



UNIVERSITÀ DELLA
CALABRIA

UNIVERSITÀ DELLA CALABRIA

Dipartimento di Economia, Statistica e Finanza “Giovanni Anania” (DESF)

Dipartimento di Scienze Aziendali e Giuridiche (DISCAG)

Dottorato di Ricerca in

Scienze Economiche e Aziendali

XXXV CICLO

TITOLO TESI

**La tecnologia blockchain nella strategia aziendale.
Inquadramento contabile e profili di valutazione economica**

Settore Scientifico Disciplinare

SECS-P/07 ECONOMIA AZIENDALE

Coordinatore: Ch.mo Prof. Fabio Giovanni Lamantia

Supervisore: Ch.ma Prof.ssa Silvia Tommaso

Dottorando: Dott. Antonino Amodeo

Indice

Introduzione	3
Capitolo 1	
Distributed Ledger Technology, cryptoasset e blockchain	7
1. <i>Distributed Ledger Technology</i> e <i>cryptoasset economy</i>	7
2. L'adozione del <i>Business Model Innovation</i> e l'impatto sulle strategie aziendali	11
3. La tecnologia blockchain: un'innovazione dirompente decentralizzata	16
4. Le tipologie di blockchain in funzione del <i>network</i> , le modalità di validazione e i protocolli di consenso.....	19
5. Gli smart contract: ridisegnare la rappresentazione del valore degli <i>asset</i> attraverso i <i>digital token</i>	24
Capitolo 2	34
La tecnologia blockchain: analisi della letteratura	34
1. Introduzione	34
2. La tecnologia Blockchain e la formulazione delle domande di ricerca	35
3. Analisi bibliometrica della letteratura sulle applicazioni della tecnologia blockchain	38
3.1 Metodologia	42
3.2 La formulazione delle domande di ricerca.....	44
3.3 Il processo di raccolta, estrazione e identificazione del campione.....	45
3.4 Analisi descrittive della letteratura selezionata.....	46
3.5 Analisi della struttura concettuale della letteratura selezionata	52
4. L'impiego della Blockchain nel settore agroalimentare: analisi della letteratura esistente ...	57
4.1 Metodologia.....	60
4.2 La formulazione delle domande di ricerca.....	61
4.3 Il processo di raccolta, estrazione e identificazione del campione.....	61
4.4 Analisi descrittive della letteratura	62
4.5 Selezione e valutazione dei contributi.....	63
4.6 I benefici e i rischi connessi alla Blockchain	67
5. Il livello di decentralizzazione della Blockchain ed il sistema informativo aziendale in un'ottica di rete	73
6. Scenari di ricerca futuri.....	75

Capitolo 3

Profili giuridici e <i>accounting policy</i> delle criptoattività. La <i>disclosure</i> in bilancio	77
1. Le cripto-attività: analisi qualitativa del fenomeno	77
2. Aspetti giuridici delle cripto-attività in una prospettiva di finanziamento e di investimento.....	82
3. La proposta di regolamentazione europea relativa ai mercati delle cripto-attività	87
4. La disciplina giuridica e la rappresentazione contabile nell'ambito della valutazione economica delle cripto-attività.....	91
4.1 La disciplina giuridica dei <i>payment token</i> o valute virtuali di pagamento	93
4.2 La rappresentazione contabile dei <i>payment token</i> o valute virtuali di pagamento	97
4.3 La disciplina giuridica degli <i>utility token</i> o valute virtuali di utilizzo.....	103
4.4 La rappresentazione contabile degli <i>utility token</i> o valute virtuali di utilizzo.....	105
4.5 La disciplina giuridica dei <i>security token</i> o valute virtuali di investimento.....	106
4.6 La rappresentazione contabile dei <i>security token</i> o valute virtuali di investimento..	108
5. Sulla rappresentazione contabile delle cripto-passività nelle ICO. Proposte di <i>disclosure</i> in bilancio delle cripto-attività	111

Capitolo 4

L'inquadramento della blockchain nella prospettiva aziendale: verifica empirica e nuovi scenari di valutazione economica	118
1. Una verifica empirica. La modalità di diffusione della tecnologia blockchain nei contesti aziendali	118
1.1 La formulazione delle domande di ricerca e la metodologia	121
1.2 Analisi descrittive del campione selezionato	126
1.3 I risultati dell'indagine empirica e la discussione dei risultati nell'ottica della teoria della contingenza.....	128
1.4 Le implicazioni manageriali, i limiti e gli scenari futuri di ricerca	131
2. L'atipicità giuridica nella valutazione economica delle criptoattività	133
3. La valutazione economica delle cripto-attività	135
4. La blockchain e la strategia di valore aggiunto nell'ambito della valutazione economica	138
Conclusioni	144
Bibliografia	146

Introduzione

Il recente fenomeno sotteso alla tecnologia *Distributed Ledger Technology* (in breve “DLT”), ha condotto alla diffusione della tecnologia blockchain, la quale consente di utilizzare specifici algoritmi crittografici di consenso, che garantiscono l’autenticità, l’integrità e la provenienza dei dati attraverso la creazione di codici informatici che inequivocabilmente intercettano i flussi informativi, impattando in molteplici settori economici – con specifica declinazione alla *supply chain* ed al settore finanziario.

L’aspetto peculiare di questa tecnologia, ormai abilitatrice di un nuovo paradigma digitale, si basa sulla logica della decentralizzazione dei flussi informativi, sul consenso e sull’immutabilità, con l’obiettivo di creare scenari di collaborazione basati sulla trasparenza, sulla minimizzazione dei costi fissi e sulla fiducia.

Attraverso tale tecnologia si è assistito alla creazione di un nuovo settore di ricerca scientifica noto con il termine “*criptoeconomy*”, intesa quale disciplina formale che studia i protocolli informatici che governano la produzione, la distribuzione e il consumo di beni e servizi in un’economia digitale decentralizzata.

La rappresentazione in digitale di valore economico attraverso l’impiego di meccanismi crittografici propri della DLT e dei c.d. *smart contract* definiscono il fenomeno delle criptoattività nel cui ambito vengono annoverate oltre le criptovalute, anche i *digital tokens*, che possono attribuire al possessore la titolarità di una grande varietà di diritti, relativi ad interessi finanziari o non finanziari (diritti di voto in assemblea).

Attraverso gli *smart contract*, nel contesto della tecnologia blockchain, è possibile assegnare valore ad una risorsa tangibile o intangibile, mappare le origini delle risorse, progettare delle unità di informazioni digitale condivise che contengono gli elementi propri di un diritto di proprietà, rappresentati dai c.d. *token*, a cui unicamente il proprietario ha accesso diretto ed esclusivo.

Gli aspetti poco esplorati riguardano anzitutto la qualificazione giuridica di tali nuovi strumenti basati sull’infrastruttura blockchain, eventuali possibili tassonomie e classificazioni degli *asset* digitali sulla base del valore offerto da ciascuno di essi, le implicazioni contabili connesse all’entità che emette gli asset digitali e quelle in capo al sottoscrittore, nonché ancora i profili di criticità esistenti legati ad un utilizzo distorto per

fini meramente speculativi che sfruttano l'elevata volatilità del prezzo associato alle criptovalute.

Nello specifico, il tema della contabilizzazione e rappresentazione in bilancio delle entità crittografiche, intese come criptovalute e *token* digitali, è ancora largamente da inquadrare.

Invero, allargando il ragionamento alle criptoattività, ovvero a tutti quegli *asset* digitali, quali criptovalute e *token* che poggiano sull'infrastruttura tecnologica blockchain, viene fuori un dibattito che, seppur nascente, risulta comunque esistente.

Nel Capitolo 1 vengono affrontate le questioni definitorie, partendo dalla citata macrocategoria delle criptoattività, e distinguendo tre principali tipologie, accettate a livello internazionale: criptovalute monetarie (o *tokens payment-type*), *utility tokens* e *security tokens* (o *investment-type*). Per ciascuna vengono individuate e descritte le caratteristiche tecniche, nonché l'impatto degli *smart contract* nell'ambito dei contesti aziendali. Uno specifico paragrafo è dedicato all'attuale qualificazione ed al riconoscimento giuridico di tali strumenti nell'ordinamento giuridico europeo ed italiano. Nel Capitolo 2 viene offerta un'analisi della letteratura, nello specifico viene esposta un'analisi della letteratura che verte sull'utilizzo della blockchain nell'ambito dei contesti aziendali in generale, successivamente il *focus* è rivolto alla filiera agroalimentare, quale settore che è stato più di altri interessato dalla blockchain in relazione alla tracciabilità delle materie prime, con conseguenti effetti positivi sulla struttura dei costi aziendali. Da tale analisi si intende dimostrare come i benefici incrementali scaturenti dall'applicazione della blockchain, allo stato attuale, generano un plusvalore indiretto che si traduce in una minimizzazione dei costi sottesi al processo di raccolta, elaborazione, interpretazione, archiviazione e certificazione dei dati, in una maggiore sicurezza, chiarezza e qualità dei risultati, nonché in un ritorno economico degli investimenti effettuati in *network*.

Nel Capitolo 3, vengono esaminati gli aspetti relativi alla rilevazione, valutazione e *disclosure* in bilancio, analizzando per ciascuna categoria di crypto-asset (criptovalute, *utility token* e *security token*):

- (i) i diritti e gli obblighi che ciascuna criptoattività attribuisce all'emittente e al sottoscrittore-detentore (“profilo oggettivo”);
- (ii) le intenzioni del sottoscrittore-detentore relativamente all'orizzonte temporale dell'investimento (“profilo soggettivo”).

Non esiste una specifica disciplina contabile di riferimento né nei Principi Contabili Nazionali né nei Principi Contabili Internazionali. Invero, nel corso degli ultimi anni, sono state affrontate le questioni ed implicazioni contabili degli investimenti in criptoattività attraverso documenti interpretativi emanati dagli Organismi contabili internazionali, quali: IASB-IFRS – International Financial Reporting Standards – EFRAG – European Financial Reporting Advisory Group – AASB – Australian Accounting Standards Board – FASB – Financial Accounting Standards Board – di matrice statunitense, nonché da Banca d'Italia nel documento “Aspetti economici e regolamentari delle cripto-attività.”

Infine, vengono analizzate le *Initial Coins Offering* o ICO, operazioni finalizzate a raccogliere fondi necessari a finanziare un progetto imprenditoriale, mediante l'offerta di gettoni digitali (c.d. *digital tokens*), attribuendo ai possessori diritti economici legati al successo o meno dell'iniziativa imprenditoriale.

Nel Capitolo 4 viene presentata un'analisi empirica che mira ad indagare i percorsi e le modalità attraverso cui la tecnologia blockchain contribuisce alla creazione di valore nell'ambito dei contesti aziendali analizzando un campione rappresentativo di aziende e progetti. Si è rilevato che blockchain è ancora una tecnologia emergente, ragion per cui l'esperienza della sua declinazione in applicazioni *software* presenti nel mondo reale, con specifico riguardo alle aziende operanti in settori tradizionali, è limitata (Xu, et al. 2019). Al fine di evidenziare operativamente le modalità di applicazione della tecnologia blockchain nell'ambito dei tradizionali contesti aziendali sono stati selezionati 25 progetti *open source* senza vincoli spaziali e temporali, collocati all'interno di un programma già in fase operativo e non limitato a proclami forieri di suscitare il mero interesse dei *social media* con logiche ricadute nella visibilità aziendale. Le fonti da cui sono stati tratti i progetti analizzati, rappresentate da portali *web* di informazione e divulgazione scientifica nell'ambito delle nuove tecnologie applicate alle *supply chain*.

