tutte le fasi della catena di approvvigionamento, dalla domanda alla distribuzione passando per le operazioni di produzione e d'offerta. Negli ultimi quarant'anni per esempio, la tecnologia sottostante la gestione della catena di fornitura si è evoluta dalla pianificazione del fabbisogno dei materiali (MRP), alla

⁸⁶ SCC, "Supply Chain Operation Reference (SCOR) model Overview-Version 10.0", PDF. Downloads/SCC_SCOR_Overview.pdf .

pianificazione delle risorse di produzione (MRP II), alla pianificazione delle risorse di tutta l'azienda. Tra tutte, la tecnologia che ha riscontrato più successo è senza dubbio l'ERP che ha avuto l'impatto più significativo sui processi aziendali della supply chain, a testimonianza di ciò il fatto che quasi tutte le aziende leader utilizzano software di gestione ERP.

Tuttavia a fronte di un'adozione su larga scala e di benefici realmente riscontrati, si registrano ancora delle difficoltà nel suo utilizzo derivanti principalmente dalla necessità di condividere informazioni tra diversi ERP appartenenti ai diversi attori nella catena di approvvigionamento⁸⁷.

Questi software presi singolarmente, migliorano le operazioni di organizzazione interna, poiché forniscono una piattaforma comune su cui i diversi reparti organizzativi scambiano informazioni secondo un linguaggio comune riguardo la pianificazione della produzione, dei materiali, le operazioni, il magazzino, la distribuzione, le vendite, i clienti, la contabilità per indirizzare gli sforzi verso un unico obiettivo comune. Il tutto permette di migliorare l'esperienza del cliente, l'efficacia operativa, l'esecuzione delle consegne, e monitorare le prestazioni dei fornitori grazie a una visione integrata del flusso fisico delle materie e di informazioni lungo tutta l'organizzazione⁸⁸.

Preso atto dell'enorme lavoro che l'ERP compie all'interno delle organizzazioni, bisogna evidenziare la difficoltà nel collegare un'organizzazione ad un'altra o creare una rete tra partner e stakeholder. E' infatti frequente la situazione in cui imprese operanti all'interno della stessa catena utilizzino codici prodotto, id identificativi differenti pur riferendosi allo stesso oggetto, ciò rende necessaria un'ulteriore fase in cui le informazioni vengono riordinate con un significativa perdita di efficienza della catena di fornitura. Quindi ciò che rende necessario l'intervento di un'alta tecnologia a supporto di questi sistemi già molto diffusi e collaudati e più in generale delle moderne supply

⁸⁷ S.C.L. Koh, A. Gunasekaran, T. Goodman, (2011), "Drivers, barriers and critical success factors for ERP II implementation in supply chains: a critical analysis".

⁸⁸ H. Ince, S.H. Imamoglu, H. Keskin, A. Akgun, M.N. Efe, (2013), "The Impact of ERP System and Supply Chain Management Practices on Firm Performance: Case of Turkish Companies", *Procedia-Social and Behavioral Sciences*.

chain, è un sistema in grado di collegare i diversi ERP indipendentemente dai loro sviluppatori (Oracle, Sap, Infor) o dal linguaggio di programmazione e denominazione utilizzato nelle organizzazioni indipendenti.

E' proprio qui che la blockchain può svolgere un ruolo fondamentale. Con la blockchain, i diversi sistemi ERP possono unirsi per formare una piattaforma integrata tra i partner e stakeholder, fornendo dati non manipolabili e una completa tracciabilità delle transazioni della rete vista nel suo complesso, al fine di raggiungere una maggiore efficienza e benefici in termini di costo e nella consegna del prodotto finale.

Il concetto di base è quindi quello di collegare tutti i sistemi ERP dei partner tramite una rete blockchain. La rete in questione può essere pubblica o privata, ma senza dubbio per le imprese la modalità di applicazione più puntuale è quella privata, perché garantisce un livello di privacy e controllo maggiore pur conservando le caratteristiche fondamentali di quelle pubbliche; durabilità, trasparenza, immutabilità e integrità⁸⁹.

Le reti private o *permissioned*, richiedono un'autorizzazione per potersi accedere e partecipare, alcuni attori (imprese) hanno quindi il ruolo di autorità centrale ed esercitano il controllo su chi può entrare a far parte del network e regolano il funzionamento del sistema, compresa l'attività di validazione dei blocchi, il tutto unito al numero limitato, rispetto ad una blockchain pubblica dei membri che ne fanno parte, fanno sì che risultino molto più snelle ed efficienti. In entrambi i casi però la blockchain funge da spina dorsale per i sistemi ERP e da archivio centralizzato per i partner. Questa piattaforma aziendale estesa permette a chi ne fa parte di ricavare valore dalle connessioni dei diversi sistemi ERP, facilitando vari processi decisionali riguardo: transazioni commerciali, conformità di linguaggio e coerenza dei dati, pianificazione della produzione e condivisione dei dati.

Passo fondamentale e imprescindibile per la trasposizione su blockchain della catena di fornitura è assegnare ad ogni singolo oggetto, materiale o immateriale che sia, che si muove lungo la rete, un'identità digitale univoca rappresentata materialmente da una

⁸⁹ Arnab Banerjee, (2018), "Integrating Blockchain with ERP for a transparent supply chain", Elsevier Inc.

funzione di *hash*, in cui vengono registrate ed aggiornate tutte le informazioni ad esso relative così che qualsiasi attore in possesso del consenso ad accedere alla catena possa consultarne la storia, il percorso e tutti gli attributi che possiede.

Può essere rappresentato tutto quello che normalmente viene scambiato su una supply chain tradizionale: documenti contabili, contratti, prodotti, materie prime, brevetti, informazioni, report finanziari e transazioni monetarie.

Le imprese coinvolte nel processo produttivo sono rappresentate da nodi nella blockchain, dopo aver ricevuto l'approvazione ad entrare nel network viene assegnato il profilo digitale e le due chiavi crittografiche, pubblica e privata, che fungono da riconoscimento e firma digitale per le transazioni. Tramite il profilo digitale si possono conoscere tutte le informazioni rilevanti dell'impresa interessata in modo rapido e aggiornato; come regione sociale, indicatori di performance, posizione finanziaria, portafoglio prodotti, promozioni, volumi di produzione e vendita e indicatori di performance. Preso atto che tutti, dagli oggetti scambiati ai soggetti che operano all'interno della supply chain, possiedono un'identità digitale univoca e lasciano traccia del loro operato in un preciso momento grazie alla chiave crittografica privata, è possibile dire che qualsiasi utente del network può sapere con certezza assoluta e timing perfetto quale azienda e quando ha lavorato un determinato oggetto a cui è interessato, dove si trova lungo la catena di fornitura e tutte le altre informazioni che abbiamo illustrato precedentemente⁹⁰.

Nelle moderne catene di fornitura sono coinvolti una moltitudine di soggetti non solo le imprese e gli oggetti tra esse scambiati, sono presenti: enti certificatori, consumatori, standard organizations, tutti attori che necessitano di una propria identità digitale per poter operare in catene di fornitura che utilizzano come base per lo scambio di informazioni il sistema blockchain.

Tra i diversi attori che necessitano menzione troviamo:

⁹⁰ Arnab Banerjee, (2018), "Integrating Blockchain with ERP for a transparent supply chain", Elsevier Inc.

- Registrars: svolgono un ruolo fondamentale in quanto sono coloro che gestiscono l'identità on-line degli attori, forniscono in un primo momento il profilo digitale e nelle fasi successive il supporto dal punto di vista informatico su possibili problematiche collegate anche alle chiavi crittografiche;
- Certifiers: forniscono agli attori le certificazioni, previste dalle normative in materia in base al settore in cui le imprese operano. In qualche modo anch'essi decretano la possibilità o l'impossibilità di partecipare al network infatti, in assenza delle sopracitate certificazioni, gli attori non saranno ammessi alla rete.
- Standard Organization: definiscono quali siano gli standard di qualità che devono essere rispettati per ottenere le certificazioni del punto precedente, e cosa implica operativamente l'ottenimento della suddetta certificazione;
- Consumer: i consumatori finali, utilizzatori del prodotto della supply chain i quali possono interagire in modo attivo o passivo. Nel primo caso attraverso l'inserimento di informazioni post-vendita utili ad indirizzare la catena sul grado di soddisfazione del cliente; nel secondo caso pur essendo soggetti esterni al network, non avendo quindi né un'identità digitale né le chiavi crittografiche, possono interagire con la catena indagando sulla storia e le caratteristiche del prodotto che hanno acquistato⁹¹.

3.4 SMART CONTRACT NEL SCM, DATA ACCESS E DATA ENTRY

Nel primo capitolo abbiamo visto l'importanza degli Smart Contract per le reti blockchain tradizionali: cosa sono e come lavorano definendone pregi e limitazioni. In questo paragrafo andremo ad illustrare la funzione accessoria che acquisiscono quando la blockchain è utilizzata a supporto del Supply Chain Management.

⁹¹ Provenance.org

Gli Smart Contract oltre ad essere come anticipato dei contratti in codice informatico che si eseguono automaticamente dopo aver verificato il raggiungimento delle condizioni determinate dalle parti, definiscono anche le regole di governance. Sudette regole determinano come i dati vengono condivisi nella catena e come gli attori della stessa vengono autorizzati, interagiscono e operano, concetti propri dei processi di Data Entry e Data Access della blockchain.

Quando parliamo di dati e Smart Contract è bene prima di tutto precisare di che tipo di dati stiamo parlando. Ne esistono di molte tipologie e varietà in base alla natura dell'item a cui si riferiscono, di seguito sono riportati i più frequenti:

- Ownership data: dato relativo a chi esegue le transazioni; raccolta cronologica delle identità digitali di tutti i proprietari, fornitori e clienti; precedenti del prodotto compreso l'attuale nodo in cui si trova. Ogni qualvolta un prodotto viene scambiato il sistema registra una nuova voce con i dati delle parti interessate;
- Time stamping: dato legato a quando delle transazioni. Fa riferimento al momento temporale in cui l'item ha subito una modifica, infatti il sistema registra automaticamente l'ora della voce creando una scheda cronologica delle transazioni;
- Location data: dato riferito al luogo dove un prodotto è stato e al dove si trova attualmente., Il sistema automaticamente associa le informazioni sulla posizione dei fornitori, fornite in fase di registrazione, o quelle relative alla posizione in tempo reale del prodotto attraverso sensori GPS dinamici;
- Product specific data: dati specifici sul prodotto, informazioni utilizzate per dimostrare determinati attributi del prodotto o per fornire feedback ai produttori o ai clienti;
- Environmental impact data: dati riguardanti l'impatto ambientale dei prodotti lungo il loro ciclo di vita.

Il processo di inserimento di tutti questi tipi di dati nel profilo digitale di un determinato item da parte di un attore della blockchain, viene denominato data entry ed è realizzabile attraverso l'utilizzo di uno smart contract apposito. Nello specifico quando

un nodo entra in possesso dell'item, scambiato lungo la catena, viene creato uno smart contract con cui lo stesso attore arricchisce l'identità digitale dello specifico item con le informazioni che possiede e desidera comunicare agli altri nodi, in modo immutabile e distribuito grazie alla sicurezza delle chiavi crittografiche che firmano digitalmente la transazione. Anche ogni passaggio di proprietà del bene o servizio scambiato lungo la supply chain, avviene grazie all'esecuzione di uno smart contract tra i due attori consecutivi della catena, che solo dopo averlo firmato digitalmente acconsentono all'inserimento della transazione nella blockchain e di conseguenza all'aggiornamento delle informazioni riguardanti l'item oggetto dello scambio. Una volta elaborato il passaggio delle autorizzazioni in capo al nuovo proprietario, la rete dà il consenso solo a quest'ultimo di modificare e aggiornare a sua volta le caratteristiche del bene.

Oltre a questo processo manuale è possibile assistere anche ad un processo automatico di aggiornamento delle informazioni sul sistema, ciò avviene quando la catena è implementata con applicazioni software esterne che dialogano grazie alla rete con la blockchain. Il più delle volte rappresentate da sensori IoT che registrano le informazioni, come la posizione o la temperatura, in modo automatico e le inoltrano direttamente alla blockchain che attraverso smart contract aggiorna il profilo dell'item così da renderle consultabili a tutti i nodi in possesso delle autorizzazioni.

Grazie all'utilizzo degli smart contract in entrambe le fasi di modifica dei dati riguardanti un item, sono rispettate le caratteristiche di base della blockchain, le chiavi crittografiche garantiscono la sicurezza sull'identità di chi è in possesso del bene in quel momento e quindi di chi ha aggiunto le informazioni, la rete a sua volta tiene traccia della successione cronologica e immutabile dei proprietari dei beni scambiati, delle lavorazioni da loro eseguite in maniera trasparente e accessibile a tutti i nodi.

Gli attori del sistema accedono alle informazioni del prodotto grazie al profilo digitale dello stesso. Sulla base della natura della blockchain utilizzata dalla catena di fornitura e sulle regole di governance, possiamo avere due situazioni differenti: una in cui tutti gli attori possono accedere al sistema e interagire aggiungendo informazioni, l'altra in cui sono solo coloro che hanno ottenuto l'autorizzazione dai nodi Registrars a poter operare in tal senso. Queste due differenti situazioni di data access sono regolate in entrambi i

casi da uno specifico smart contract che automaticamente nel momento in cui un utente vuole consultare determinate informazioni, verifica che esso sia in possesso delle autorizzazioni per accedere ai dati e interagire con il sistema. Infatti si possono presentare casi in cui alcune informazioni sono accessibili solamente a una parte degli attori della catena di fornitura, coloro i quali sono in possesso dell'autorizzazione, e altri scenari in cui i dati sono disponibili a tutti.

3.5 SISTEMI ERP E BLOCKCHAIN PER LA GESTIONE DEL SUPPLY CHAIN MANAGEMENT E CASI D'USO

Nei paragrafi successivi andremo a vedere come la blockchain può colmare le lacune tecnologiche che affliggono le moderne supply chain caratterizzate da differenti sistemi ERP, così da migliorare le relazioni e la gestione dei fornitori e clienti che si traducono in un risparmio di costo e aumento di valore sui prodotti finali. Per fare ciò l'analisi si baserà principalmente sull'analisi di due pubblicazioni scientifiche, la prima del Dr. Arnab Banerjee, *"Principal Consultant di Infosys Limited India, dal titolo Blockchain Technology: Supply Chain Insights from ERP"* e la seconda di Don Tapcott *"Supply Chain Revolution: How Blockchain Technology Is Transforming the Global Flow of Assets"*. Gli interventi proposti mirano ad efficientare attraverso l'utilizzo della tecnologia blockchain le attività tipiche dei processi di SCM descritti precedentemente, quindi fasi di: pianificazione, approvvigionamento, trasformazione e logistica.

3.5.1 BLOCKCHAIN PER IL PROCESSO DI PIANIFICAZIONE

In questa fase l'analisi si concentrerà sulla gestione dei dati e della domanda a supporto della pianificazione, attività cardine di ogni processo di pianificazione delle supply chain moderne. I sistemi informativi che supportano le decisioni aziendali nella fase di pianificazione e esecuzione dei processi lungo la supply chain, si basano quasi

esclusivamente su dati. Risulta di facile comprensione quindi il motivo per cui, la qualità dei dati è di indubbia importanza, essi devono essere quanto più accurati, aggiornati, completi e disponibili possibile. I sistemi aziendali solitamente dispongono di tre set di dati principali: informazione su prodotto (numero articolo), nome cliente (ragione sociale), nome fornitore (ragione sociale). La complessità si riscontra quando gli stessi prodotti vengono registrati nei sistemi aziendali dei clienti e dei fornitori con riferimenti differenti, ottenendo così una situazione tipo in cui un prodotto, è registrato con tre codici prodotto differenti in riferimento a ciascun sistema informativo dell'azienda distributrice, del cliente e del fornitore. Situazione che verosimilmente si registra ogni qualvolta che si verifica una transazione lungo la supply chain, dove sono coinvolti i sistemi informativi diversi che utilizzano riferimenti incrociati. I principali sistemi ERP hanno la funzionalità che permette di incrociare tali riferimenti con la denominazione interna alla propria azienda, ma presentando comunque diverse sfide: configurazione, manutenzione, standardizzazione dei dati e architettura multisistema.

La blockchain bene si adatta a rispondere alla necessità sopra descritte di creare un sistema centralizzato che funga allo stesso tempo da collegamento per tutti i differenti sistemi ERP e come archivio di dati universale accessibile a tutti i nodi della catena. Non solo sarà possibile avere una dicitura univoca dei prodotti ma renderebbe consultabili in modo semplice e immediato tutte le caratteristiche, le descrizioni e gli attributi tecnici degli stessi. Grazie proprio alle caratteristiche di solidità e sicurezza proprie di questa tecnologia vengono assicurate l'integrità e la non contraffazione dei dati, che ad. Ogni qual volta un nodo produttore intenda creare, nominare o caratterizzare un elemento, associa ad esso un codice ID che verrà registrato come parte della blockchain. A questo punto i sistemi ERP dei partner collegati alla blockchain possono accedere facilmente alle informazioni su tale prodotto, scaricarle e convertirle per adattarle ai propri sistemi interni di gestione. Questo faciliterà le transazioni rendendole più fluide e diminuendo il tasso di fallimento per disallineamento informativo, grazie a dati altamente standardizzati per tutti i partner. Inoltre avendo un gestionale unico non sarà necessario generare un ulteriore report Point Of Sale riducendo il tempo di approvvigionamento e di ritiro dei prodotti finiti.

Per quando riguarda gli altri due set di dati legati ai partner commerciali, dati cliente e dati fornitore, non esiste una standardizzazione infatti ogni azienda e sistema ha un modo differente di archiviare questo tipo di dati. Attualmente il modello più adottato a livello globale per ovviare a questo problema è il Data Universal Numbering System utilizzato appunto per standardizzare e identificare le aziende, un codice di identificazione univoco di 9 cifre, il numero DUNS assegnato ad ogni società censita nel database Dun & Bradstreet che conta più di 400 milioni di posizioni aziendali in tutto il mondo⁹². D&B ha inoltre testato nel 2017 un progetto che prevede la verifica dell'identità del potenziale business partner grazie ad uno smart contract in una blockchain di Ethereum associato al numero Duns tradizionale. Al numero di Duns viene associata una chiave pubblica che funge da identificatore nella blockchain corrispondente, contenente tutti i dati relativi all'azienda come ragione sociale, indirizzo, sito web, CEO. In questo modo un'azienda può, attraverso la chiave pubblica del partner, controllare grazie alle informazioni presenti nel consorzio blockchain D&B, che tale azienda con cui vuole stringere accordi commerciali sia in buona fede e sia chi dice di essere. In aggiunta la sperimentazione prevedeva la possibilità di controllare, tramite una chiamata off-blockchain tramite API⁹³, la posizione creditizia della controparte per poi effettuare in sicurezza anche tramite valute virtuali pubbliche o private il pagamento. Da registrare però il fatto che non si trovi più traccia del progetto di D&B oltre la prima fase di sperimentazione.

Nelle moderne supply chain, caratterizzate da alti livelli di integrazione, le previsioni di vendita sono condivise tra tutti i partner per pianificare al meglio l'offerta cercando di ridurre al massimo i fattori legati all'incertezza. Gli strumenti per condividere le previsioni della domanda tra partner sono solitamente i prodotti standard dei sistemi ERP delle organizzazioni, quali: transazioni EDI (Eelectronic Data Interchange) *“comunicazione interaziendale di documenti di business in formato elettronico standard che sostituisce i documenti cartacei come gli ordini d'acquisto o le fatture”*⁹⁴,

⁹² Dnb.it

⁹³ Martechtoday.com

⁹⁴ ibm.com/edi-electronic-data-interchange

condivisione Excel tramite formati predeterminati, intervento diretto nel sistema ERP del fornitore da parte del cliente sulla base delle previsioni. La lacuna principale di questi tre metodi di condivisione delle informazioni è la mancanza di integrazione in tempo reale dei dati, che comporta lungaggini e scambi multipli dei documenti di pianificazione prima di essere approvati definitivamente. In aggiunta questi metodi non si traducono in comunicazioni estese a tutta la supply chain ma solamente tra le aziende che le scambiano rendendo difficile la sincronizzazione dei dati, dei programmi di produzione e della risposta alla domanda dell'intera catena, andando a minare quello che è lo spirito e l'obiettivo di cooperazione proprio delle supply chain.

Per far fronte alla necessità di una risposta repentina e migliorare l'esecuzione di tali transazioni, la blockchain privata, visto il numero limitato di partner, è la soluzione migliore. Una volta autorizzati e verificati, i partner entrano a far parte della blockchain, gli smart contract stabiliscono le regole di engagement e di condivisione veloce e attendibile dei dati sulle previsioni della domanda. In questo modo la previsione risulta più accurata poiché pone le basi, oltre che su modelli statistici, sulla condivisione in tempo reale dei dati attraverso il consenso ed elimina la necessità di approvare più volte i piani rendendo l'intera supply chain più reattiva ai cambiamenti della domanda.

In conclusione la blockchain si configura come una tecnologia in grado di aiutare le aziende, facenti parte della stessa supply chain, nel connettere i vari sistemi ERP, grazie a un registro diffuso in cui i dati sui prodotti scambiati e sugli attori sono: sicuri, autenticati, standardizzati, immutabili, aggiornati e disponibili per tutti i nodi della catena.