Sulla base di tali parametri, restando fermo l'obiettivo di ricerca teso ad individuare le modalità di utilizzo più diffuse e ricorrenti della rete blockchain e delle proprietà in essa insite nell'ambito dei contesti aziendali e, più specificamente, nella *supply chain*, sono stati selezionati progetti promossi da aziende multinazionali operanti in settori economici tradizionali, caratterizzati da una diffusione internazionale e dalla compresenza di un

partner esperto nel settore delle tecnologie innovative basate su blockchain in grado di automatizzare i processi di gestione aziendale.

I risultati emersi dalla ricerca evidenziano che l'approccio verso il governo dei processi aziendali, cui aspira l'infrastruttura blockchain, mira tanto ad un'ottica orientata al prodotto attraverso la pianificazione e la gestione integrata della catena di approvvigionamento, della logistica e della distribuzione, quanto ad un'ottica orientata alle informazioni attraverso la gestione completa ed integrata dei flussi di dati che transitano sin dalla fase dell'approvvigionamento, dell'ordine, della consegna e della fatturazione e pagamento, verso la platea di *stakeholder* esistenti e potenziali.

Al fine di cogliere le opportunità sottese alle tecnologie emergenti, è fondamentale comprendere i potenziali casi d'utilizzo e i percorsi futuri delle tecnologie verso l'adozione *mainstream*.

In definitiva, il presente lavoro di ricerca ha teso a descrivere ed analizzare, anche attraverso una connotazione critica, le attuali tecnologie emergenti, caratterizzate dall'assenza di un vantaggio competitivo attuale, noto o dimostrato ma suscettibili di assumere un elevato impatto sul *business model* e, più in generale, sulla società nei prossimi anni, consentendo di realizzare la trasformazione verso il *business* digitale.

Capitolo 1

Distributed Ledger Technology, cryptoasset e blockchain.

Aspetti definitivi e potenziali applicazioni

1. Distributed Ledger Technology e cryptoasset economy	7
2. L'adozione del Business Model Innovation e l'impatto sulle strategie aziendali	10
3. La tecnologia blockchain: un'innovazione dirompente decentralizzata	15
4. Le tipologie di blockchain in funzione del network, le modalità di validazione e i protocolli di consenso	19
5. Gli smart contract: ridisegnare la rappresentazione del valore degli asset attraverso i digital token	24

1. *Distributed Ledger Technology e cryptoasset economy*

L'approccio verso paradigmi di condivisione ed interdipendenza delle informazioni è divenuta un'esigenza prioritaria negli attuali contesti aziendali in cui le interazioni tra gli attori presenti nell'arena competitiva richiedono la gestione di flussi informativi interconnessi ed eterogenei (Arrow K. 2004).

Analizzando la struttura delle rivoluzioni tecnologiche che hanno impattato sul sistema economico mondiale a partire dal XIX secolo, secondo Perez (2010), è possibile individuare alcuni *driver* comuni, quali:

- la trasformazione del metodo di comunicazione, della logistica e delle infrastrutture – sia tangibili che non tangibili;
- l'incremento dell'affidabilità da parte degli operatori economici e della velocità di trasmissione delle informazioni, dei prodotti o dei servizi, associata ad una minimizzazione dei costi di approvvigionamento, produzione e organizzazione (Perez C. 2010).

Secondo Maull R. (2017) i principali fattori abilitanti della rivoluzione digitale sono la progressiva dematerializzazione, ovvero la assottigliamento della demarcazione tra mondo fisico e digitale in diversi settori economici, a favore dello sviluppo di infrastrutture aperte – *open source* – intese quali *standard* di conformità, generalmente

disponibili e quindi senza limitazioni d'uso, riconosciuti consensualmente dalla comunità economica (Tassey G. 2000).

Come riportato nel Manuale di Oslo (2018), l'innovazione nell'ambito aziendale può riferirsi al prodotto ovvero al processo – o ad una loro combinazione – che differisce in modo significativo dai prodotti o processi preesistenti, che viene offerta ai potenziali utilizzatori (prodotto) o incorporata nell'organizzazione (processo) (OECD 2018).

Seppure tale definizione raccolga numerose applicazioni, essa rimane ancorata principalmente alla sfera dell'innovazione come *outcome* – escludendo, invero, l'insieme di tutte quelle attività di sviluppo, finanziarie e commerciali che vengono intraprese dall'impresa e che sono destinate a produrre un'innovazione per la medesima entità.

Nell'ultimo ventennio l'impatto di talune tecnologie come l'Intelligenza artificiale (Kietzmann J. 2018), la realtà virtuale (Farshid M. 2018), l'*Internet of Things* (Atzori L. 2010) e la robotica (Huang F. 2019), tra le altre, hanno raggiunto lo *status* di esperienze normative (Hughes A. 2019), sconvolgendo le logiche tradizionali di competizione e offuscando sempre più i tipici vantaggi competitivi delle aziende sul mercato, imponendo financo alle aziende l'opportunità di procedere alla misurazione, rilevazione e valutazione della *digital innovation* finalizzata ad un'organica e compiuta *disclosure* nell'ambito dei documenti che raccolgono le determinazioni quantitative e qualitative d'azienda (Simpson A. 2020).

In tal senso, la tecnologia Distributed Ledger Technology (in breve “*DLT*”) (Maull R. 2017, Chowdhury, et al. 2019) consente di utilizzare specifici algoritmi crittografici di consenso, che garantiscono l'autenticità, l'integrità e la provenienza dei dati attraverso la creazione di codici informatici che inequivocabilmente intercettano i flussi informativi ed il loro contenuto in molteplici settori economici (Pearson S. 2019, Gourisetti S.N.G. 2021).

L'aspetto peculiare di questa tecnologia, ormai abilitatrice di un nuovo paradigma digitale, si basa sulla logica della decentralizzazione, essendo composta da una rete di computer (*server*) che scambiano flussi informativi e concludono transazioni basate sul consenso e sull'immutabilità, idonei a “*creare scenari di collaborazione basati sulla trasparenza e sulla fiducia* (Frigerio C. 2019)”.

La tecnologia DLT consiste in un libro mastro distribuito e decentralizzato, ovvero ossia un *database* di risorse condivise su varie piattaforme, in diverse aree geografiche e tra

molteplici istituzioni. Tutti i partecipanti all'interno della rete mantengono la propria identità, garantendo la sicurezza e la precisione delle risorse archiviate nella DLT attraverso specifici protocolli crittografici "*asimmetrici*", cioè mediante l'utilizzo di chiavi private e pubbliche, ovverossia una serie alfanumerica solitamente esadecimale.

I beni possono essere finanziari, legali, fisici o elettronici (Walport M. 2016).

L'utilizzo di tali strumenti consente la creazione di un sistema informativo sempre più ancorato a rigidi e concatenati algoritmi matematici che, in modo razionale, del tutto anonimo e con logiche paritarie tra gli utenti, ha dato vita a nuove metodologie informatiche dotate di una molteplicità di funzioni interconnesse, divenendo canale di veicolazione di prodotti, mezzo attraverso cui erogare servizi, luogo dove effettuare pagamenti con moneta virtuale tra soggetti legati da rapporti di natura commerciale e non, ovvero, ancora, portafoglio di attività finanziarie in cui effettuare investimenti a titolo speculativo o di solo deposito a lungo termine.

In generale, nell'ambito dei processi di trasferimento della conoscenza, la codificazione delle informazioni sfrutta la tecnologia informatica e i canali di comunicazione impersonali attraverso cui le informazioni vengono memorizzate e trasferite (Sudhindra S. 2017).

Un campo d'indagine scientifica che impatta tanto la teoria quanto la pratica, nell'attuale contesto socioeconomico, demografico e culturale, risiede nei *big data* e consiste nel determinare la fonte dell'informazione (Kim H. 2018).

Seguendo un approccio olistico, il lavoro pionieristico di Shannon C.E., (1949), fautore della teoria classica dell'informazione, precursore del pensiero computazionale informatico (Wing J. 2007, Henderson P.B. 2007), ha affrontato il tema della generazione e rappresentazione della quantità di informazione da immettere in un dato messaggio, attraverso metodi matematico-statistici, secondo la logica del logaritmo binario, la cui unità di misura impiegata è costituita dal *bit*, al fine di garantirne la chiarezza del processo di comunicazione e ricezione. Secondo gli autori riconducibili al pensiero della teoria classica dell'informazione, i principali aspetti da considerare nell'atto comunicativo sono:

- la precisione della forma;
- il significato semantico;
- l'impatto pragmatico nei confronti del soggetto ricevente.

Considerare il processo di generazione dei messaggi in termini di regolarità statistica, secondo la proprietà della ergodicità¹, conduce a ritenere che la quantità d'informazione associata ad uno specifico messaggio è legata alla probabilità di manifestazione del messaggio medesimo.

Maggiore è la probabilità di manifestazione del messaggio, minore sarà il livello informativo associato al messaggio, di contro maggiore è l'incertezza relativa al contenuto del messaggio, più elevato sarà il livello informativo.

La codificazione di un'informazione di fronte alla moltitudine di concetti, intrinseca alla libertà del pensiero umano (Dretske F. 2008), conduce ad una strutturazione ordinata del messaggio. Tale processo ordinato è correlato in senso inverso al concetto di entropia, proprio della termodinamica, nel senso che l'informazione risulta opporsi all'ordine probabile verso cui certi processi si orientano (Branciarì S. 1996).

In tal senso, la crittografia è uno degli elementi cardine della struttura della DLT, e della Blockchain quale declinazione particolare, in quanto, quest'ultima attraverso uno specifico protocollo di consenso, utilizza le tecniche della crittografia asimmetrica, per codificare e decifrare le trasmissioni delle informazioni.

Rispetto alla "crittografia simmetrica", per la quale viene utilizzata la stessa chiave o *password* per codificare e decodificare una trasmissione, la "crittografia asimmetrica" richiede che ogni partecipante abbia due chiavi diverse, una chiave pubblica e una chiave privata, che sono collegate tramite algoritmi matematici² (Singh T. 2019).

La *criptoasset economy* può dunque essere vista come una disciplina formale che studia i protocolli che regolano la produzione, distribuzione e consumo di beni e servizi in un'economia sempre più digitale e decentralizzata, che si concentra sulla progettazione e caratterizzazione di tali protocolli informatici utilizzando tecniche crittografiche (Pilkington 2015).

¹ *Ibidem.*

² Nell'ambito di tale meccanismo, la chiave privata è mantenuta segreta dal possessore, quella pubblica, la quale viene generata dalla chiave privata, è comunicata alla controparte della transazione. Attraverso la chiave privata vengono firmati e successivamente marcati temporalmente (*timestamping*) le informazioni da immettere sulla piattaforma Blockchain e da trasmettere alla rete. Il destinatario della transazione utilizzerà la propria chiave pubblica per decifrare la firma ricevuta, accertando in tal modo l'identità del mittente ed accedendo ai dati trasmessi in modo indelebile e immutabile.

2. L'adozione del *Business Model Innovation* e l'impatto sulle strategie aziendali

Le modalità di trasmissione dei dati unitamente alla digitalizzazione e all'Industria 4.0 influenzano lo sviluppo di nuovi paradigmi e principi nella definizione dei *business model* (Ivanov D. 2019).