3.5.1.1 CASO STUDIO: XCEED

Dall'unione di intenti, del gruppo automobilistico francese Renault e il leader nello sviluppo di soluzioni *blockchain based* IBM, nasce nel 2019 il progetto blockchain Xceed, eXtended Compliance End to End Distributed, spinto dalla necessità di certificare la conformità dei componenti e degli attori coinvolti sin dalle prime fasi di progettazione e produzione. Il progetto si basa sulla tecnologia Hyperledger Fabric una piattaforma

ideale per lo sviluppo di progetti pilota che grazie a un design modulare e versatile ben si presta all'implementazione di nuovi casi d'uso basati su soluzioni blockchain⁹⁵. La soluzione intende creare una rete basata sulla fiducia su cui OEM⁹⁶ e costruttori possano condividere le informazioni e i certificati di conformità in totale sicurezza e confidenzialità per rispondere in tempi più brevi e in modo più efficiente alle sfide lanciate dalle recenti normative delle autorità di sorveglianza del mercato automobilistico. Al progetto prendono parte gran parte degli attori della supply chain di Renault tra cui, Continental, Faurecia, Plastic Omnium, Valeo e Saint-Gobain⁹⁷, un approccio multi-aziendale agile e adattivo che ha saputo vedere nella tecnologia blockchain la via per una gestione e condivisione dei dati efficiente e puntuale in grado di fronteggiare le necessità di sicurezza e riservatezza. I test del progetto sono stati eseguiti nello stabilimento Renault di Douai nella regione dell'Alta Francia, ottenendo delle performance straordinarie, i dati riportati dal report pubblicato dalla stessa casa automobilistica parlano di oltre un milione di documenti scambiati e archiviati tra i partner utilizzando la tecnologia blockchain alla velocità di 500 transazioni al secondo⁹⁸. Sulle potenzialità della tecnologia si è espressa la Vicepresidente Blockchain del Gruppo Renault: *"Siamo convinti che la blockchain sia un vettore per trasformare l'industria automobilistica... La tecnologia blockchain entra davvero in scena in un vasto ecosistema che coinvolge un numero di aziende diverse, fornendo un collegamento tra i vari processi, sistemi informatici e database dei partner. Ci sono molteplici usi per questo tipo di tecnologia nell'industria automobilistica, dove abbiamo scambi con innumerevoli attori esterni all'azienda, come fornitori, clienti e distributori indipendenti"*.

⁹⁵ Hyperledger.org

⁹⁶ "Original Equipment Manufacturer: produttore di apparecchiature originali) produce sistemi o componenti che verranno utilizzati nel prodotto finale di un'altra azienda" fonte ibm.com.

⁹⁷ Ilsole24ore.com

⁹⁸ Group Renault, (2020), "Press release: XCEED Secured By Blockchain", PDF.

A testimonianza dell'interesse del settore *automotive* per i numerosi ambiti d'applicazione di questa tecnologia, un altro progetto è stato avviato a luglio dal colosso del settore Volvo Cars che ha investito nello sviluppatore britannico di blockchain Circular per la tracciabilità dei materiali utilizzati, in particolare il cobalto, nelle batterie dei propri veicoli elettrici.

3.5.2 BLOCKCHAIN PER IL PROCESSO DI APPROVVIGIONAMENTO

Il processo di approvvigionamento, come illustrato precedentemente, si occupa delle decisioni riguardo la selezione dei fornitori, l'acquisto, la ricezione e i pagamenti delle fatture ai fornitori, tutti processi che solitamente vengono gestiti tramite sistemi ERP che trasferiscono dati e interagiscono tra partner commerciali. Con la blockchain si possono cambiare le modalità con cui avvengono le transazioni tra partner. Il numero delle negoziazioni vengono drasticamente ridotte perché grazie agli smart contract non è più necessario stabilire standard, termini e condizioni, dati di fatturazione ogni qual volta si voglia concludere una transazione, poiché una volta che il nodo ha accesso alle rete vengono stabiliti e salvati nell'archivio distribuito tutte le informazioni necessarie anche per le operazioni successive. Vengono stabiliti dei record digitali automatizzati, costantemente aggiornati sullo stato delle vendite e delle consegne in formato digitale e disponibili in rete tutti i partecipanti, non più dunque memorizzati su carta o fogli elettronici. In particolare l'utilizzo della blockchain in questa fase cruciale del Supply Chain Management può giovare alle organizzazioni nel affrontare le seguenti sfide riguardo⁹⁹:

- Persone, luoghi e processi: spesso il cliente una volta che riceve il prodotto finito non ha ben chiare e dettagliate tutte le informazioni sulle lavorazioni, sui materiali, sulle parti, sul coloro che hanno eseguito le lavorazioni e su che tipi di trasformazioni ha subito. In questo senso blockchain può agevolmente tenere

⁹⁹ Arnab Banerjee, (2018), "Integrating Blockchain with ERP for a transparent supply chain", Elsevier Inc.

traccia delle informazioni riguardanti il ciclo di vita del prodotto, la fase di approvvigionamento, le lavorazioni, la provenienza poiché ogni movimento, dato, informazione sono registrati in tempo reale nel momento in cui effettivamente hanno luogo e restano registrati senza possibilità di modifica o alterazione. Permettendo nella fase di valutazione post-acquisto una facile comparazione per chiunque voglia verificarne la bontà;

- Standardizzazione dei termini: nella normalità la maggior parte dei termini di pagamento e normativi cambiano a seconda del partner commerciale con cui si stringono gli accordi, inoltre il processo di stesura e negoziazione dei contratti di partnership può rivelarsi un processo oneroso in termini temporali e di risorse impiegate. Con la blockchain e gli smart contract si può semplificare questo processo creando un archivio centralizzato accessibile a tutti i partner in cui poter conoscere anticipatamente i termini e le condizioni delle transazioni, portare a termine i contratti e assicurare che essi vengano rispettati durante la relazione. In questo modo è assicurata l'uniformità di trattamento, nelle situazioni previste dai contratti, a tutti i fornitori ;
- Gestione del rapporto di fornitura e delle controversie: da sempre causa di costi aggiuntivi, la gestione del rapporto di fornitura implica elevati costi di monitoraggio e di risoluzione delle controversie sulle fatture. Con l'adozione degli smart contract è possibile inserire all'interno del contratto clausole specifiche volte a eliminare le cause delle possibili dispute, grazie alla natura della blockchain che garantisce la tracciabilità, trasparenza e immutabilità di tutte le informazioni riguardanti il prodotto o servizio fornito dalla supply chain, in caso di controversie basta affidarsi alla consultazione del libro mastro fonte della verità effettiva dei fatti per risolverle nel modo più equo possibile. Inoltre in caso di comprovato inadempimento o al verificarsi di determinate condizioni le penali e le sanzioni finanziarie delineate in fase iniziale saranno automaticamente applicate tramite gli smart contract;
- Sistema di messaggistica: i sistemi comunicativi utilizzati dai partner per interagire, come le comuni e-mail o messaggistica EDI possono essere sostituiti unificando le comunicazioni tramite la blockchain, assicurando la sicurezza delle

stesse su un'unica piattaforma comune, per fare ciò però risulta indispensabile un'adozione diffusa a tutte le organizzazioni;

- Valutazione dei fornitori: in situazioni in cui gli scenari aziendali sono particolarmente adatti a formare consorzi o distretti industriali, la blockchain può aiutare a condividere informazioni internamente come la valutazione dei fornitori, la credibilità, gli aspetti qualitativi delle offerte così da rendere più consapevoli ed efficienti le scelte di approvvigionamento future;
- Automatizzare i pagamenti: grazie all'utilizzo di smart contract in fase di stipula del contratto le parti possono stabilire che una volta consegnato il componente, la materia prima o più in generale un prodotto, debba seguire il pagamento nello stessa finestra temporale della consegna, così da ottenere un risparmio di tempo di pagamento delle forniture, di costi amministrativi e personale, riduzione dei costi di negoziazione e miglioramento dei rapporti tra acquirenti e fornitori¹⁰⁰.

In questo senso la blockchain può sostanzialmente migliorare la fase di procurement, fornendo alle supply chain management una piattaforma addizionale ai sistemi ERP dei partner dove trasmettere continuamente i dati. Potendo contare su un archivio che tiene traccia di tutte le operazioni, che aumenta il grado di fiducia e l'efficienza delle transazioni e riduce le controversie. Tra gli altri benefici riscontrati in questa fase di approvvigionamento si annoverano la riduzione del tempo totale di stesura e accettazione del contratto, conseguente riduzione dei costi di gestione ivi compresi quelli connessi al monitoraggio, valutazione e risoluzione delle controversie. Bisogna comunque considerare che l'adozione della blockchain anche in questa fase di gestione del SCM comporta dei costi aggiuntivi, che comprendono in primo luogo la necessità di stabilire relazioni di lungo periodo e per prodotti strategici proprio a seguito di un investimento tecnologico iniziale elevato, poca flessibilità nella gestione del rapporto di fornitura e inferiore coinvolgimento umano nel rapporto stesso.

¹⁰⁰ Y. Omran, M. Henke, R. Heines, E. Hofmann, (2017), "Blockchain-driven supply chain finance: Towards a conceptual framework from a buyer perspective". Working Paper. Series Title: Ipsera.

3.5.2.1 CASO STUDIO: TRUST YOUR SUPPLIER

Dall'unione di IBM Blockchain e Chainyard, azienda specializzata nella consulenza e supporto alle piccole e medie imprese in ambito blockchain, nasce nell'autunno 2019 Trust Your Supplier, una piattaforma affidabile per condividere le informazioni aziendali in modo sicuro ed efficiente.

In particolare si tratta di una rete blockchain costruita su Hyperledger Fabric, una piattaforma aziendale open source, su cui viene associato ad ogni fornitore un passaporto digitale univoco sotto forma di ID in grado di semplificare e ridurre i costi del processo di gestione dei fornitori. Processo molto delicato e importante che solitamente richiede tempi e sforzi elevati, dovuti al controllo di tutte le informazioni rilevanti come licenze commerciali, certificati, referenze, posizione creditizia, assicurazione e valutazione dell'offerta con conseguenti ritardi e potenziali errori che creano attrito tra venditori e acquirenti. Grazie al passaporto digitale che identifica i fornitori, il tempo del ciclo di *onboarding* del fornitore secondo IBM si riduce da 60 a 3 giorni consentendo un risparmio di costo del 50% nel processo di verifica e conservazioni delle informazioni ad esso relative¹⁰¹.

Per far sì che la rete prendesse piede in tempi brevi e coinvolgesse un gran numero di fornitori si è andato a formare un consorzio, i cui membri sono presenti anche nel consiglio di amministrazione di TYS, che coinvolge grandi società con molte migliaia di fornitori ciascuna tra cui Anheuser-Busch InBev, Cisco, GSK, Nokia, UPS, Vodafone, JetBlue e Leonovo, un gruppo eterogeneo che copre molti settori differenti dall'aerospaziale ai beni di consumo, a testimonianza della reale necessità di una soluzione per la gestione dei fornitori¹⁰².

Grazie alla piattaforma TYS il processo di scambio di documenti tramite e-mail e fogli di calcolo verrà spostato su blockchain un ambiente sicuro in cui le aziende possono venire a contatto con una vasta rete di fornitori verificati e affidabili, contando su un processo

¹⁰¹ Trustyoursupplier.com

¹⁰² Technologymagazine.com

semplificato che registra i seguenti vantaggi: eliminazione del lavoro amministrativo ridondante, risparmio sui costi di gestione e condivisione delle informazioni, riduzione dei tempi per la prima transazione, aumento della visibilità¹⁰³. Grazie alle caratteristiche proprie della blockchain, in particolare la crittografia, gli ID dei fornitori includono solamente informazioni che non li identificano personalmente non sono visibili dati riguardo la gestione, le finanze e i contatti.

Ai fini della valutazione delle prestazioni della rete, a differenza delle altre applicazioni blockchain per esempio in campo criptovaluta, in cui il parametro si basa sulla velocità delle transazioni, in questo specifico ambito risultano importanti il numero totale di nodi, fatti da acquirenti e venditori, che la rete riesce a coinvolgere. A tal proposito Gary Starr, general manager di TYS, afferma che: “ *We think every organization that buys services, and every organization that sells goods or services can use this tool... This is for big organizations, small organizations, any business anywhere in the world. We don't have a lot of constraints on where this could play*”¹⁰⁴. L'obbiettivo non troppo celato dietro le parole del GM è quello di stabilire uno standard di identità decentralizzata, l'ID aziendale di cui sopra, per le organizzazioni di tutto il mondo, e successivamente allargare le funzioni e gli usi di TYS inglobando per esempio l'automazione della contabilità dei fornitori, l'individuazione e la gestione del rischio dei fornitori. Ad ora infatti G. Starr ritiene che TYS, abbia mostrato solo la punta dell'iceberg delle sue potenzialità poiché la stessa blockchain è una tecnologia emergente e ci sarà spazio per evoluzioni e cambiamenti nel prossimo futuro “ *We see this as the tip of the iceberg. Blockchain is still an emerging technology. We're at the early stages, and it's going to continue to evolve and change*”¹⁰⁵.

¹⁰³ IBM.com

¹⁰⁴ Trustyoursupplier.com

¹⁰⁵ Hyperledger.org

3.5.3 BLOCKCHAIN PER IL PROCESSO DI TRASFORMAZIONE

Nell'analizzare questa fase del SCM, il focus si concentrerà sul comparto manifatturiero, il processo di produzione nelle moderne supply chain è caratterizzato da sfide quali: garantire alti livelli di qualità del prodotto finale, lotta alla contraffazione dei componenti, conformità ai regolamenti governativi, sfide di costo, trasparenza della catena, gestione di un'enorme quantità dei dati evitando la duplicazione dei record e stimolazione della cooperazione tra partner. Come nelle altre applicazioni viste fino ad ora, il tipo di blockchain più adatta e vantaggiosa per questa fase è sicuramente una blockchain di tipo *permissioned* poiché è in grado di fornire un controllo diretto e supervisionato a specifici partner della catena di fornitura, solitamente i più strategici. In questa fase l'applicazione della tecnologia blockchain è sicuramente meno diretta e fortemente dipendente da fattori organizzativi quali il tipo di layout della produzione o il tipo di lavorazioni necessarie, a testimonianza di ciò l'assenza di numerosi casi di implementazione nella letteratura scientifica, ma può comunque trovare applicazione per migliorare il controllo sulla movimentazione dei materiali e sulla produzione e facilitare il processo di certificazione e verifica da parte di soggetti esterni.

La blockchain può essere utilizzata nel processo decisionale, garantendo la trasparenza e continui aggiornamenti di stato dal produttore principale grazie all'elevata disponibilità di dati proveniente dalla connessione dei vari ERP dei partner. Con riferimento al paragrafo riguardante la fase di trasformazione, in particolare ai tipi di layout, la configurazione del processo produttivo che più si addice all'applicazione della blockchain in termini di benefici e possibili applicazioni è quello della produzione a lotti o a celle. Questo perché sono configurazioni altamente standardizzate e quindi facilmente traducibili in linguaggio tecnologico proprio degli smart contract. In secondo luogo poiché i lunghi tempi di set-up che li caratterizzano lasciano spazio di miglioramento e possibilità di efficientare l'attività che tipicamente svolge un operatore specializzato al riattrezzaggio delle macchine, incidendo su relativi errori, tempi decisionali e esecutivi. In questo senso parallelamente a un'implementazione di tipo blockchain i processi produttivi necessitano di una struttura formata da sensori IoT in grado di interconnettere tutti i macchinari, gli strumenti e i sistemi di movimentazione

alla rete. I segnali registrati dai sensori e convertiti in dati codificati su blockchain, dettano il timing delle lavorazioni, quando la macchina invierà al sistema i dati sul suo stato di utilizzo, verranno attivate le conseguenti attività previste dal processo produttivo, come ad esempio il trasporto delle merci alla fase successiva, il riattrezzaggio e la preparazione delle nuove materie prime da rifornire o lo stoccaggio o l'attivazione di altre lavorazioni in parallelo. Così facendo gran parte delle attività vengono automatizzate, grazie ai segnali inviati dalle macchine deputate alla lavorazione da un lato e dall'altro all'attivazione di determinati smart contract, e allo stesso tempo i dati ad esse relativi vengono registrati in maniera permanente su blockchain.

Potendo contare su un registro in cui vengono memorizzate crittograficamente tutte le informazioni relative alle attività di produzione, le aziende e di conseguenza le supply chain che possono contare su questa tecnologia si prestano particolarmente bene ad essere audit-compliant e ottenere un controllo migliore sulle normative vigenti, grazie alla facilità con cui possono essere verificati il rispetto di determinati requisiti. Pratiche proprie delle attività di tracing, che più in generale estendendo il campo d'analisi a tutto il SCM, verifica la rintracciabilità dei prodotti basando l'analisi sulle informazioni riguardanti provenienza, condizioni dei prodotti e rispetto degli standard di lavorazione. Qualsiasi agente di controllo, agenzia terza o ente pubblico, dopo aver ottenuto la possibilità ad accedere alla rete blockchain e acquisito lo status di nodo al pari di tutti gli altri partecipanti, può consultare liberamente il database di dati immutabili registrati lungo la supply chain e utilizzarli per lo scopo previsto, in questa fattispecie verificare il rispetto di determinate condizioni della produzione, quindi attribuire certificati e attestati. La procedura risulta più veloce e efficiente per ambedue le parti coinvolte nel controllo, tagliando la necessità di richiedere un numero elevato di documenti, contatti, visite e controlli ai siti di lavorazione.

Bisogna comunque considerare, oltre ai benefici, anche i costi relativi a questo tipo di implementazione che la rendono meno conveniente rispetto a quelle in altre fasi del SCM e motivano in parte la scarsa sperimentazione in questo campo. In primo luogo la necessità, nella fase iniziale, di elevati investimenti volti a riprogettare l'area produttiva, collegare tutte le macchine interessate alla rete di comunicazione e all'acquisizione e integrazione dei sensori IoT. A cui si aggiunge la difficoltà nel tradurre in smart contract

ogni possibile condizione che si potrebbe verificare nei processi decisionali umani degli addetti alla lavorazione, che in situazioni normali assistono e fanno funzionare le macchine adibite alla produzione. Al fattore umano è anche riconducibile la difficoltà nel trovare personale qualificato in grado di saper utilizzare le suddette tecnologie, gestire Big Data, sviluppare software, effettuare analisi sui risultati ottenuti. Infine come citato precedentemente la necessità di installare contemporaneamente una serie di sensori IoT in grado di lavorare congiuntamente che accrescono la spesa iniziale di implementazione.

Per concludere l'implementazione blockchain nella fase di trasformazione e quindi all'area produttiva delle supply chain potrebbe tradursi in benefici in termini qualitativi, di consumo di materie prime, costi di attrezzaggio, monitoraggio e certificazione a fronte però di altrettanti costi di implementazione che rendono tale tecnologia in questa fase meno attrattiva per i manager rispetto a strumenti più tradizionali quali potrebbero essere i soli sensori IoT.

3.5.3.1 CASO STUDIO: BEXT360

BEXT360 è una startup con sede a Denver, che si occupa di applicazioni blockchain in ambito agroalimentare, dal settore della produzione di caffè, ad oggi le iniziative di digitalizzazione delle supply chain sono aumentate comprendendo la filiera del cacao, del cotone, dei minerali e dei tessuti. L'obiettivo dei fondatori della startup è quello di rendere più facile, per i produttori di queste materie prime, ottenere un prezzo equo e un pagamento immediato per i loro prodotti. Per fare ciò l'azienda attraverso la tecnologia blockchain, mira a raggiungere un tracciamento completo dell'intero ecosistema che si trova alle spalle del consumo dei prodotti derivati da queste materie prime¹⁰⁶. Il sistema sviluppato da Bext360 tiene traccia del percorso e delle informazioni riguardanti le merce dai produttori ai consumatori finali, fornisce ai produttori e

¹⁰⁶ N. Kshetri, (2018), "Blockchain's roles in meeting key supply chain management objectives", International Journal of Information Management.

acquirenti una piattaforma intuitiva dove eseguire le transazioni di pagamento digitale e uno strumento fisico in grado di rilevare le informazioni utili sulla materia prima oggetto dello scambio, a coloro che non sono fisicamente in prossimità del campo o della miniera in cui viene estratta. Per rendere tutto ciò possibile viene utilizzata la blockchain Stellar su cui vengono registrati i pagamenti, e le informazioni trasmesse da sensori IoT collegati allo strumento di cui prima. Lo macchina digitale in questione, un mix tra un computer portatile e una bilancia sofisticata, è in grado di pesare i chicchi di caffè e valutarne le qualità organolettiche direttamente sul campo del raccolto così da guidare in modo più equo per entrambe le parti la successiva negoziazione del prezzo di vendita e l'effettivo pagamento che avviene in sicurezza e in tempi brevissimi direttamente sull'applicazione mobile fornita da bext360¹⁰⁷.

Grazie a strumenti API le soluzioni software sono configurabili per qualsiasi stakeholder della supply chain sia esso un consumatore, un produttore o un trasportatore e su qualsiasi piattaforma essi desiderino utilizzare, incorporandosi alla perfezione in siti Web, sistemi ERP, di gestione delle catene di approvvigionamento o dei punti vendita. Potendo contare sulla blockchain Stellar, i dati raccolti in ogni fase dai diversi stakeholder vengono registrati in record immutabili, facilitando la trasparenza e fornendo una metrica di sostenibilità anche per le economie emergenti situate nei posti meno accessibili del mondo¹⁰⁸.

L'obiettivo ribadito attraverso le dichiarazioni di Daniel Jones, fondatore e CEO di bext360, è quello di offrire uno strumento ai contadini e produttori di materie prime in grado di aiutarli durante la commercializzazione dei frutti della loro fase e al contempo collegarli quanto più direttamente possibile ai consumatori, per aumentare la consapevolezza di quest'ultimi su ciò che acquistano e consumano.

“In definitiva, vorremmo essere un'azienda tecnologica in grado di migliorare sia la qualità che la tracciabilità di una miriade di materie prime prodotte nei paesi in via di sviluppo, come caffè, cacao, pesce, olio di palma, noci e minerali. Tutto ciò è possibile

¹⁰⁷ Nasdaq.com

¹⁰⁸ Bext360.com

perché tecnologie emergenti come il blockchain ci dà la possibilità di raccogliere, analizzare e pagare il più vicino possibile alla data di produzione. Il nostro obiettivo è aumentare la qualità dei prodotti migliorando al contempo la vita delle persone che li producono” conclude D. Jones nell’articolo *“Innovation Parcolates When Coffe Meets the Blockchain”* pubblicato su Bitcoin Magazaine.