Seguendo il modello “*Gartner's Hype Cycles*” introdotto nel 1995 da Gartner, società di consulenza strategica internazionale, di ricerca e analisi nel campo della tecnologia dell'informazione, ciascuna tecnologia emergente può essere classificata secondo una progressione definita in funzione del tempo e della percezione/aspettativa sociale ed economica connessa alla tecnologia medesima.

Le tecnologie emergenti sono dirompenti per natura, pur non evidenziando un vantaggio competitivo attuale, noto o dimostrato (Chen e Han 2019).

Secondo i ricercatori Gourisetti S.N.G., Cali U., Choo K.K., Escobar E., Gorog C., Lee A., Lima C., Mylrea M., Pasetti M., Rahimi F., Reddi R., Sani A.S. (2021) la tecnologia DLT rientra tra le tecnologie emergenti che avranno un grande impatto sul *business* e sulla società nel periodo compresa tra i prossimi due e dieci anni, e parimenti consentirà di realizzare la trasformazione del *business* digitale.

Al fine di cogliere le opportunità sottese alle tecnologie emergenti, è fondamentale comprendere i potenziali casi d'utilizzo e i percorsi futuri delle tecnologie verso l'adozione *mainstream*, suscettibile di protrarsi da due anni a meno di 10 anni o più (Perri 2022).

L'introduzione della tecnologia è caratterizzata da un eccesso di entusiasmo, sulla spinta del clamore proveniente specificamente dall'interesse dei *media* e dai divulgatori, scandito da un periodo di disillusione circa le potenzialità e le prospettive dirompenti di applicazione, e soltanto successivamente, da un'eventuale comprensione del ruolo della tecnologia nel mercato.

Le fasi del ciclo di vita di una tecnologia emergente possono essere distinte in (Linden e Fenn 2003, O' Leary 2008, Sodhi, et al. 2022):

1. *technology trigger*: è la fase embrionale di svolta tecnologica, in cui una dimostrazione pubblica, un comunicato stampa o un qualsiasi evento divulgativo genera la pubblicità e l'interesse del settore per una tecnologia emergente. In tale fase non esistono prodotti, soltanto prototipi di ricerca;

2. *peak of inflated expectations*: l'informazione pubblica governa l'andamento della tecnologia discutendone e illustrandone i potenziali impatti sulle imprese e sulla società. In tale fase vengono creati i prodotti di prima generazione, caratterizzati da un'elevata specializzazione, difficoltà d'utilizzo e scalabilità, ragion per cui i costi di ricerca e di sviluppo non vengono recuperati e parimenti il costo di produzione è elevato. In tale fase, alcune, poche, aziende iniziano ad esaminare le modalità di adattamento della tecnologia ed i potenziali benefici sulle strategie competitive, sebbene ancora poche, in tale fase, avviano processi di sperimentazione diretta;

3. *trough of disillusionment*: le aspettative iniziali vengono progressivamente disattese da un gran numero di fallimenti legati all'implementazione della tecnologia, come parimenti l'interesse dell'informazione pubblica e dei *media*. Soltanto alcune *start up*, c.d. "*early adopter*" trovano qualche vantaggio nell'adottare la tecnologia sperimentale.

4. *climbing the slope of enlightenment*: vengono lanciati prodotti di seconda e terza generazione e parimenti vengono incrementate le metodologie e gli strumenti per facilitare lo sviluppo dei processi di produzione. In tale scenario alcune *start up* manifestano un atteggiamento attivo di tipo moderatamente aggressivo, altre, più conservatrici mantengono una marcata diffidenza verso possibili applicazioni nell'ambito delle proprie strategie competitive.

5. *plateau of productivity*: rappresenta l'avvio del processo di adozione generalizzato, allorché è stato riconosciuto il valore aggiunto della tecnologia emergente nell'ambito dell'ambiente esterno (economico, sociale, politico, istituzionale). In tal senso quindi la tecnologia è adesso dimostrata e accettata quale soluzione verificabile.

Tra le tecnologie emergenti, quelle in una fase embrionale sono caratterizzate da elevata incertezza su come evolveranno. Le tecnologie embrionali presentano maggiori rischi per l'implementazione ma potenzialmente maggiori vantaggi per coloro i quali ne colgono per primi gli scenari competitivi futuri. La tecnologia DLT e la blockchain in particolare, tra le tecnologie emergenti ha assunto il ruolo di supporto per le imprese verso ecosistemi digitalizzati più dinamici.

Tali ecosistemi digitali avranno bisogno di nuove strategie competitive e parimenti dell'implementazione di *business model innovation* basati su piattaforma (Panetta 2018). Seguendo un approccio narrativo-descrittivo, Drucker (1954) afferma che un buon *business model* fornisce risposte alle seguenti domande: "Chi è il cliente e cosa apprezza

il cliente?” e ancora: “Qual è la logica economica sottostante che spiega com’è possibile fornire valore ai clienti ad un costo appropriato?”.

Il medesimo approccio può ritrovarsi nel pensiero di Magretta (2002), secondo il quale il *business model* interpreta le storie che spiegano le modalità di funzionamento attraverso cui sono organizzate le imprese.

Un orientamento diverso si rintraccia in Timmers (1998) il quale considera il *business model* come l’architettura alla base della definizione di qualsiasi prodotto, servizio e flusso informativo in azienda che include una descrizione dei vari attori aziendali, dei ruoli e delle responsabilità assegnate, dei potenziali benefici e parimenti il modello di ricavi che si intende perseguire.

Secondo Shafer, Smith, & Linder (2005) il concetto di *business model* non coincide con quello di strategia, rappresentando invero un’estrinsecazione di quest’ultima (Casadesus-Masanell e Ricart 2010), riflettendone le scelte e le relative relazioni di causa-effetto con l’ambiente esterno, nonché le implicazioni operative scaturenti dalle decisioni adottate sulla gestione aziendale.

L’attenzione verso la definizione ed il funzionamento del *business model* è piuttosto recente nell’ambito della letteratura accademica. Basti pensare che soltanto a partire dal 1995 e sino all’anno 2000, sono stati pubblicati oltre 1.500 articoli su riviste scientifiche in *peer-reviewed* che trattano in modo specifico la nozione di *business model*, seppure non se ne rintracci ancora una definizione condivisa, globale e universalmente accettata, piuttosto risente dello scopo della ricerca (Linder e Cantrell 2000, Porter 2001, Teece 2010).

Resta fermo in ogni caso che il *business model* permette di spiegare le modalità attraverso cui è possibile creare valore e parimenti quelle che ne permettono una più concreta distribuzione (*value creation* e *value capture*) (Brink e Holmen 2009, Foss e Saebi 2015). Il *business model* rappresenta una nuova unità di analisi che si distingue dall’impresa, dall’industria, dalla rete o dal prodotto di riferimento. Evidentemente esso trova la sua più alta manifestazione nell’impresa focale ma ne travalica il perimetro, secondo un approccio propriamente olistico in cui la visione sistemica permette di indagare gli effetti economici, sociali e culturali provenienti dall’ambiente esterno ed in esso parimenti riversati dall’azione dell’impresa (Osterwalder, Pigneur e Tucci 2005).

Secondo Teece (2010) grazie al *business model* è possibile definire la logica alla base del sistema aziendale, ovvero esplicitare le modalità attraverso cui l'azienda crea, raccoglie e fornisce valore ai clienti, delineando inoltre l'architettura dei ricavi, dei costi e dei profitti associati all'impresa che fornisce tale valore (Teece 2010, Gambardella e McGahan 2010).

Secondo Lambert e Davidson (2013) è possibile indagare l'evoluzione della letteratura sulla nozione di *business model* in ragione di una classificazione basata su tre categorie (Foss e Saebi 2017).

La prima considera il *business model* come strumento per classificare la popolazione di imprese in gruppi territorialmente omogenei ovvero accomunati dal settore economico di riferimento, dal grado di diversificazione, dalle preferenze dei consumatori o dal contesto sociale, economico e culturale.

In secondo luogo, il *business model* è visto come un fattore determinante nella misurazione della *performance* aziendale; in particolare, il *business model* può essere utilizzato quale fattore per la misurazione dei risultati di *performance* finanziari come: l'incremento dei ricavi, la redditività, la capitalizzazione di mercato e il capitale proprio, ovvero non finanziari in relazione alla capacità di fornire valore agli *stakeholders* (Lambert e Davidson 2013).

Alcune configurazioni di *business model* registrano risultati più elevati rispetto ad altri (Malone, et al. 2007), pertanto *business model* di successo possono rappresentare risultati da imitare ovvero da replicare (Winter e Szulanski 2001, Doz e Kosonen 2010).

Infine, la diffusione dell'*e-commerce* e del settore digitale nell'ambito della struttura aziendale, ha condotto ad affiancare il *business model* alla dinamica dell'innovazione tecnologica (Wirtz, et al. 2016), intendendolo quale strumento attraverso cui è possibile sbloccare il potenziale valore integrato nelle tecnologie digitali, convertendo tale valore in risultati tangibili sul mercato di riferimento (Chesbrough e Rosenbloom 2002, Zott, Amit e Massa 2011).

Già Mitchell e Coles (2003) si erano concentrati sulla dimensione dell'innovazione, individuando quale vantaggio competitivo la resilienza di un'organizzazione aziendale nell'adattamento ai continui cambiamenti esterni, consistenti nella ridefinizione del *business model*.

Pertanto, si è giunti alla definizione di *business model innovation*, quale estensione del *business model* tradizionale, in quanto incorpora una serie di domande di ricerca che vanno oltre i confini definiti dalla letteratura tradizionale.

Difatti, le risorse e l'attività di ciascuna impresa sono integralmente legate al suo *business model* ed il suo successo è intrinsecamente collegato alla presenza ed implementazione di risorse innovative strategicamente rilevanti e differenziabili rispetto ai concorrenti. Tali risorse nell'attuale contesto economico e sociale sono sempre più radicate in beni immateriali come la conoscenza scientifica e la proprietà intellettuale, riflettendo la strategia realizzata a monte dall'azienda (Casadesus-Masanell e Ricart 2010).

Le possibili correlazioni tra il progresso tecnologico e il *business model* si rintracciano già nel contributo pionieristico di Shumpeter (1934), il quale ha rilevato nell'ambito della teoria dello sviluppo economico il ruolo dell'innovazione, declinandola quale fonte di creazione del valore. Il concetto di innovazione nella visione schumpeteriana sottolinea l'importanza della tecnologia ed enfatizza le nuove combinazioni di risorse e dei fattori di produzione, idonei a registrare cambiamenti e processi di trasformazione nei mercati e nelle industrie di riferimento, e quindi allo sviluppo economico. Il *business model*, dunque, può intendersi come il processo che consente di convertire l'innovazione in valore reale e misurabile.

Sul solco di tale considerazione, la nascita e lo sviluppo della rete internet e le tecnologie informatiche più avanzate, lungo il processo di transizione digitale delle imprese, ha consentito il proliferare del fenomeno dell'*e-business* (Amit e Zott 2001) grazie al quale i processi di digitalizzazione sono divenuti parte integrante nelle *policy* aziendali. L'adozione di un approccio di distruzione creatrice, operata dall'ingresso della tecnologia all'interno delle realtà imprenditoriali ha consentito di sconvolgere le *performance* aziendali in termini di maggiore efficienza produttiva, e soprattutto, ridefinendo l'approccio al mercato e ai consumatori.

Seguendo l'approccio proprio di Nonaka, padre della *knowledge management* (Nonaka I. 2009), all'interno di un contesto economico in cui “*l'unica certezza è l'incertezza*”, allora la sola fonte sicura di vantaggio competitivo è la conoscenza (Nonaka e Takeuchi 2021)³.”

³ Secondo Nonaka I.: “Quando i mercati cambiano, le tecnologie proliferano, i concorrenti si moltiplicano e i prodotti diventano obsoleti quasi da un giorno all'altro, le aziende di successo sono quelle che creano costantemente nuove conoscenze, le diffondono ampiamente nell'organizzazione e le incorporano

3. La tecnologia blockchain: un'innovazione dirompente decentralizzata

L'esigenza di creare specifici protocolli informatici crittografati per la regolazione dei flussi informativi e per la gestione delle transazioni tra due o più soggetti ha condotto alla creazione della tecnologia blockchain. Già nel 1991 veniva avvertita l'esigenza di ricercare nuovi metodi oggettivi di certificazione ed autenticazione cronologica delle informazioni che transitano in formato digitale (Haber S. 1991).

Solo attraverso pratiche di protocollazione degli scambi e di catalogazione delle informazioni è possibile garantire certezza e credibilità ai contenuti.

Abernathy e Clark (1984) identificano alcuni criteri per categorizzare le innovazioni sulla base della probabilità di ottenere un vantaggio competitivo rispetto ai concorrenti, quali: *performance*, affidabilità, disponibilità, facilità d'uso, aspetto estetico e, naturalmente, il costo iniziale.

Sulla base di ciò, gli autori ritengono che il raggiungimento del vantaggio competitivo dipenda da alcuni ingredienti che integrati l'un l'altro all'interno dell'azienda permettono lo sviluppo di determinate abilità, relazioni e risorse. Soltanto attraverso un orientamento all'innovazione, secondo il modello della "transilienza", è possibile acquisire e mantenere queste abilità trasversali, multisettoriali, integrate ed interconnesse (Abernathy W. 1985). Seguendo il paradigma di Christensen (1995) nell'ambito delle innovazioni che impattano il *business model* (Massa L. 2014) delle aziende è necessario anzitutto determinare se la tecnologia può definirsi dirompente ovvero di sostegno (Christensen C. 1995).

Sulla base della considerazione del fatto che l'introduzione sul mercato di un nuovo processo rispetto alle tecnologie tradizionali permette la creazione di nuove nicchie di mercato e di nuove funzioni, è necessario definire il significato strategico della tecnologia dirompente, posto che queste ultime introducono una serie di attributi diversi rispetto a quelli che i clienti tradizionali hanno storicamente apprezzato. Nella sua fase iniziale di sviluppo, i prodotti della tecnologia dirompente potrebbero servire solo segmenti di nicchia che apprezzano l'unicità dei suoi attributi rispetto a quelli tradizionali (Dan Y. 2008).

rapidamente in nuove tecnologie e prodotti. Queste attività definiscono l'azienda "creatrice di conoscenza", il cui unico business è l'innovazione continua.

La qualificazione di innovazione dirompente per blockchain deriva dall'analisi delle analogie tra i *ledger* – presenti in blockchain – ed i tradizionali *database*.

Entrambi hanno la funzione di salvare le informazioni su supporti informatici o digitali. Ma differenza dei tradizionali *database*, i *ledger* permettono unicamente di aggiungere nuove informazioni, non invece di modificare o cancellare quelle già inserite e validate dai membri della rete.

Mentre i *database* necessitano di un sistema di controllo rigido e centralizzato su una specifica entità – gestita ad esempio da un'istituzione, da un soggetto fisico ovvero da un *software* – i *ledger* in blockchain utilizzano forme decentralizzate di consenso condiviso, attraverso specifici protocolli crittografati, non prevedendo la presenza di soggetti sovraordinati che legittimano l'accesso alla rete.

Sulla base di tali premesse e grazie all'utilizzo combinato di un archivio condiviso di informazioni, blockchain è intesa come un libro mastro, “*ledger*”, digitale, condiviso sul *network* e decentralizzato.

Ogni transazione tra due parti consapevoli, definiti “nodi” connessi su un *network*, viene registrata in blocchi “*block*”, cioè in gruppi di operazioni crittate, sistemi di memorizzazione delle informazioni, connesse tra loro così da formare una catena “*chain*” che viene immessa nel sistema.

Ogni singolo blocco è verificato in tempo reale, in modo immutabile e sicuro, attraverso il consenso maggioritario e trasversale dei “*miners*”⁴ appartenenti alla rete, (Alharby M. 2018), secondo la logica *peer – to – peer*⁵ e per tale ragione non è possibile modificare o cancellare blocchi precedentemente aggiunti alla catena se risultano già convalidati dalla

⁴ All'interno della blockchain, qualsiasi utente può creare una transazione e quindi immetterla sulla rete. Questa transazione verrà ricevuta da altri utenti della rete. Ogni utente può visualizzare un insieme di operazioni non ancora eseguite su blockchain e dunque sospese. Per creare e aggiungere un nuovo blocco al sistema blockchain, esistono alcuni utenti – *miners* – che selezionano ed eseguono un certo numero di transazioni in attesa di esecuzione al fine di aggiungerle al nuovo blocco attraverso la risoluzione di un algoritmo matematico – definito Proof of Work. Questa attività è definita “processo di estrazione”. Una volta che un *miners* ha generato con successo un blocco, lo immette sulla rete. Altri utenti (inclusi i *miners*) verificano la correttezza del blocco generato. Se la maggior parte degli utenti della rete ha accettato il blocco, allora questo verrà confermato e verrà aggiunto alla blockchain. Il minatore di quel blocco otterrà una ricompensa per l'attività di estrazione.

⁵ Un' infrastruttura di rete distribuita può essere definita *peer-to-peer* (P-to-P, P2P, ...) se i partecipanti condividono una parte delle proprie risorse *hardware* (potenza di elaborazione, capacità di memoria, capacità di collegamento di rete, stampanti, ...). Queste risorse condivise sono necessarie per fornire il Servizio e i contenuti offerti dalla rete (ad es. condivisione di file o aree di lavoro condivise per la collaborazione): sono accessibili direttamente da altri *peer*, senza passare da entità intermedie. I partecipanti di tale rete sono quindi fornitori di risorse.

rete. Le tecniche della crittografia operano nel senso di garantire sicurezza e immutabilità (Schollmeier R. 2001, Aberer K. 2002, Laurence T. 2017).

Seppure le transazioni su blockchain debbano essere pubbliche e disponibili in ogni momento per ogni nodo della rete, ciò non significa necessariamente che gli utenti blockchain non possano avere alcuna aspettativa di *privacy*. Molte applicazioni basate su blockchain, *in primis* bitcoin, mitigano i costi della trasparenza attraverso la *pseudonimità* (De Filippi P. 2016, Reid F. e Harrigan M. 2013)⁶.

La certificazione e contestuale verifica del blocco è subordinata alla risoluzione di un complesso algoritmo matematico “*hash*”, che individua in modo univoco il blocco di riferimento in funzione della sequenzialità rispetto al blocco precedente⁷.

Ogni blocco viene identificato e registrato con il codice *hash*, che rappresenta l’identificativo crittografico univoco, e viene quindi collegato con la precedente “*chain*” già presente sulla rete. (Tezel A. 2021).

L’aspetto più rilevante della blockchain risiede nel fatto che, prima dell’introduzione di tale tecnologia, soltanto talune istituzioni, politiche ed economiche, quali ad esempio: banche, società specificamente autorizzate e governi nazionali ed internazionali, potevano assumere il ruolo di intermediari nella circolazione di valore o di informazioni, al fine di ridurre l’incertezza tra gli operatori economici coinvolti in specifiche transazioni.

⁶ Secondo De Filippi P., sebbene le transazioni su blockchain presuppongano di essere pubbliche e disponibili per ogni nodo della rete, ciò non significa necessariamente che gli utenti su blockchain non possano avere alcuna aspettativa di *privacy*. Ad esempio, Bitcoin e molte altre applicazioni basate su blockchain mitigano i costi della trasparenza in virtù della *pseudonimità*. A questo proposito, Bitcoin è spesso definito come una criptovaluta anonima e decentralizzata, in quanto consente alle persone di negoziare tra loro senza dover rivelare alcuna informazione relativa alla loro effettiva identità. Nonostante la cronologia delle transazioni sia pubblica e disponibile all’accesso da chiunque, nella misura in cui gli indirizzi pubblici utilizzati in ogni transazione sono numeri casuali che non devono essere associati a un’identità, la *privacy* può essere conservata fino a quando non è possibile risalire da queste transazioni a una determinata identità. Tuttavia, Bitcoin non è anonimo, ma piuttosto “*pseudonymous*”. L’anonimato degli utenti significa che è impossibile collegare un determinato indirizzo ad una specifica identità. Mentre l’attributo della “*pseudonymous*” si riferisce semplicemente all’utilizzo di un indirizzo come mezzo per mascherare l’identità dell’utente nel mondo reale. In tal caso gli utenti sono individuati attraverso chiavi pubbliche. Più specificamente, nel contesto delle tecnologie blockchain, l’anonimato rende impossibile mettere in relazione più transazioni con un’unica fonte, mentre lo “*pseudonymous*” implica solo che l’identità dell’utente non può essere (facilmente) individuata. Invero, questa funzione da sola non è sufficiente a garantire un adeguato livello di protezione dei dati personali.

⁷ Ogni singolo blocco inserito su Blockchain viene identificato con un codice alfanumerico, definito hash che sintetizza e codifica le informazioni relative alle transazioni contenute al suo interno. Allorquando si proceda ad aggiungere alla rete un nuovo blocco di informazioni, la funzione di hash conterrà anche l’hash del blocco precedente, andando così a creare una catena immutabile.

In tal senso, la centralizzazione implica l'esistenza di un certo grado di fiducia in capo all'ente regolatore, il quale garantisce il coordinamento delle risorse ed il mantenimento della struttura sociale ed economica.

La decentralizzazione propria della blockchain e più in generale delle DLT, implica che *“la governance è costruita attorno ad un nuovo concetto di fiducia, dove il processo decisionale si realizza attraverso un meccanismo di costruzione del consenso distribuito tra tutti i soggetti partecipanti alla rete.*

Grazie a tali caratteristiche la blockchain è la tecnologia abilitante che consente di migliorare i modelli operativi dell'industria, ottimizzando le transazioni lungo la supply chain, nella gestione e verifica delle identità degli utenti, nell'amministrazione e nella gestione dei pagamenti tra le imprese e i consumatori, riducendo, al contempo i costi transattivi e il tempo di gestione dei processi aziendali” (Giuliano M. 2018).

4. Le tipologie di blockchain in funzione del *network*, le modalità di validazione e i protocolli di consenso

L'assenza di intermediazione, la decentralizzazione, la trasparenza, l'immutabilità, la certezza e la credibilità delle informazioni (Yli-Huumo, et al. 2016) che transitano in blockchain ha reso possibile la sua applicazione in molteplici settori economici, quale *“foundational technology”* (Abeyratne e Monfared 2016, Iansiti e Lakhani 2017, Tandon, et al. 2020), primo tra i quali quello finanziario nel quale, come evidenziato in precedenza, ha trovato la sua prima applicazione attraverso la creazione di criptovalute, tra cui spicca il bitcoin (Nakamoto 2008).