3.5.4 BLOCKCHAIN PER IL PROCESSO DI LOGISTICA E DISTRIBUZIONE

La gestione della logistica è forse la fase del SCM in cui la tecnologia blockchain può apportare i benefici più significativi, questo perché le moderne supply chain si stanno muovendo sempre più verso un mercato globale, per raggiungere con i propri prodotti e servizi qualsiasi potenziale consumatore in qualsiasi parte del globo esso si trovi. Contemporaneamente la logistica sta evolvendosi introducendo sempre più servizi capillari e tecnologici come ad esempio le consegne tramite i droni, o utilizzando veicoli elettrici. Tuttavia a fronte di enormi passi in avanti nella distribuzione, l’industria deve affrontare problematiche e necessita che da sempre caratterizzano questo settore, problemi di trasparenza e fiducia, inefficienze del network distributivo, disponibilità di dati e aggiornamenti in tempo reale, integrità, rapidità e puntualità delle consegne. Un lavoro che diventa tanto più difficile quanto più le catene di fornitura risultano lunghe e frammentate, in cui le materie prime prima e i prodotti finiti poi, devono attraversare i numerosi anelli della catena formata da fornitori, produttori, distributori, retailer e consumatori finali. Parallelamente a ciò bisogna considerare il flusso informativo che accompagna la movimentazione dei prodotti che risulta molto spesso altamente inefficiente, soggetto ad errori, non automatizzato e fortemente dipendente dai sistemi cartacei¹⁰⁹.

Per questo motivi l’applicazione della blockchain in questa fase ha interessato la maggior parte delle sperimentazioni e gran parte dell’attenzione degli investitori, soprattutto nei

¹⁰⁹ <https://www.ibm.com/blogs/think/2018/01/maersk-blockchain/>

settori in cui la veridicità delle informazioni sulla provenienza e sulla conservazione dei beni durante il trasporto è indispensabile per la sicurezza del consumatore.

Risulta quindi necessario per affrontare le sfide di efficienza, l'adozione di una tecnologia in grado di snellire la burocrazia del modello attuale e digitalizzare il processo di tracciamento dei prodotti lungo l'intera catena di fornitura così da garantire una maggiore trasparenza ai consumatori, ridurre la dipendenza dagli intermediari e sincronizzare i sistemi informativi per una condivisione più efficace dei dati. Quando si parla di tracciabilità nella supply chain si fa riferimento al tracking dei prodotti, cioè secondo la normativa ISO 8402 *“la capacità di risalire alla storia e all'uso o alla locazione di una entità mediante identificazioni registrate”*.

Attualmente le società più strutturate utilizzando i propri sistemi ERP connessi ai sistemi produttivi per riuscire a tracciare il percorso dei prodotti all'interno dei propri confini cioè da quando le merci entrano nel magazzino a quando vengono spedite, la difficoltà sorge a questo punto della catena, cioè quando si trovano a dovere tenere traccia delle movimentazioni al di fuori dei propri confini aziendali. Quando il prodotto lascia l'azienda e viene spedito, la visibilità e il monitoraggio garantiti dai sistemi gestionali viene a mancare e i manager si trovano ad avere informazioni parziali sulla posizione e sullo stato delle successive movimentazioni. Per far fronte a questa situazione e estendere il flusso informativo alle altre imprese coinvolte nel processo di fornitura, si sono adottate negli anni diverse tecnologie come l'EDI, electronic data interchange e messaggistica XML, sistemi che però permettevano lo scambio di informazioni solo tra step contigui della catena, con il risultato di una semplice duplicazione delle informazioni nei due sistemi gestionali, modelli quindi adatti a supply chain piuttosto corte formate da imprese molto integrate verticalmente¹¹⁰.

¹¹⁰ P. Brodi, (2017), "How blockchain is revolutionizing supply chain management", Report EY e SAP. Published on Digitalist Magazine by SAP.

Una soluzione a questi problemi in grado di gestire in modo sicuro e trasparente la tracciabilità all'interno della catena di fornitura e condividere le informazioni a tutti i partner può essere rappresentata dalla tecnologia blockchain.

Ogni attore della catena arricchisce manualmente o attraverso sensori IoT nel momento in cui prende in carico il prodotto, il profilo digitale dello stesso attraverso il data entry, con le informazioni rilevanti, informazioni che se approvate vengono registrate permanentemente sul registro centralizzato della blockchain che risulterà aggiornato su tutti i nodi. Così facendo tutti gli attori vengono a conoscenza in tempo reale delle modifiche apportate al prodotto, della posizione e dei dettagli delle transazioni. Lo stesso meccanismo viene utilizzato anche nella fase di trasporto, sia esso tra due nodi della catena o tra l'ultimo nodo e il consumatore finale, le aziende che si occupano della logistica, attraverso sensori IoT o Gps integrati nei vettori della spedizione, tengono traccia nel registro blockchain delle informazioni sullo stato della spedizione in tempo reale così da migliorare la complessiva efficienza del network distributivo. Queste operazioni vengono memorizzate in blocchi collegati cronologicamente sulla base del movimento fisico delle merci.

Non da meno si registrano benefici anche nella lotta alla contraffazione e frodi soprattutto nel caso in cui il prodotto soggetto alla registrazione sia un bene di lusso, è il caso di Everledger Blockchain che si occupa del tracciamento dei diamanti su blockchain, nella gestione e esecuzione dei pagamenti e dei documenti di sdoganamento e nel migliorare la relazione del cliente con lo specifico brand grazie a un rapporto che si basa sulla fiducia e trasparenza di tutte le fasi precedenti al consumo. Non solo ma in questo contesto le informazioni registrate su blockchain possono riguardare anche la fase di utilizzo del prodotto, quindi al di fuori dei confini tradizionali della supply chain, come le prestazioni di un veicolo, il suo impatto ambientale, o nel caso in cui sia presente un second hand market i vari passaggi di proprietà, basta infatti che il prodotto sia dotato di un collegamento ad internet e queste informazioni possono continuare ad essere scritte nel registro blockchain, con benefici per i produttori, per gli attuali e per i futuri proprietari.

Il punto focale del successo di un sistema di tracking efficace basato su blockchain è l'adesione da parte di tutti i soggetti coinvolti nella catena di approvvigionamento. Risulta necessario che tra i partner i rapporti siano fondati oltre che su obiettivi commerciali, sulla collaborazione e fiducia reciproca, poiché ogni nodo della catena dovrà sostenere dei costi per implementare tale sistema di reportistica che funzionerà solamente se anche gli altri nodi faranno altrettanto e se si impegneranno durante tutto il rapporto di collaborazione nel registrare tutte le informazioni relative al loro contributo.

3.5.4.1 CASO STUDIO: WALMART

Le implementazioni blockchain in ambito logistico e distributivo sono le più numerose e riuscite. I casi studio di successo riguardano soprattutto la rete distributiva alimentare e di merci transfrontaliere, container e navi cargo; reti in cui il bagaglio di informazioni correlate è considerevole e in cui le spedizioni devono risultare quanto più possibile puntuali, rapide e adeguate al tipo di merce a cui sono adibite¹¹¹.

In questo paragrafo si farà riferimento alle supply chain alimentari che nel corso degli anni si sono sempre più evolute, potendo garantire tutto l'anno, nella maggior parte dei casi, innumerevoli varietà di prodotti freschi provenienti dalle parti più disparate del globo. La principale sfida che affligge il settore alimentare è la sicurezza, sicurezza dei prodotti che ogni giorno mettiamo nelle nostre tavole, ma che in alcuni rari casi non viene assicurata dalla catena con conseguenti scandali e focolai di malattie di origine alimentare che richiedono tempi lunghi per definirne l'origine, e ne conseguono lo stop al consumo e la perdita di fiducia nel mercato dello stesso ma soprattutto danni alla salute dei consumatori. Tale sicurezza alimentare può essere facilmente garantita

¹¹¹ C. De Angelis, G.C. Elmo, R. Fondacaro, M. Risso, "L'impiego della tecnologia blockchain nella filiera agroalimentare: opportunità e sfide", PDF.

implementando una struttura di tracciabilità efficiente, in grado innanzitutto di dare al consumatore la conoscenza necessaria per un consumo consapevole e in seconda analisi di salvare vite umane, consentendo alle aziende di agire più rapidamente in caso di anomalie o scandali alimentari. Il successivo progetto pilota che andremo ad analizzare è il caso studio della catena di approvvigionamento del mango di Walmart in collaborazione con IBM.

Walmart, multinazionale statunitense proprietaria dell'omonima catena di negozi al dettaglio fondata nel 1962 con un unico discount, è cresciuta negli ultimi 50 anni esponenzialmente diventando la più grande catena al mondo nel canale della grande distribuzione organizzata. Ad oggi Walmart conta più di 10000 punti vendita, 2,2 milioni di collaboratori in tutto il mondo e un fatturato di 559 miliardi di dollari nell'anno fiscale 2021, un vero e proprio leader globale nel suo settore che ha fatto della sostenibilità, dell'impegno nel creare opportunità e portare valore ai clienti e alle comunità di tutto il mondo la sua forza¹¹².

Per anni Walmart, da sempre interessata a migliorare la trasparenza e la tracciabilità del sistema alimentare, ha testato molti sistemi e differenti approcci volti a risolvere il problema della food-security. Come ha spiegato F. Yiannas, ex vicepresidente della sicurezza alimentare di Walmart, nessuno di essi è riuscito ad ottenere risultati del tutto soddisfacenti per il management dell'azienda, finché un team guidato da K. Bedwell ha presentato la possibilità di implementare soluzioni aziendali basate sulla tecnologia blockchain *"Creating a (traceability) system for the entire food supply ecosystem has been a challenge for years, and no one had figured it out. We thought that blockchain technology might be a good fit for this problem, because of its focus on trust, immutability, and transparency"*¹¹³.

Nella scelta della blockchain più adatta tra quelle offerte dal mercato, Walmart Technology ha deciso di rivolgersi a IBM per stringere una partnership con Hyperledger

¹¹² Corporate.walmart.com

¹¹³ Case Study: How Walmart brought unprecedented transparency to the food supply chain with Hyperledger Fabric, Hyperledger.org, <https://www.hyperledger.org/learn/publications/walmart-case-study>.

Fabric. Per il team risultava necessario lavorare con una blockchain open source così che il sistema di tracciabilità alimentare potesse essere utilizzato da tutte le parti della catena di approvvigionamento senza problemi. Hyperledger Fabric, piattaforma progettata da The Linux Foundation, permette lo sviluppo di applicativi e soluzioni modulari che consentono il collegamento plug-and-play¹¹⁴ dei componenti, l'acquisizione e il controllo efficiente dei dati, in qualsiasi momento viene consentita a tutti gli utenti una visione condivisa del reale stato della catena di approvvigionamento¹¹⁵.

Walmart ha condotto recentemente un progetto pilota con la blockchain Hyperledger di IBM per tracciare il mango affettato proveniente dall'America Centrale e del Sud, per aumentare il controllo e la fiducia del pubblico nella propria offerta. Il progetto si è concentrato su tutte le fasi della catena di fornitura: pre-selling stage, warehouse storage stage, distribution and aggregation stage, supermarket stage e consumer stage. Partendo dalla fase di pre-selling, quindi di produzione, si possono registrare due diverse criticità; la prima legata al prodotto, la seconda alla forza lavoro. Il mango può essere affetto da marciume, difetti di superficie, raffreddamento e lesioni da calore, inoltre i produttori per massimizzare il proprio profitto spesso ricorrono a tecniche quali utilizzo di fertilizzanti contaminati, lavoro minorile, salari sottodimensionati e orari di lavoro estenuanti.