Gli attributi qualificatori e qualificativi della tecnologia blockchain permettono di gestire i dati elementari, trasformandoli in informazioni complessive, sulla base di: trasparenza, immutabilità, fiducia e tracciabilità.

Una prima classificazione delle diverse infrastrutture blockchain può essere avanzata in relazione al grado di apertura in funzione dell'utilizzo, distinguendosi in:

- blockchain pubbliche: la rete è *open source*, quindi non soggetta a preventivi meccanismi di autorizzazione, resistente alla censura e accessibile, nonché utilizzabile da chiunque;

- blockchain private: la rete non è *open source*, quindi è soggetta a preventivi meccanismi di autorizzazione; dunque, non è utilizzabile da chiunque.

In relazione alla gerarchia di controllo e alla possibilità di validazione delle informazioni tra i nodi della rete nell'infrastruttura che realizza la tecnologia Blockchain, è possibile distinguere tra reti:

- *permissionless*: ogni nodo gode dei medesimi diritti e ha eguali responsabilità, potendo esplorare, verificare e validare in ogni momento qualsiasi transazione presente su blockchain.

- *permissioned*: l'identificazione preventiva è condizione necessaria per verificare e, soprattutto, validare le informazioni lungo la “catena di blocchi” e conseguentemente per la visualizzazione e la scrittura nella rete (Beck, Müller-Bloch e King 2018, Helliard, et al. 2020). Tale modalità di validazione evidentemente limita la competizione interna tra i nodi della rete, associando soltanto a taluni nodi, e non ad altri, il potere di cooperare per il raggiungimento del consenso necessario al fine di scrivere nuove informazioni sulla blockchain.

Parimenti esistono soluzioni ibride come la rete *consortium*, a cavallo tra le due precedentemente analizzate, in cui vengono individuati alcuni membri della filiera, secondo regole definite dall'accordo tra i membri, i quali hanno il potere di validare le informazioni su blockchain. Tale sistema esalta i meccanismi di conservazione, gestione, monitoraggio, controllo e revisione delle informazioni che transitano tra le entità appartenenti alla rete, per lo più accomunate dallo svolgimento di attività nel medesimo settore (Qiao, Zhu e Qin 2018).

Un ulteriore classificazione, utile alla comprensione della portata della tecnologia blockchain, consiste nell'analisi dell'algoritmo/protocollo che conduce al consenso condiviso tra i partecipanti alla rete, distinguendosi in:

- Proof of Work (PoW) originariamente applicato su Bitcoin, si basa sulla risoluzione di problemi matematici particolarmente complessi, definiti *hash*, ricevendo in ricompensa una commissione in Bitcoin. Questo meccanismo di consenso è scandito dall'attività di *mining*. Tale protocollo è definito sulla base della potenza computazionale di calcolo. Il protocollo di consenso PoW consente ai *miners* di convalidare un nuovo blocco e aggiungerlo alla blockchain soltanto nell'ipotesi in cui anche gli altri nodi della rete concordano con la soluzione fornita dal *miner*, ripetendo l'operazione risolta.

- Proof of Stake (PoS) è un algoritmo di consenso alternativo al PoW, quale risoluzione a problemi che inevitabilmente sono connessi alla elevata potenza di calcolo e quindi all'ingente energia elettrica necessaria per l'utilizzo del PoW. Attraverso il PoS i *validators* garantiscono la validità delle operazioni effettuate impegnando una quota delle proprie criptovalute, c.d. “*stake*” (Deloitte e Politecnico di Milano 2020).

La scelta per l'uno, ovvero per l'altro, protocollo di consenso distribuito, non è scevro da criticità e conseguenze, spesso determinanti per la stessa esistenza e sopravvivenza della piattaforma. Difatti, mentre il PoW presenta innumerevoli criticità in termini di scalabilità,⁸ in relazione alla eventualità che si crei un rischio di concentrazione in capo a *server farm* che centralizzano la funzione svolta dai *miner* attraverso la creazione di *mining pool* (Lewenberg 2015, Garaviglia 2018)⁹ ed infine in relazione alla sostenibilità ambientale a causa dell'ingente richiesta di elettricità.

Parimenti il PoS, attuabile su blockchain pubbliche *permissionless*, si configura quale protocollo di consenso distribuito, che implica una minimizzazione dei costi di gestione – connessi al consumo di energia elettrica – connessi con l'attività di validazione dei blocchi di informazioni, ma presenta il rischio di configurarsi più ancorato a logiche elitarie, in quanto funzione della disponibilità di *criptoasset* detenuta dai *validators* accantonata quale garanzia o deposito cauzionale. È assicurata, infine, una maggiore velocità nella generazione dei blocchi e nella conferma delle transazioni rispetto al PoW (Nguyen 2019).¹⁰

La blockchain consente dunque la registrazione di eventi – transazioni – nel tempo secondo una rigida consecuzione cronologica. La validazione delle informazioni immesse

⁸ Maggiore è la dimensione della rete blockchain, maggiore sarà la potenza di elaborazione richiesta dai server dei miner cui è deputato il compito di validare le transazioni. Il tempo necessario per procedere a tale attività risulta essere stimato in circa 10 minuti.

⁹ Per spiegare il funzionamento delle *mining pool* appare chiarificante riportare l'esemplificazione proposta sul portale Binance Academy, il ramo formativo di uno degli Exchange di criptovalute più autorevole a livello mondiale per volume di scambi, secondo il quale “... Supponiamo che tu e altri nove partecipanti possiate ciascuno 0,1% del potere di hashing totale del network. Questo significa che, in media, ti aspetteresti di trovare un blocco su mille. Con una stima di 144 blocchi minati al giorno, probabilmente troveresti un blocco a settimana. A seconda della tua liquidità e del tuo investimento in hardware ed elettricità, questo approccio di “solo mining” potrebbe essere una strategia valida.

Tuttavia, cosa puoi fare se questa rendita non è sufficiente per ottenere un profitto? Potresti unire le forze con gli altri nove partecipanti che abbiamo menzionato. Se tutti combinaste il vostro potere di hashing, avreste l'1% dell'hash rate del network. Questo significa che trovereste in media un blocco su cento, ovvero da uno a due blocchi al giorno. Dopodiché, potreste dividere la ricompensa e distribuirla tra tutti i miner coinvolti ... garantiscono ai membri un flusso di guadagno più costante”.

¹⁰ Nell'ambito dei protocolli PoS i *validators* sostituiscono i *miners*.

su blockchain, considerato il requisito dell'immutabilità e la logica di *network*, rappresenta dunque un elemento da approfondire.

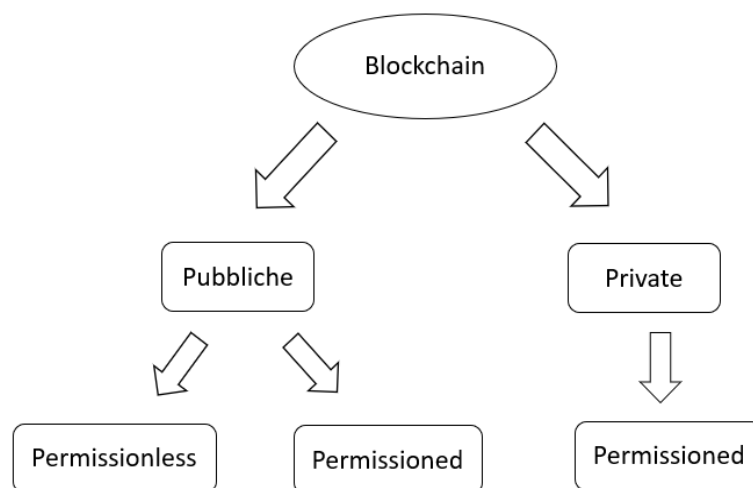


Figura 1 Configurazione blockchain in funzione dell'apertura e della gerarchia di controllo. Elaborazione personale.

Tra le blockchain pubbliche *permissionless* sicuramente le principali sono bitcoin ed ethereum.

Mentre il bitcoin è una criptovaluta con protocollo di consenso basato sul PoW, la cui quantità massima in circolazione è fissata in 21 milioni, di cui circa 17 milioni già creati, riguardo ethereum, è bene precisare, è una piattaforma decentralizzata che domina la gestione degli *smart contract*. Ethereum, apparsa in un articolo del 2013 pubblicato da Vitalik Buterin, è dunque una piattaforma progettata per essere programmabile e declinabile in diverse tipologie di applicazioni decentralizzate non necessariamente limitate alla sola gestione delle transazioni in criptovaluta, come invece per lo più accade con bitcoin (Garaviglia 2018).

Anche ethereum utilizza un algoritmo di consenso basato su PoW, seppure sia ormai programmata la migrazione verso protocolli con un minore impatto in termini di sostenibilità ambientale, quali quelli PoS.

Anche ethereum dispone di una propria valuta virtuale definita ether (ETH), e a differenza di bitcoin non esiste una quantità massima di emissione (Chiap G. 2019).

Tra le blockchain pubbliche *permissioned* è possibile annoverare il tentativo di Diem – promossa dall'Associazione Libra, su iniziativa di Mark Zuckerberg e quindi Facebook

Meta, in quanto gestita centralmente dall'Associazione medesima. Inizialmente l'idea era quella di creare un'infrastruttura finanziaria in grado di promuovere l'innovazione, migliorando l'accesso ai servizi finanziari al maggior numero della popolazione mondiale, diffondendo l'utilizzo di calibra, la *stablecoin* legata al dollaro. Il progetto si è arenato a causa delle incertezze legate al trattamento dei dati personali degli utenti e alla privacy, ai controlli antiriciclaggio, e alla prevenzione delle frodi.

Tra le blockchain private *permissioned* la principale è hyperledger fabric di IBM, specificamente rivolto alle piattaforme aziendali. Tale piattaforma consente di realizzare controlli avanzati sulla *privacy* degli utenti appartenenti al *network* così che solo i dati che si desidera condividere vengono condivisi tra i partecipanti alla rete, preventivamente autorizzati. Hyperledger Fabric sfrutta gli *smart contract* per automatizzare i processi aziendali. Secondo le logiche proprie della tecnologia blockchain, il codice informatico che traduce gli accordi rende le transazioni tracciabili e irreversibili, creando fiducia tra le organizzazioni partecipanti alla rete. Ciò consente alle aziende di attuare il processo decisionale con una minimizzazione di costi, tempi e rischi.¹¹

Sotto il profilo evolutivo è possibile distinguere tre generazioni di blockchain, scandite dal progressivo processo evolutivo e dalle diverse applicazioni e declinazioni della tecnologia nell'ambito dei settori economici e quindi all'interno dei contesti aziendali.

La generazione blockchain 1.0 orientata alla risoluzione del problema del *double spending* – inteso nel senso di esercitare il diritto a spendere una determinata somma di denaro, ovvero a replicare una specifica informazione più volte, e circoscritta principalmente alle criptovalute (Frigerio C. 2019). Alla luce di quanto in precedenza evidenziato, la blockchain più in generale consente di evitare il problema del *double spendig*, garantendo l'impossibilità ad utilizzare il medesimo valore – digitale – per transazioni successive mediante un sistema distribuito di consenso rappresentato da ciascun nodo indipendente della rete.

Le piattaforme riconducibili alla blockchain 1.0 hanno prodotto un gran numero di applicazioni, tra cui, certamente il bitcoin e le altre monete virtuali. In quest'ambito le monete virtuali vengono utilizzate per il pagamento tra privati e a fini commerciali.

Successivamente con la generazione blockchain 2.0 è stato esteso l'ambito di applicazione della tecnologia a settori diversi da quello finanziario, attraverso gli *smart*

¹¹ Per ulteriori approfondimenti <https://www.hyperledger.org/>

contract all'interno dei quali le informazioni vengono codificate in contratti intelligenti auto-eseguibili che facilitano l'esecuzione di un accordo tra soggetti destinatari di asimmetrie informative, senza il coinvolgimento di una terza parte (Khan S.N. 2021).

Infine, attraverso l'integrazione della blockchain con i *token*, intesi quali strumenti rappresentativi di valore e diritti, che si generano su *ethereum* e attraverso lo standard ERC20, che è tanto una moneta virtuale quanto una piattaforma che alimenta applicazioni blockchain, chiunque può emettere un *token* personalizzato. Per semplicità si può considerare il *token* come la somma delle potenzialità di uno *smart contract* e delle criptovalute.

I *token* possono fungere da forma di convalida di qualsiasi diritto, inclusi identità personale, diplomi accademici, valuta, ricevute, chiavi, biglietti per eventi, punti di sconto, coupon, azioni e obbligazioni.

Di conseguenza, i *token* possono convalidare praticamente qualsiasi diritto esistente all'interno di una società. Blockchain è la tecnologia *back-end* della nuova era, mentre i *token* sono il suo *front-end* economico.

La combinazione dei due comporterà un'importante trasformazione nella società, definendo blockchain 3.0 e l'evoluzione della *token economy* (Xu M. 2019).

5. Gli Smart contract: ridisegnare la rappresentazione del valore degli asset attraverso i digital token

La potenzialità insita nel creare un ecosistema informatico decentralizzato, immutabile e trasparente sfocia all'interno delle organizzazioni aziendali attraverso la generazione di codici digitali che sfruttano la tecnologia blockchain, e nello specifico una tra le piattaforme: *ethereum*, *NXT*, e *hyperledger Fabric*, indi generando contratti intelligenti – *smart contract*¹² – che agiscono al verificarsi delle condizioni pattuite tra le parti, senza alcuna possibilità di modifica, inoperatività, irrevocabilità o interferenza da parte di terzi. Secondo (Clack, Bakshi e Braine 2017) lo *smart contract* è un accordo automatizzato ed eseguibile.

¹² Definiti da Nick Szabo, “Smart Contracts: Building Blocks for Digital Marketscome”, *Extropy*, XVI, 1996 come “un insieme di promesse, espresse in forma digitale, incluse le regole che le parti vogliono applicarvi”.

L'automatizzazione si realizza per mezzo del computer, sebbene alcune parti richiedano un input o un controllo umano. L'eseguibilità è garantita sia attraverso il ricorso all'autorità giudiziaria, sia tramite l'esecuzione automatica del codice.

Secondo Raskin (2017) gli *smart contract* sono accordi tra parti consapevoli in cui l'esecuzione avviene in modo automatizzato, attraverso il ricorso ad algoritmi informatici che eseguono clausole provenienti da contratti e traslate in codici su piattaforme computerizzate e interconnesse.

Secondo tale visione quindi gli *smart contract* sono contratti progettati per garantire l'esecuzione di ciascuna prestazione prevista nell'accordo, eliminando la discrezionalità umana. Il tipico esempio di *smart contract* è il distributore automatico, in cui il meccanismo della transazione si realizza allorquando a fronte del denaro inserito nella macchina viene riconosciuto e quindi erogato il prodotto desiderato, ovvero il programma installato su un'autovettura che ne impedisce l'accensione allorquando i termini di un contratto di finanziamento non sono soddisfatti.

Gli *smart contract* hanno uno schema lineare, in quanto consistono nella trasposizione di clausole contrattuali prosaiche in codice informatico auto-eseguibile e non modificabile, immesso all'interno di un registro logico, il cui funzionamento – “*if this then that*” – permette che al verificarsi di una certa condizione, accertabile attraverso algoritmi matematici, si produce l'evento digitalmente collegato (Giuliano 2018).

Lo *smart contract* è eseguito da più nodi nella rete; l'algoritmo è avviato da un utente in esecuzione dell'avverarsi di un evento riportato sotto forma di codice sorgente, in base alla piattaforma utilizzata.¹³

Lo *smart contract* viene auto eseguito nel momento in cui si realizza una o più condizioni, di guisa che l'esecuzione è automatica, come anche la verifica della o delle condizioni sottese al contratto¹⁴.

¹³ In Ethereum il codice sorgente maggiormente utilizzato è definito Solidity.

¹⁴ In ambito nazionale, è stata pubblicata in Gazzetta Ufficiale la L. 11 febbraio 2019, n. 12, il cui art. 8 ter (Tecnologie basate su registri distribuiti e smart contract) stabilisce che: “1. Si definiscono “tecnologie basate su registri distribuiti” 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 critto - grafia verificabili da ciascun partecipante, non alterabili e non modificabili. 2. Si definisce “smart contract” un programma per elaboratore che opera su tecnologie basate su registri distribuiti e la cui esecuzione vincola automaticamente due o più parti sulla base di effetti predefiniti dalle stesse. Gli smart contract soddisfano il requisito della forma scritta previa identificazione informatica delle parti interessate, attraverso un processo avente i requisiti fissati dall'Agenzia per l'Italia digitale con linee guida da adottare entro novanta giorni dalla data di entrata in vigore della legge di

In relazione a quest'ultimo aspetto, ovverossia all'analisi della condizione sottesa all'automazione dello *smart contract*, essa può essere ricompresa in due distinte tipologie:

- la condizione sospensiva;
- la condizione risolutiva.

La condizione sospensiva evidenzia il momento in cui inizieranno a prodursi gli effetti, quella risolutiva rileva invece il momento in cui gli effetti inclusi nel contratto termineranno.

Ancora, la condizione può essere causale, qualora la manifestazione non dipenda dalle parti contraenti, ovvero potestativa, qualora al contrario è dipendente rispetto alle volontà di almeno uno degli attori coinvolti nel negozio (Chierici 2018).

Secondo Morabito (2017) possono distinguersi due tipologie di contratti: quelli deterministici e quelli non deterministici.

I contratti definiti deterministici identificano in senso stretto gli *smart contract* totalmente automatizzati, ovvero quei contratti che una volta avviati sulla blockchain si auto eseguono in modo automatico. L'esecuzione dipende da elementi interni al contratto medesimo ovvero già predeterminati nelle clausole del contratto, come ad esempio l'inizio o lo spirare di un termine temporale. Mentre i contratti non deterministici sono al pari dei primi sempre automatizzati, seppure necessitino di ulteriori informazioni rinvenibili all'esterno della blockchain, connotati da oggettività ed insindacabilità per le parti contraenti l'accordo; tali variabili esterne possono essere anch'esse automatizzate o meno.

In relazione a tale ultimo aspetto, considerato il carattere non deterministico e non modificabile di taluni *smart contract*, appare evidente la necessità di individuare fattori oggettivi connessi all'esecuzione di contratti non deterministici, anche al di fuori della rete *blockchain* e quindi presenti nel mondo reale, definiti *oracles* (ad esempio, le condizioni atmosferiche collegate alla realizzazione di una condizione presente nello *smart contract* possono essere automatizzate attraverso il ricorso ad indicatori meteorologici accettati oggettivamente dalle parti; l'andamento del tasso di interesse),

conversione del presente decreto. 3. 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'art. 41 del Reg. (UE) n. 910/2014 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 23 luglio 2014. 4. Entro novanta giorni dalla data di entrata in vigore della legge di conversione del presente decreto, l'Agenzia per l'Italia digitale individua gli standard tecnici che le tecnologie basate su registri distribuiti debbono possedere ai fini della produzione degli effetti di cui al comma 3”.

idonei a fornire le informazioni e a definire l'applicazione dell'accordo, escludendo qualsiasi forma di interpretazione (Khan S.N. 2021)¹⁵.

Diversamente da una catena di controllo tradizionale in cui ci si limita alla mera registrazione delle singole transazioni, attraverso lo *smart contract* è possibile aggiungere alla catena un nuovo codice, per l'appunto auto eseguibile. Il protocollo informatico che definisce lo *smart contract* provvederà a verificare ed eseguire le clausole del contratto e a monitorare l'esecuzione, indipendentemente dall'*animus solvendi* del debitore e dalla sua esplicita, o meno, volontà di adempiere le clausole del contratto.

Tale peculiarità consente di definire un'ulteriore caratteristica dello *smart contract*, ovvero la *self enforceability*, attraverso cui vengono eseguiti automaticamente i termini e le condizioni al verificarsi degli eventi predeterminati dalle parti e iscritti nel codice (Parola, Merati e Gavotti 2018).

Il ciclo di vita dello *smart contract* replica, invero, quello di un contratto tradizionale, in quanto include la generazione del contratto, la trasmissione del contratto e l'esecuzione del contratto.

Il momento della generazione del contratto comprende: la negoziazione tra le parti contraenti, la definizione di diritti e degli obblighi che specificano il contratto, la successiva stesura del testo tradizionale e la verifica delle singole clausole, culminando, infine nella traduzione e riscrittura del testo tradizionale in codice informatico programmato, enfatizzandone coerenza e garanzia. La trasmissione e la successiva esecuzione consistono nella distribuzione dello *smart contract* tra tutti i nodi della rete, i quali, attraverso il meccanismo di *hash*, verificheranno e valideranno ciascuna informazione in esso contenuta, definendo così il blocco da immettere su blockchain, e l'elaborazione delle transazioni in esso contenute (Tern 2021).

I protocolli informatici che definiscono lo *smart contract* identificano informazioni digitali registrate in blockchain e sottendono la rappresentazione di una qualche forma di diritto, che può consistere nello scambio di criptovalute, nella proprietà di un *asset* – tangibile o intangibile – ovvero nell'accesso ad un prodotto o servizio.

La rappresentazione digitale di valore è intrinsecamente legata al concetto di scarsità proprio del mondo virtuale, il quale prevede che, affinché possa concludersi qualsiasi

¹⁵ Attraverso gli *oracles* è possibile accedere ad informazioni *off-chain*. Tra gli *oracles software* è possibile includere: tassi di cambio, prezzi di *asset* digitali. Mentre tra gli *oracles hardware* è possibile considerare, ad esempio, un sensore, che monitora il tragitto di una merce dalla piattaforma di carico al magazzino.

transazione di un bene, materiale ovvero immateriale, è necessario che il valore sotteso al *criptoasset* esprima parimenti un valore riconosciuto e condiviso sul mercato.

In tal senso l'attribuzione un valore nominale al *criptoasset* ovvero, ancor più specificamente, legittimare il diritto sotteso a tale *criptoasset* al titolo che esso rappresenta, consente di creare un collegamento tra il bene tangibile ovvero intangibile e gli asset nativi – rappresentati dalle criptovalute.

Dunque, il *token*, in quanto digitale, è scambiabile su piattaforme blockchain e diviene il cardine del sistema di scambio, all'interno del quale la validità dei negozi giuridici sottostanti è garantita da un algoritmo matematico idoneo a generare il rapporto di fiducia tra parti contraenti, senza ricorrere ad un terzo intermediario (Garaviglia 2018).