Attraverso l'utilizzo di un registro distribuito su tecnologia blockchain i produttori sono obbligati a registrare tutte le informazioni riguardo le pratiche utilizzate durante la fase di produzione. Così, se le best practice stabilite in fase di progettazione dalla supply chain non dovessero essere rispettate, scatterebbero segnali di allarme e segnalazioni

¹¹⁴ "tecnologie che possono essere messe in uso all'interno di un sistema hardware o/e software senza che l'utente del sistema conosca o metta in atto una specifica procedura di installazione o configurazione" fonte Wikipedia.org.

¹¹⁵ Case Study: How Walmart brought unprecedented transparency to the food supply chain with Hyperledger Fabric, Hyperledger.org, <https://www.hyperledger.org/learn/publications/walmart-case-study>.

agli altri stakeholder per garantire la sicurezza alimentare della filiera¹¹⁶. Dal lato produttore i vantaggi si concretizzano in un'informazione più consapevole sul mercato di riferimento, i prezzi, il controllo di qualità e gli input della produzione. Riunendosi e registrando le loro transazioni e accordi commerciali su blockchain, viene concesso anche ai piccoli produttori di partecipare al mercato in modo più informato così da poter ottenere un prezzo di vendita equo ed evitare il possibile sfruttamento da parte dei livelli successivi della catena di fornitura¹¹⁷. Dal lato prodotto invece, la blockchain di Walmart è in grado di memorizzare i dati sui metodi di raccolta, maturità del prodotto, imballaggio e metodi di trasporto così da anticipare potenziali perdite causate da una gestione inadeguata che non rispetta le linee guida dettate dal gruppo.

Per quanto riguarda la fase logistica distributiva, la blockchain permette di creare un collegamento diretto e rapido tra gli attori, in tal modo i fornitori di mango, sulla base delle esigenze degli operatori di trasporto e sulla propria competenza riguardo la gestione ottimale del prodotto, possono guidare la scelta dell'imballo o del veicolo più adatto al trasporto. Per di più, come abbiamo potuto vedere anche in altri settori e fasi del supply chain management, la blockchain si presta a collegare e registrare, tramite smart contracts, i dati provenienti da dispositivi IoT connessi ai veicoli destinati al trasporto. In questo modo Walmart potrà avere la sicurezza su come vengono trasportati i propri prodotti, informazioni dettagliate quali l'eccessiva esposizione alla luce solare, la temperatura e il grado di umidità, fattori critici nel assicurare la qualità richiesta dal mercato. Uno dialogo più fluido tra Walmart e provider di spedizioni e logistica basato su blockchain permette inoltre di migliorare il processo di fatturazione elettronica, ridurre le possibili controversie e registrare in tempo reale gli aggiornamenti sugli accordi legali garantendo alti livelli di sicurezza e integrità.

¹¹⁶ Laurie Burkitt, "Walmart to Triple Spending on Food Safety in China," Wall Street Journal, Dow Jones & Company, 17 June 2014. www.wsj.com/articles/Walmart-to-triple-spending-on-food-safety-in-china-1402991720.

¹¹⁷ "Production and Post-Harvest Best Practices," Mango.org, National Mango Board, 2017. www.mango.org/about-the-nmb/what-is-the-nmb-doing/research-program/postharvest-practices-research.

Proseguendo con la fase di vendita diretta del prodotto, i punti vendita di Walmart possono collegare i propri sistemi ERP e di point-of-sale alla piattaforma blockchain così da tracciare ogni articolo venduto. In aggiunta, come affermato da F. Yiannas *“With blockchain, you can do strategic removals, and let consumers and companies have confidence”*¹¹⁸, quindi grazie a un set di informazioni dettagliate reperibili sul registro decentralizzato, l’esperienza d’acquisto nei punti vendita può migliorare creando una solida relazione di fiducia tra rivenditore e cliente. Migliorando la visibilità della catena di approvvigionamento, i clienti possono fornire feedback specifici sulla qualità connessa a quel determinato coltivatore o produttore, oltre ad ottenere benefici di costo e prodotti più freschi.

Il successo di questo progetto pilota e del precedente, nella catena di fornitura della carne di maiale in Cina, ha fatto sì che nell’Agosto 2017 IBM annunciasse una nuova collaborazione con Walmart e altri nove giganti della distribuzione alimentare tra cui Nestlé, Golden State Foods, Kroger e McCormick per espandere la soluzione blockchain al sistema alimentare globale.

Lo scopo principale di Walmart e IBM raggiunto con questo progetto è quello di migliorare la sicurezza e efficienza della catena distributiva alimentare.

Risulta chiaro quindi che la blockchain fornisce una maggiore trasparenza, veridicità e fiducia nelle informazioni alimentari¹¹⁹.

¹¹⁸ O.Kharif, (2016), “Walmart Tackles Food Safety With Trial of Blockchain”, Bloomberg.com.

¹¹⁹ Tapcott D., (2020), “Supply Chain Revolution: How Blockchain Technology Is Transforming the Global Flow of Assets”, Toronto Barlow Books.

3.6 BARRIERE E LIMITAZIONI ALL'ADOZIONE DELLA TECNOLOGIA BLOCKCHAIN NELLE SUPPLY CHAIN

Dopo aver illustrato, nel corso dell'elaborato, i benefici e le rivoluzioni con cui la tecnologia blockchain può cambiare o in alcuni casi rivoluzionare le attività e i flussi di prodotto e informazioni nelle supply chain moderne in diversi ambiti, è doveroso portare alla luce anche i limiti connessi a tale applicazione. Le barriere che verranno prese in considerazione nel seguente paragrafo sono state determinate dopo una revisione di tutte le fonti utilizzate durante l'elaborato quindi rientranti nella letteratura relativa ai sistemi informativi della catena di approvvigionamento e della tecnologia blockchain, e soprattutto il paper *"Blockchain technology and its relationships to sustainable supply chain management"* dell'International Journal of Production Research.

Le limitazioni nell'adozione della tecnologia blockchain per la gestione delle supply chain verranno raggruppate in quattro categorie:

- Barriere intra-organizzative;
- Barriere inter-organizzative;
- Barriere del sistema tecnologico;
- Barriere esterne¹²⁰.

Le barriere intra-organizzative derivano dalle attività interne alle organizzazioni. Un primo punto fondamentale in questa categoria è la necessità di avere il supporto del top management, infatti esso è un fattore chiave per il successo di soluzioni in ambito supply chain ma non solo, in qualsiasi ambito applicativo aziendale senza appoggio dei vertici aziendale nessuna rivoluzione sarà facilmente implementabile. Tuttavia non tutti i manager sono in grado di vedere le potenzialità di questa tecnologia e spesso la mancanza di consapevolezza e impegno nella gestione della catena di

¹²⁰ S. Saberj, M. Kouhizadeh, J. Sarkis & L. Shen, (2019), "Blockchain technology and its relationships to sustainable supply chain management", International Journal of Production Research.

approvvigionamento si scontra con l'allocazione delle risorse e le decisioni finanziarie¹²¹. E' peraltro vero che implementazioni di tipo blockchain richiedono alle organizzazioni, e per tutti i partner connessi alla rete di approvvigionamento, investimenti sostanziosi in nuovi hardware e software per la raccolta delle informazioni, la definizione di nuovi ruoli, nuove competenze e responsabilità per supportare i diversi aspetti dell'adozione della tecnologia¹²². La conversione a nuovi sistemi può portare successivamente anche alla modifica della cultura e della gerarchia organizzativa con relative esitazioni e resistenze di alcuni individui interni alle organizzazioni e delle organizzazioni stesse. La limitata esperienza tecnica e conoscenza della tecnologia è appunto uno tra gli ostacoli principali per un'adozione diffusa nelle catene di fornitura, sebbene i progetti pilota e sperimentazioni stiano aumentando considerevolmente negli ultimi anni, vi è ancora una carenza cronica di sviluppatori tecnici e applicazioni, dovuta anche alla mancanza di modelli di business e best practice nell'implementazione della tecnologia blockchain¹²³. Riassumendo le barriere intra-organizzative che si contrappongono attualmente all'adozione di supply chain blockchain driven sono: vincoli finanziari, mancanza di impegno e sostegno da parte della direzione organizzativa, mancanza di nuove politiche organizzative, mancanza di conoscenze e competenze e strumenti, difficoltà nel cambiare la cultura organizzativa¹²⁴.

Le barriere inter-organizzative sono le barriere presenti nelle relazioni tra i partner della catena di approvvigionamento. Questo tipo di barriere rappresentano la sfida principale che caratterizza la gestione della supply chain, più il management delle singole organizzazioni, facenti parte della catena, riescono a gestire le relazioni in modo

¹²¹ S.E. Fawcett, J.A. Ogden, G.M. Magnan, M.B. Cooper, (2006), "Organizational Commitment and Governance for Supply Chain Success." *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*.

¹²² J. Mendling, I. Weber, W. Van Aalst, J. V. Brocke, C. Cabanillas, F. Daniel, S. Dustdar, (2017), "Blockchains for Business Process Management Challenges and Opportunities." *ACM Transactions on Management Information Systems*.

¹²³ W. Mougayar, (2016), "The Business Blockchain: Promise, Practice, and Application of the Next Internet Technology". Hoboken: John Wiley & Sons.

¹²⁴ S. Saberj, M. Kouhizadeh, J. Sarkis & L. Shen, (2019), "Blockchain technology and its relationships to sustainable supply chain management", *International Journal of Production Rese.*

efficiente più il valore creato per tutti gli stakeholder aumenta. Tali relazioni non sono affatto semplici da gestire soprattutto quando si tratta di integrare in modo esteso una nuova tecnologia con le relative problematiche e costi sopra descritti. In particolare quando si tratta di blockchain che grazie alle sue caratteristiche fornisce: un metodo più semplice di condivisione delle informazioni lungo la catena, maggiore trasparenza e verificabilità delle pratiche utilizzate possono riscontrarsi delle esitazioni da parte di determinati membri. Questo perché alcune organizzazioni considerano le proprie informazioni fonte di vantaggio competitivo e ciò le rende restie a condividerle¹²⁵, limitando di fatto: il funzionamento della stessa blockchain, i risultati in termini di vantaggi per ogni partner e ostacolando il successo della tecnologia. Oltre al volere dei partner bisogna tenere conto anche delle diverse politiche sulla privacy, relative all'utilizzo e alla diffusione delle informazioni e dati, presenti nelle catene di fornitura. La mancanza di regole sulla condivisione delle informazioni influisce sul grado di collaborazione e comunicazione tra i partner della supply chain, che continuando a perseguire obiettivi operativi e priorità differenti, rendono ancor più difficile l'attuazione di una strategia di implementazione blockchain. Quindi tra le barriere inter-organizzative contro cui si possono scontrare le aziende che intendono adottare la tecnologia blockchain per la propria supply chain, troviamo: problemi di collaborazione e coordinazione, differenti politiche di divulgazione delle informazioni e difficoltà di integrazione della tecnologia¹²⁶.