I *digital token* possono sfruttare la tecnologia blockchain ed essere utilizzati per rappresentare un'ampia gamma di attività scarse – criptovalute, titoli finanziari negoziabili, diritti di proprietà, punti fedeltà e buoni regalo – travalicando le sole criptovalute (Buterin 2014).

Solitamente i *digital token* seguono uno schema di offerta rigida, secondo una logica rigida e trasparente tesa ad evitare possibili fenomeni inflazionistici connessi alla loro eccessiva diffusione, potendo circolare tra parti consapevoli all'interno della blockchain senza il coinvolgimento di un ente centrale e per mezzo delle valute virtuali, senza confini di tempo ovvero di spazio (Y. Chen 2018).

Secondo (Oliveira, et al. 2018) le finalità perseguite con l'emissione di *digital token* sottendono alle seguenti dimensioni:

- fungere da mezzo di trasmissione del valore, qualificandosi come valuta, unità di conto ovvero deposito di ricchezza;
- incentivando il processo di convalida delle transazioni su blockchain attraverso il riconoscimento di premi ai *miners*;
- conferendo al suo titolare il diritto a percepire risorse finanziarie – ad esempio dividendi;
- promuovendo la rappresentazione digitale dei diritti di proprietà su beni tangibili ovvero intangibili;
- fungendo da strumento di finanziamento per un'attività imprenditoriale, attraverso *Initial coin offering*, in breve ICO che consentono di proporre al pubblico, tramite un c.d. "*withepaper*", un progetto che sarà realizzato tramite blockchain con la

conseguente progettazione di *token* da emettere, a fronte di un corrispettivo, ai soggetti finanziatori.

I *digital token* sono definiti *fungibili* qualora abbiano un valore intrinseco che è misurabile, e dunque possono essere sostituiti appartenendo alla stessa categoria e garantendo gli stessi diritti e sono facilmente sostituibili tra loro sempre se appartenenti alla stessa categoria (Chiap G. 2019). Al contrario i *token non fungibili* (NFT) sono caratterizzati dagli attributi dell'unicità e dell'indivisibilità, il che li rende non replicabili e non sostituibili (Bao e Roubaud 2022). I beni non fungibili sono individuati in immagini, opere d'arte, musica, fotografie. Essendo beni unici e indivisibili possiedono caratteristiche distintive che non permettono lo scambio con qualcosa di simile, non presente, per sua definizione, sul mercato. Un NFT è inquadrato come un certificato digitale che attesta l'unicità di uno specifico *asset* sottostante, la cui rappresentazione nel mondo digitale è garantita dal *token* stesso (Dowling 2022).

Rappresentano quel filo che lega il mondo reale a quello digitale costruito sulla blockchain. Chi acquista un NFT non ottiene la proprietà del bene in sé, ma è proprio attraverso il *token*, ossia un certificato, che gli viene consentito di esercitare degli specifici diritti su quel bene.

In sintesi, dunque la tecnologia blockchain consente di progettare delle unità di informazioni digitale che contengono gli elementi propri di un diritto di proprietà, rappresentati dai *token*, a cui unicamente il proprietario ha accesso diretto ed esclusivo, essendo inoltre opponibili contro terzi. Tali informazioni attribuiscono un diritto di proprietà sicuro, oltreché protocollato, di una nuova tipologia di proprietà definita digitalmente "*Blockchain Crypto Property*" (BCP) (Müller, et al. 2019).

Dal punto di vista applicativo, in funzione dello specifico *business model* è stata avanzata una proposta di tassonomia che distingue tre diverse tipologie di *token* (Y. Chen 2018, Garaviglia 2018, Catalini e Gans 2019, Tönnissen, Beinke e Teuteberg 2020):

- *payment token*.
- *utility token*.
- *security token*.

Nell'ambito dei *payment token* si inquadrano le valute virtuali che originano direttamente dalla blockchain – c.d. "*token nativi*" (Lewis 2015). Dal momento che la tecnologia blockchain si basa sulla crittografia, la valuta che ne origina è solitamente chiamata

criptovaluta. L'esempio principale è Bitcoin, che è la valuta nativa della blockchain di Bitcoin (Nakamoto S. 2008). La blockchain di Bitcoin consente agli utenti di archiviare e trasferire Bitcoin su una rete decentralizzata in *network* peer-to-peer.

I *payment token* non trasferiscono diritti o garanzie specifiche alla controparte, non rappresentando *asset* sottostanti, ma fungono unicamente da incentivi al funzionamento della Blockchain in quanto, ad esempio, spingono i *miners* all'approvazione dei blocchi di operazioni. Altro esempio è ether, che è la valuta nativa della blockchain di ethereum. Come la blockchain di bitcoin, allo stesso modo ethereum consente agli utenti di archiviare e trasferire ether su una rete decentralizzata in *network* peer-to-peer. In più ethereum permette di costruire *smart contract* e altre applicazioni decentralizzate, che devono utilizzare ether per lo scambio di servizi su piattaforma ethereum (Buterin, 2014b). Bitcoin viene considerato il progenitore di tutte le altre criptovalute, definite "*altcoin*" e che rientrano nella categoria dei *payment token*.

Gli *utility token* vengono definiti apportando ai *payment token* le potenzialità proprie degli *smart contract*, garantendo al detentore l'accesso ad un prodotto o ad un servizio digitale, attuale o futuro, forniti su o dietro utilizzo di un'infrastruttura blockchain, predisposti dall'emittente o che quest'ultimo si propone di realizzare grazie ai finanziamenti ricevuti (Masi 2021).

Infine, i *security token* rappresentano *asset* finanziari negoziabili, attribuendo ai detentori diritti di partecipazione, aventi natura patrimoniale ovvero amministrativa/sociale, ovvero ancora un diritto di credito nei confronti del soggetto emittente. Tali *token* possono configurarsi quale forma di investimento, ovvero strumento per la generazione di flussi di cassa futuri (Oliveira, et al. 2018).

Tra le molteplici applicazioni della tecnologia Blockchain rileva evidenziare l'*Initial Coin Offers* (ICOs), quale fonte di finanziamento alternativo rispetto al tradizionale concetto di *crowdfounfing*, promosse da organizzazioni ed aziende, che consistono nell'offrire agli investitori dei *digital token* basati sulla tecnologia blockchain, che vengono creati e salvati secondo un meccanismo decentralizzato su una nuova blockchain sviluppata a tal fine, ovvero mediante uno *Smart contract*, su una blockchain esistente, ricevendo in contropartita fonti finanziarie nella forma di monete *fiat* ovvero, più frequentemente, criptovalute (ESMA 2019).

In genere, appare rilevante rappresentare come non sempre il soggetto possessore del *digital token* diviene socio della società o del soggetto emittente, diversamente da quanto accade invece per i sottoscrittori di una IPO ovvero per i *venture capitalist*.

Ciò in quanto generalmente i *token* sono offerti in sottoscrizione al pubblico per un periodo di tempo determinato, mediante una fase di prevendita (c.d. *presale*), una fase successiva di vendita (c.d. *sale*) ed ulteriormente una eventuale di riacquisto entro un certo periodo determinato, secondo un c.d. *digital token agreement* che disciplina i rapporti tra l'ente emittente ed i sottoscrittori a proprio piacimento (Franza 2019, Sandei 2020).

Secondo quanto rilevato nel documento per la discussione dalla Consob le ICOs si caratterizzano, rispetto alle tradizionali offerte di strumenti finanziari, rispettivamente sotto quattro profili:

- sfruttano la tecnologia blockchain che permette di disintermediare rispetto alle infrastrutture tipiche dei mercati dei capitali, nello specifico: banca depositaria, consorzio di collocamento, mercati secondari;
- regolano i flussi finanziari, in quanto il pagamento dei token generalmente avviene con valute virtuali (es. ethereum, bitcoin) ovvero di moneta avente corso legale;
- permettono la pubblicizzazione e la promozione tramite portali Internet, al fine di dare luogo a forme di promozione e raccolta internazionale, senza alcun vincolo territoriale né per quanto attiene alla figura dell'emittente né per quella del promotore;
- diffondono un c.d. *white - paper* in luogo di un prospetto, nel quale vengono riportate le principali caratteristiche dell'operazione e dell'oggetto dell'offerta" (CONSOB 2020).

In tale scenario i potenziali investitori decidono se aderire alla piattaforma e parallelamente quanti *token* acquisire. Ciò tipicamente dipende dall'entità delle transazioni previste, ovvero dal cosiddetto *transaction motive* e dal prezzo medio previsto del *token* oggetto di negoziazione, il cosiddetto *investment motive*. Inoltre, l'offerta può prevedere un target minimo, detto anche *soft cap*, ovvero massimo, *hard cap*, per la raccolta dei capitali.

I tradizionali investitori in capitale di rischio richiedono al soggetto emittente le informazioni utili al fine di ridurre l'incertezza in merito alle loro decisioni di investimento. L'ampiezza e la qualità delle informazioni rilasciate ai potenziali investitori

rendono più facilmente individuabile il numero medio atteso di transazioni sulla piattaforma, nonché il numero previsto di utenti e la produttività prevista. quindi la valutazione assegnata ai *token*.

In tal senso il sistema informativo, specie nella fase preliminare al lancio dell'offerta al pubblico, trova nel *white – paper* la fonte principale di informazioni fornita ai potenziali investitori, unitamente al ricorso a *siti web* dinamici e ai principali *social media* al fine di aumentare l'interesse degli investitori. Dal momento che non esiste un formato standardizzato o obbligatorio del *white - paper*, rimangono discrezionali la lunghezza, lo stile e il contenuto.

Generalmente il *white - paper* è inteso come un documento all'interno del quale viene descritta l'idea imprenditoriale proposta sulla piattaforma, una *road map* dei risultati che si intende raggiungere, i diritti assegnati a ciascun *token* e ulteriormente le modalità di vendita di questi ultimi (Florysiak e Schandlbauer 2019).

Le imprese spesso tendono a condurre una fase di pre – ICO nella quale i *token* vengono offerti a prezzi più vantaggiosi o dietro specifiche condizioni di favore al fine di creare, secondo le logiche proprie del *marketing*, un'aspettativa alta tra i potenziali investitori, monitorandone i comportamenti e i risultati attesi e parallelamente riducendo il fenomeno dell'*underpricing*, giungendo all'individuazione di un prezzo equo medio al quale offrire i *token* nella successiva fase di vendita.

A differenza dei meccanismi alternativi di finanziamento, specie nella fase dell'*early stage*, le ICOs garantiscono agli investitori un'opportunità di disinvestimento in qualsiasi momento grazie a piattaforme di *trading* che garantiscono una costante liquidità. Di conseguenza la negoziabilità dei *token* offre nuove prospettive all'*entrepreneurial finance* (Momtaz 2020).

In conclusione, la tecnologia Blockchain rappresenta una delle più rivoluzionarie tecnologie generiche (Y. Chen 2018), suscettibile di produrre effetti rilevanti nell'ambito dei contesti aziendali, non soltanto attraverso la diffusione delle criptovalute decentralizzate quale mezzo di scambio e di pagamento, ma soprattutto in relazione alla capacità di creare e diffondere *digital token* sottesi a diritti patrimoniali, finanziari e sociali sottostanti, quale unità di informazioni digitale che contengono gli elementi propri di un diritto di proprietà.