Le barriere insite nel sistema tecnologico fanno riferimento alla necessità delle organizzazioni, che intendono implementare soluzioni blockchain, di nuovi strumenti informatici in grado di sfruttare le opportunità fornite dalla tecnologia e da una catena di fornitura integrata¹²⁷. La tecnologia Blockchain è una tecnologia ancora giovane e nelle fasi iniziali di sviluppo, considerata ancora immatura in termini di scalabilità e

¹²⁵ S.E. Fawcett, C. Wallin, C. Allred, G. Magnan, (2009), "Supply Chain Information-Sharing: Benchmarking a Proven Path", *Benchmarking: An International Journal*.

¹²⁶ S. Saberi, M. Kouhizadeh, J. Sarkis & L. Shen, (2019), "Blockchain technology and its relationships to sustainable supply chain management", *International Journal of Production Rese.*

¹²⁷ Abeyratne, S.A. and Monfared, R.P., (2016), "Blockchain ready manufacturing supply chain using distributed ledger". *International Journal of Research in Engineering and Technology*.

gestione di un elevato numero di transazioni¹²⁸. Con l'aumento delle dimensioni e del numero di blocchi si registra un problema di archiviazione e di gestione per un numero di data set di informazioni, tali problemi dimensionali sono emersi anticipatamente nelle Blockchain sottostanti il mondo delle criptovalute, come quella Bitcoin. Essi emergerebbero senza dubbio anche nelle blockchain che si occupano della gestione delle supply chain, in quanto devono gestire una mole di dati ancora superiore perché oltre alle informazioni finanziarie devono occuparsi dei dati relativi ai processi. Tutto ciò si traduce nella necessità di sviluppare un'infrastruttura avanzata di storage e cloud computing. Passando al lato più reputazionale la tecnologia blockchain è associata principalmente al mondo delle criptovalute e alle sue attività dannose¹²⁹ come dark web e l'elevato consumo energetico per le attività di *mining*, ciò ne rallenta l'adozione creando una certa diffidenza nella mente dei neofiti e dei non addetti ai lavori. Infine legato al carattere di immutabilità dei record, importantissima caratteristica della tecnologia, vi è scetticismo sulla bontà dei dati inseriti, infatti se è pur vero che una volta registrati i dati non possono essere manomessi la blockchain non è in grado di garantire da sola che tali dati siano effettivamente corretti. A tal proposito, come è emerso in quasi tutti i casi riportati nell'elaborato, risulta quasi indispensabile per una reale applicazione di tale tecnologia l'integrazione con sistemi IoT o strumenti di rilevazioni delle informazioni. Le barriere insite nella tecnologia sono dunque: accesso alla tecnologia, problema dimensionale, scetticismo dovuto alla reputazione negativa, immaturità della tecnologia e necessità di integrazione con altri sistemi complementari.

L'ultima categoria di barriere, quelle esterne, rappresenta le sfide derivanti dai soggetti appunto esterni alla catena di approvvigionamento, quali istituzioni, governi e altre industrie che non beneficiano direttamente delle attività della supply chain. Le normative e le leggi governative non sono ancora del tutto, anche se negli ultimi anni il nostro paese si è mosso per regolamentare le tecnologie basate su registri distribuiti e smart contract c'è ancora molta strada da fare sul lato della sicurezza e privacy dei dati.

¹²⁸ J. Yli-Huumo, D. Ko, S. Choi, S. Park, K. Smolander, (2016), "Where Is Current Research on Blockchain Technology? A Systematic Review", PLOS ONE.

¹²⁹ M. Swan, (2015), "Blockchain: Blueprint for a new economy." O'Reilly Media.

Inoltre mancano degli standard di riferimento per il settore, è necessario per favorire la diffusione della tecnologia che un modello primeggi sugli altri. Riassumendo le barriere esterne sono rappresentate da: mancanza di politiche governative, incertezza e competizione del mercato, mancanza di coinvolgimento degli stakeholder esterni, mancanza di riconoscimenti e programmi di incentivi¹³⁰.

¹³⁰ S. Saberj, M. Kouhizadeh, J. Sarkis & L. Shen, (2019), "Blockchain technology and its relationships to sustainable supply chain management", *International Journal of Production Rese.*

CONCLUSIONI

Giunti al termine dell'elaborato possiamo affermare che la blockchain offre numerose opportunità in differenti business con impatti più o meno significativi. Presentandosi dunque come un'innovazione tecnologica che potrebbe rivelarsi rivoluzionaria al pari di quello che è stato internet nel secolo precedente, anche se si trova attualmente nelle fasi iniziali del suo sviluppo e sono ancora presenti numerosissime limitazioni, come quelle presentate nel paragrafo precedente, che devono essere risolte. Il World Economic Forum ha inserito nel 2015 la blockchain tra i sei "mega-trends" che trasformeranno il mondo nella successiva decade e conseguentemente i settori industriali comprese le *key activities* delle supply chain¹³¹.

Al termine della ricerca quello che emerge con più evidenza, soprattutto dai differenti casi d'uso, è il tipo di blockchain più adatto e utilizzato nelle applicazioni industriali, le blockchain *permissioned*. L'architettura privata si presta molto bene a soddisfare i bisogni delle imprese che necessitano del controllo finale centralizzato sulle attività del proprio business, pur lasciando a tutti i partecipanti lo stesso livello di trasparenza e conoscenza sulle transazioni interne. Anche se questa tipologia si allontana un po' dall'idea originale della blockchain come registro distribuito e dalla logica sottostante la più famosa applicazione nel campo finanziario ovvero la rete Bitcoin. Nel futuro quindi lo standard che potrebbe emergere negli applicativi business sarà con molta probabilità quello basato su reti *permissioned*. Questa via lascerebbe comunque aperto il dibattito se di fatto si tratti ancora di blockchain o più semplicemente di semplici database distribuiti interconnessi.

Considerando che la blockchain è una soluzione tecnologica infrastrutturale, ogni applicazione, sia essa sviluppata in house o da società di software esterne, necessita di un processo di integrazione con le attività proprie dei diversi business e con altri strumenti che ne abilitino ed esaltino le caratteristiche. Per questo motivo il

¹³¹ N. Kshetri, (2018), "Blockchain's roles in meeting key supply chain management objectives", International Journal of Information Management.

management aziendale una volta approvata l'idea di adottare una soluzione *blockchain based* deve obbligatoriamente, per apprezzarne i risultati, prendere in considerazione due aspetti. In primis, l'implementazione di una serie di strumenti tecnologici volti a raccogliere dati e informazioni poi trasmesse e immagazzinate nella blockchain, quali potrebbero essere sensori IoT, GPS o altri strumenti digitali che connessi alla rete trasmettono in autonomia i dati al registro. In secondo luogo deve considerare che sarà necessario riorganizzare determinate attività che possono venire radicalmente ridefinite.

Se poi prendiamo in considerazione nello specifico le applicazioni per la gestione delle supply chain, dall'analisi è emerso che la tecnologia blockchain fornisce il grado più elevato di benefici se integrata ai già esistenti sistemi ERP degli attori coinvolti nell'intera catena di fornitura. La blockchain funge, in questo caso, da spina dorsale a cui si collegano i diversi sistemi ERP dei partner indipendentemente dal loro sviluppatore. In questo modo si crea una piattaforma integrata su cui scambiare e archiviare le informazioni ed eseguire transazioni in completa sicurezza e trasparenza.

Un punto fondamentale in questo scenario è sicuramente la traduzione in profili digitali degli attori, dei materiali, dei componenti e di tutto quello che viene scambiato lungo la catena in linguaggio digitale a cui viene fornito un profilo univoco nella rete. Semplificando, la blockchain riesce a svolgere il lavoro che i sistemi ERP eseguono all'interno delle singole organizzazioni ma a livello supply chain e con un grado superiore di trasparenza, sostituendo ai reparti le diverse organizzazioni e efficientando lo scambio di informazioni attraverso un linguaggio universale.

Oltre ai vantaggi che la tecnologia blockchain offre anche negli altri ambiti applicativi come trasparenza, sicurezza, immutabilità e solidità dei dati, nelle applicazioni blockchain per la gestione del supply chain management si riscontrano effetti positivi nel tracciamento dei prodotti, la lotta alle frodi e alle contraffazioni, la democratizzazione e l'equità nel trattamento dei partner, l'automazione dei processi ma soprattutto si registra un aumento del grado di cooperazione e collaborazione.

Per far sì che l'adozione della blockchain funzioni e registri dei risultati positivi è imprescindibile che le parti coinvolte nella rete di approvvigionamento collaborino e

siano unite verso il cambiamento. Una condizione già alla base dell'idea del fondatore dei Bitcoin che, anche se si scontra con il paradigma moderno del mercato basato sulla concorrenza, rappresenta a mio avviso un fattore indispensabile per ogni attività, progetto o organizzazione che desideri avere successo. La collaborazione, non solo in ambito economico ma per qualsiasi sfida che la vita propone, permette attraverso la nascita di legami con altri soggetti di aumentare il grado di conoscenza, di risorse e di punti di vista così da agire in modo più informato, consapevole e efficiente.

Per concludere la tecnologia blockchain può effettivamente migliorare la gestione della catena di fornitura ma per farlo è necessario che tutta la catena sia disposta a muoversi in tale direzione e che ritenga sostenibili gli investimenti necessari a rimodellare i propri processi in ottica blockchain.

La fiducia in questa tecnologia è molto elevata tanto che stime prevedono che il 10% del PIL mondiale verrà immagazzinato su blockchain entro il 2025¹³². Al giorno d'oggi però, sulla base dei progetti avviati e delle sperimentazioni programmate per il futuro, l'utilizzo di questa tecnologia in ambito supply chain non è ancora maturo e completo, infatti viene considerata più come uno strumento di supporto al livello operativo che un driver strategico per il vantaggio competitivo. Ritengo che l'approccio decentralizzato che pone la fiducia alla base delle transazioni, siano esse tra cliente e organizzazioni o tra organizzazioni appartenenti alla stessa supply chain, rappresenti uno tra i modelli di business che caratterizzerà le organizzazioni nel prossimo futuro.

Digitalizzazione e innovazione tecnologica, che trovano nella blockchain applicata ai processi aziendali fortissima rappresentazione, sono due driver fondamentali su cui le aziende possono costruire il proprio modello di business o strategia per restare competitive, vincere le quotidiane sfide di business associate all'evoluzione del genere umano ed evolversi per essere il più resilienti possibili ai cambiamenti del mondo e del mercato di riferimento.

¹³² C. Herweijer, D. Waughray, S. Warren, (2018), "Building Block(chain)s for a Better Planet", World Economic Forum in collaboration with PwC and Stanford Woods Institute for the Environment.

BIBLIOGRAFIA

(2018), "Blockchain for utilities: beyond the buzz", Accenture Consulting, https://www.accenture.com/_acnmedia/PDF-82/Accenture-blockchain-for-utilities-beyond-buzz-POV.pdf#zoom=50 .

(2020), "Blockchain in the Public Sector", BDO Global Survey. https://www.bdo.global/getmedia/823cc441-bf95-4da5-adde-4f9785d02f2b/BDO-blockchain_2020_General.pdf.aspx .

(2020), "How Blockchain Helps Build Smarter Supply Chains", IBM.

A. Albarelli, C. Bagnoli, S. Campostrini, M. Massaro, (2020), "Gli impatti di IA e di Blockchain sui modelli di business", Strategy Innovation Forum, Università Ca' Foscari di Venezia.

A. Banerjee, (2018), "Integrating Blockchain with ERP for a transparent supply chain", Elsevier Inc.

A. Reghelin, (2019), "Smart Contract e Blockchain: funzionamento, esempi e normativa". https://blog.osservatori.net/it_it/smart-contract-in-blockchain .

A. Sunyaev, (2020), "Distributed Ledger Technology. In Internet Computing", Cham & Springer.

Abeyratne, S.A. and Monfared, R.P., (2016), "Blockchain ready manufacturing supply chain using distributed ledger". International Journal of Research in Engineering and Technology.

B. Laclau, (2018), "Why the energy sector must embrace blockchain now", EY Survey.

B.D. Jaspersen, T.S. Larsen, (2005), "Supply Chain Management- in Theory and Practice", Copenhagen Business School Press.

C. De Angelis, G.C. Elmo, R. Fondacaro, M. Risso, "L'impiego della tecnologia blockchain nella filiera agroalimentare: opportunità e sfide", PDF.

C. Herweijer, D. Waughray, S. Warren, (2018), "Building Block(chain)s for a Better Planet", World Economic Forum in collaboration with PwC and Stanford Woods Institute for the Environment.

C. Leong, T. Viskin, R. Stewart, (2018), "Tracing the supply chain, how blockchain can enable traceability in the food industry", Accenture.
<https://www.accenture.com/acnmedia/PDF-93/Accenture-Tracing-Supply-Chain-Blockchain-Study-pov.pdf>.

Custom Publishing Università Ca' Foscari Venezia Dipartimento di Management, (2013), "Gestione delle imprese", MC Graw Hill Education.

D. Di Sabato, (2017), "Gli Smart Contract: robot che gestiscono il rischio contrattuale", Contratto e Impresa 2.

D. Gattuso, G.C. Cassone, (2013), "I nodi della logistica nel Supply Chain", Collana Trasporti, FrancoAngeli.

D. Schatsky, C. Muraskin, (2015), "Beyond bitcoin, Blockchain is coming to disrupt your industry" Deloitte University Press.

D. Tapscott, (2020), "Supply Chain Revolution: How Blockchain Technology Is Transforming the Global Flow of Assets", Toronto Barlow Books.

D. Tapscott, A. Tapscott, (2016), "Blockchain Revolution: How The Technology Behind Bitcoin is Changing Money, Business, and the World", Portfolio Penguin.

F. Costantino, G. Di Gravio, M. Tronci, (2007), "Supply Chain Management E Network Logistici: Dalla Gestione Della Partnership Al Risk Management", Hoepli.

F. Fabbri, (2018), "Quotidiano online sulla digital economy e la cultura del futuro, Automotive, decollo della blockchain nel 2019. Un mercato da 1,6 miliardi di dollari nel

2026”, Key4Biz. <https://www.key4biz.it/automotive-decollo-della-blockchain-nel-2019-un-mercato-da-16-miliardi-di-dollari-nel-2026/238696/> .

G. Chiap, J. Ranalli, R. Bianchi, (2019), “Blockchain. Tecnologia e applicazioni per il business: Tutto ciò che serve per entrare nella nuova rivoluzione digitale”, Hoepli.

G. Gottardi, (2008), “Nuovi modelli organizzativi e logistici per la competitività nella filiera del Metadistretto Calzaturiero Veneto”, progetto di ricerca-Relazione finale, Distretto Calzaturiero Veneto.

Group Renault, (2020), “Press release: XCEED Secured By Blockchain”, PDF.

H. Ince, S.H: Imamoglu, H. Keskin, A.Akgun, M.N. Efe, (2013), “The Impact of ERP System and Supply Chain Management Practices on Firm Performance: Casa of Turkish Companies”, Procedia-Social and Behavioral Sciences.

Hackius, Niels, Petersen, Moritz, (2017), “Blockchain in logistics and supply chain: Trick or treat?, In: Kersten, Wolfgang Blecker, Thorsten Ringle, Christian M. (Ed.): Digitalization in Supply Chain Management and Logistics: Smart and Digital Solutions for an Industry 4.0 Environment”. Proceedings of the Hamburg International Conference of Logistics (HICL).

J. Garzik, “The Internet of Value-Exchange”, Deloitte, <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/uk/Documents/Innovation/deloitte-uk-internet-of-value-exchange.pdf>.

J. Mendling, I. Weber, W. Van Aalst, J. V. Brocke, C. Cabanillas, F. Daniel, S. Dustdar, (2017), “Blockchains for Business Process Management Challenges and Opportunities.” ACM Transactions on Management Information Systems.

J. Yli-Huomo, D. Ko, S. Choi, S. Park, K. Smolander, (2016), “Where Is Current Research on Blockchain Technology? A Systematic Review”, PLOS ONE.

J.F. Kurose, K.W. Ross, (2017), “Reti di calcolatori e internet - Un approccio top down”, Pearson.

J.T. Mentzer, W. De Witt, J.S. Keebler, S. Min, N.W. Nix, C.D. Smith, Z.G. Zacharia, (2001), "Defining Supply Chain Management", Journal Business of Logistics.

L. Pawczuck, R. Massey, D. Schatsky, (2018), "Global Blockchain Survey", Deloitte.

<https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/cz/Documents/financial-services/cz-2018-deloitte-global-blockchain-survey.pdf> .

L. Pawczuk, J. Holdowsky, R. Massey, B. Hansen, (2020), "Deloitte's 2020 Global Blockchain Survey: From promise to reality", Deloitte Insights.

L.J. Krajewskj, L.P. Ritzman, M.K. Malhotra, A. Grando, R. Secchi, (2015), "Supply Chain Management, Strategie, processi, performance", Pearson Italia.

M. Bettucci, (2008), "Progettazione e Gestione della Supply Chain", PDF.

M. Bianchini, I. Kwon, (2020), "Blockchain per Start-up e PMI in Italia", Documenti OCSE sulle PMI e l'imprenditoria, OECD.

M. Heutger, M. Kukelhaus, (2018), "Blockchain in Logistics: Perspectives on the upcoming impact of blockchain technology and use cases for logistics industry", DHL Trend Research and Accenture.

M. Jones, D. Wollschlaeger, B. Stanley, (2018), "Daring to be first, How auto pioneers are taking the plunge into blockchain", IBM Institute for Business Value.
<https://www.ibm.com/downloads/cas/WN5RKW2D>.

M. Nicotra, S. Sarzana, F. Ippolito,(2018), "Diritto della blockchain, intelligenza artificiale e IoT", Wolters Kluwer.

M. Rauchs, A. Glidden, B. Gordon, G. Pieters, M. Recanatini, F. Rostand, K. Vagneur, B. Zhang, (2018), "Distributed Ledger Tecnology System, A Conceptual Framework, Cambridge Centre For Alternative Finance.

M. Swan, (2015), "Blockchain: Blueprint for a new economy." O'Reilly Media.

M.L. Perugini, (2018), "Distributed Ledger Technologies e Sistemi di Blockchain, Digital Currency, Smart Contract e Altre Applicazioni", Cendon Book.

N. Kshetri, (2018), "Blockchain's roles in meeting key supply chain management objectives", International Journal of Information Management.

N. Slack, S. Chambers, R. Johnston, (2010), "Operations Management", Pearson Education Limited.

N. Szabo, (1996), "Smart Contracts: Building Blocks for Digital Free Markets", Extropy, White paper.

P. Brodi, (2017), "How blockchain is revolutionizing supply chain management", Report EY e SAP. Published on Digitalist Magazine by SAP.

P. Cucurru, (2017), "Blockchain ed automazione contrattuale. Riflessioni sugli smart contract", La Nuova Giurisprudenza Civile Commentata.

P. Danese, P. Romano, (2006), "Supply Chain Management-la gestione dei processi di fornitura e distribuzione", McGraw-Hill.

P.E. Velmovitsky, S. Miranda, P.A. Da Silvia, H. Vaillancourt, T. Donovska, J. Teague, P.P. Morita, (2020), "Blockchain and IoT: a Conceptual Framework for a Blockchain Consent Platform in Active Assisted Living". Journal of Medical.

R. Bosisio, K. Burchardi, M. Hauser, (2018), "The First All-Blockchain Insurer", Boston Consulting Group.

R. Garavaglia, (2018), "Tutto su Blockchain: capire la tecnologia e le nuove opportunità", Hoepli.

R. Pinna, (2006), "L'evoluzione nella dimensione organizzativa della Supply Chain: Dalla gestione di un flusso alla gestione di una rete", Franco Angeli.

R. Secchi, (2015), "Supply chain management e made in Italy: Lezioni da nove casi di eccellenza", EGEA Spa.

R.Kreawiec, M.White, (2016), "Blockchain: Opportunities for Health Care", Deloitte.

S. Cavalieri, R. Pinto, (2018), "Orientare al successo la Supply Chain", Torino, ISEDI.

S. Crawford, I. Meadows, D. Piesse, (2016) "Blockchain technology as a platform for digitalization. Implication for the insurance industry", Ernst&Young.

S. Crawford, (2019), "Four ways blockchain can benefit insurers", EY. https://www.ey.com/en_gl/consulting/four-ways-blockchain-can-benefit-insurers .

S. Saberi, M. Kouhizadeh, J. Sarkis & L. Shen, (2019), "Blockchain technology and its relationships to sustainable supply chain management", International Journal of Production Research.

S.C.L. Koh, A. Gunasekaran, T. Goodman, (2011), "Drivers, barriers and critical success factors for ERP II implementation in supply chains: a critical analysis".

S.E. Fawcett, C. Wallin, C. Allred, G. Magnan, (2009), "Supply Chain Information-Sharing: Benchmarking a Proven Path", Benchmarking: An International Journal.

S.E. Fawcett, J.A. Ogden, G.M. Magnan, M.B. Cooper, (2006), "Organizational Commitment and Governance for Supply Chain Success." International Journal of Physical Distribution & Logistics Management.

SCC, "Supply Chain Operation Reference (SCOR) model Overview-Version 10.0", PDF. [Downloads/SCC SCOR Overview.pdf](Downloads/SCC_SCOR_Overview.pdf) .

Scientific Foresight Unit (STOA), (2020), "Blockchain for supply chains and international trade", EPRS|European Parliamentary Research Service. [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2020/641544/EPRS_STU\(2020\)641544_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2020/641544/EPRS_STU(2020)641544_EN.pdf) .

T. Lawson, (2018), "Accelerating technology disruption in the automotive market: Blockchain in the automotive industry", Deloitte.

W. Mougayar, (2016), "The Business Blockchain: Promise, Practice, and Application of the Next Internet Technology". Hoboken: John Wiley & Sons.

Y. Omran, M. Henke, R. Heines, E. Hofmann, (2017), "Blockchain-driven supply chain finance: Towards a conceptual framework from a buyer perspective". Working Paper. Series Title: Ipsera.