Ciò permetterà di ridefinire il perimetro delle strategie aziendali tradizionali, consentendo di ridisegnare la rappresentazione e la modalità di trasmissione del valore riferito alle risorse utilizzate, minimizzando i costi sottesi alla raccolta delle informazioni, e parimenti aprendo nuovi sentieri di ricerca connessi alla qualificazione giuridica di tali nuovi strumenti basati sull'infrastruttura blockchain, alle tassonomie e classificazioni degli *asset* digitali sulla base del valore offerto da ciascuno di essi, alle implicazioni contabili connesse all'entità che emette gli *asset* digitali e quelle in capo al sottoscrittore, nonché ancora i profili di criticità esistenti legati ad un utilizzo distorto per fini meramente speculativi che sfruttano l'elevata volatilità del prezzo associato alle criptovalute.

Nello specifico, il tema della contabilizzazione e rappresentazione a bilancio delle entità crittografiche, intese come criptovalute e token digitali, è ancora largamente da inquadrare.

Capitolo 2

La tecnologia blockchain: analisi della letteratura

1. Introduzione	33
2. La tecnologia blockchain e la formulazione delle domande di ricerca.....	34
3. Analisi bibliometrica della letteratura sulle applicazioni della tecnologia blockchain.....	37
3.1 Metodologia.....	41
3.2 La formulazione delle domande di ricerca.....	43
3.3 Il processo di raccolta, estrazione e identificazione del campione.....	44
3.4 Analisi descrittive della letteratura selezionata.....	45
3.5 Analisi della struttura concettuale della letteratura selezionata	51
4. L'impiego della Blockchain nel settore agroalimentare: analisi della letteratura esistente	56
4.1 Metodologia.....	59
4.2 La formulazione delle domande di ricerca.....	60
4.3 Il processo di raccolta, estrazione e identificazione del campione.....	60
4.4 Analisi descrittive della letteratura	61
4.5 Selezione e valutazione dei contributi	62
4.6 I benefici e i rischi connessi alla Blockchain	66
5. Il livello di decentralizzazione della Blockchain ed il sistema informativo aziendale in un'ottica di rete	72
6. Scenari di ricerca futuri.....	74

1. Introduzione

L'utilizzo della tecnologia blockchain nell'ambito delle *Distributed Ledger Technologies* (DLT) (Lamport, Shostak e Pease 1982, Cachin 2001, Nabil e Claus 2018, Chowdhury, et al. 2019, Frigerio e Rajola 2019), ovvero l'Intelligenza Artificiale, il *cloud computing*, l'*Internet of Things* (IoT) industriale e i *big data & analytics* (Schuelke-Leech 2018, Muthukrishnan 2020, Bălan 2020), hanno accelerato il processo di trasformazione delle imprese verso percorsi di innovazione digitale dei *business models* (Morkunas, Paschen e Boon 2019), definendo altresì le componenti principali della *Digital Supply Chains* (DSC) nel solco delle tecnologie abilitanti Industria 4.0 (Garay-Rondero, et al. 2020).

Il successo nell'ambito della *Supply Chain Management* (SCM), quale approccio teso alla pianificazione e gestione integrata della catena di approvvigionamento, della logistica e

della distribuzione dei prodotti, in vista del miglior coordinamento possibile con fornitori, intermediari e clienti, al fine di minimizzare i costi e soddisfare nel contempo i requisiti di qualità del prodotto ovvero del servizio (Simchi-Levi, Kaminsky e Simchi-Levi 2003, Council of Supply Chain Management Professionals 2013), è intrinsecamente dipendente dalla gestione completa ed integrata dei flussi informativi, specie verso la platea di *stakeholder* esistenti e potenziali, dei prodotti e dei processi.

L'adozione di tale strategia impatta in modo rilevante e dirompente sulla competitività dell'impresa in termini di costo del prodotto, livelli di capitale circolante, velocità di penetrazione sul mercato, servizio ai clienti, *Return on investment* (ROI), valore per gli *stakeholder* e redditività (Chang, Iakovou e Shi 2020).

La trasparenza della *supply chain* può essere intesa come il grado di comprensione e fiducia condivisa, nonché il livello di accesso alle informazioni relative al prodotto, così come richiesto dagli attori coinvolti nella catena di approvvigionamento (Wognum (Nel), et al. 2011, Astill, et al. 2019).

L'implementazione di un sistema di tracciabilità delle informazioni consente ad un'organizzazione di documentare e parimenti individuare un prodotto per mezzo delle fasi e delle operazioni che lo hanno generato, sulla base di un'elevata struttura qualitativa delle informazioni, di un'integrazione organica delle tecnologie disponibili, concentrandosi sui processi di fabbricazione, trasformazione, distribuzione e manipolazione, rendendo altresì più agevole l'individuazione delle cause di non conformità (International Trade Center 2015, Astill, et al. 2019, Demestichas, et al. 2020).

2. La tecnologia Blockchain e la formulazione delle domande di ricerca

Il processo di evoluzione tecnologica mira a condurre verso una maggiore efficienza del processo produttivo, al miglioramento della qualità del prodotto e del processo, ad una completa tracciabilità elettronica e ad una maggiore sicurezza e sostenibilità *inter* e *intra* aziendale, riorientando l'intera *value chain* aziendale (Bagnoli, et al. 2018, Zheng, et al. 2018, Gohil e Thakker 2021).

La tecnologia blockchain, si realizza attraverso la creazione di un'infrastruttura *peer-to-peer* in grado di registrare sulla rete, in modo permanente e verificabile, le transazioni tra due o più soggetti, creando specifici protocolli informatici crittografati, raggruppati in

blocchi, secondo una logica consecuzione cronologica, per la regolazione, certificazione e autenticazione dei flussi informativi (Iansiti e Lakhani 2017, Grover, Kar e Ilavarasan 2018, Casino, Dasaklis e Patsakis 2019, Viriyasitavat, et al. 2019, Gohil e Thakker 2021). La blockchain è così considerata una *disruptive technology* (Saber, et al. 2019, Dutta, et al. 2020, Kouhizadeh, Saber e Sarkis 2021) in quanto consente, ad esempio, ai *partner* commerciali di trasferire risorse digitali o informazioni commerciali afferenti ad ordini di acquisto, ricevute di pagamento, ovvero ancora permette, attraverso sistemi avanzati di *data management* di collazionare le informazioni, catalogare e certificare la qualità dei prodotti, su un registro immutabile condiviso e distribuito, senza la necessità di una terza parte istituzionale e centralizzata che funga da garante (Kumar, Liu e Shan 2019, Durach, et al. 2021).

L'assenza di intermediazione, la decentralizzazione, la trasparenza, l'immutabilità, la certezza e la credibilità delle informazioni (Yli-Huumo, et al. 2016) che transitano in blockchain ha reso possibile la sua applicazione in molteplici settori economici, quale "*foundational technology*" (Abeyratne e Monfared 2016, Iansiti e Lakhani 2017, Tandon, et al. 2020), primo tra i quali quello finanziario nel quale ha trovato la sua prima applicazione attraverso le criptovalute, tra cui spicca bitcoin (Nakamoto 2008).

Gli attributi qualificatori e qualificativi della tecnologia blockchain permettono di gestire i dati elementari, trasformandoli in informazioni complessive, sulla base di specifici parametri, quali: trasparenza, immutabilità, fiducia e tracciabilità.

Inoltre, in relazione al grado di apertura e di accessibilità dell'infrastruttura che realizza la tecnologia blockchain, è possibile distinguere tra reti: *permissionless* o pubbliche, ovvero *permissioned* o private, e ancora *consortium*. Tale distinzione poggia sull'assunto secondo cui nelle reti *permissioned* l'identificazione preventiva è condizione necessaria per partecipare alla "*catena di blocchi*" e conseguentemente per la visualizzazione e la scrittura nella rete (Beck, Müller-Bloch e King 2018, Helliard, et al. 2020). Parimenti il *consortium blockchain* è quella tecnologia il cui accesso è limitato ai membri della filiera secondo le regole definite dall'accordo tra i membri, di modo che i singoli nodi alla base della rete possono accedervi per il tramite del *gateway* dei membri della filiera, esaltando dunque i meccanismi di conservazione, gestione, monitoraggio, controllo e revisione delle informazioni che transitano tra le entità consistenti la rete, per lo più accomunate dallo svolgimento di attività nel medesimo settore (Qiao, Zhu e Qin 2018).

Uno studio recente sull'impatto della tecnologia blockchain nei contesti aziendali, in termini di implementazioni e spesa globale (Statista 2021), ha rilevato che le soluzioni blockchain dovrebbero raggiungere quasi 19 miliardi di dollari entro il 2024, con un valore aggregato dell'ultimo quinquennio pari a circa 35 miliardi di dollari.

In linea generale blockchain può avere come fonte ed oggetto di sviluppo, la gestione di *asset* rappresentativi di valore, ovvero *stream* di dati, intesi quale insieme di informazioni su una particolare caratteristica fisica o intangibile (Gallo 2020).

In tal senso, la tecnologia blockchain di seconda generazione introduce la nozione e l'utilizzo dei c.d. "*smart contract*" (Szabo 1994), accordi digitali tra due o più parti, qualificabili con vincolo legale, la cui transazione è tradotta in codice informatico e distribuita su blockchain, dove si auto-eseguirà quando saranno soddisfatte le condizioni predeterminate nell'accordo (Law 2017). Gli *smart contract* possono concorrere a ridurre la complessità della catena di approvvigionamento attraverso il controllo automatizzato e l'esecuzione dei dati in ingresso, sia nella fase di produzione che in quella di commercializzazione. In tal senso, gli *smart contract* migliorano la trasparenza, la tracciabilità e l'efficienza della *supply chain*, rafforzando le relazioni tra gli *stakeholder* coinvolti in un'ottica consortile. Alla luce di ciò, per mezzo degli *smart contract*, nel contesto della tecnologia blockchain di terza generazione, è possibile assegnare valore ad una risorsa tangibile o intangibile attraverso il processo di *tokenizzazione*, mappando le origini delle risorse (ad esempio gli ingredienti di un prodotto), progettando delle unità di informazioni digitale condivise che contengono gli elementi propri di un diritto di proprietà, rappresentati dai c.d. *token*, a cui unicamente il proprietario ha accesso diretto ed esclusivo (Dasaklis , et al. 2019, Borges dos Santos, Torrisi e Palucci Pantoni 2021).

Il presente contributo intende esplorare il ruolo della tecnologia blockchain dapprima nell'ambito dei diversi settori economici, verificando lo stato dell'arte di tale tecnologia, le modalità e gli obiettivi sottesi alla sua applicazione nei diversi contesti aziendali, con specifica attenzione ad un settore in cui le applicazioni sono più diffuse e più funzionali alla *supply chain*, ovverossia alla filiera agroalimentare, evidenziando anche in tale ambito le modalità e gli scopi sottesi al suo utilizzo. Nello specifico si intendono indagare i seguenti aspetti:

RQ1: Quali sono i potenziali benefici e i rischi connessi all'implementazione della tecnologia blockchain all'interno dei contesti aziendali?

RQ2: In che modo le soluzioni blockchain vengono introdotte all'interno delle aziende? Qual è lo scopo perseguito?

RQ3: Quali sono i potenziali benefici e i rischi connessi all'implementazione della tecnologia blockchain lungo la catena agroalimentare?

RQ4: In che modo le soluzioni blockchain vengono introdotte all'interno delle aziende dell'agroalimentare? Qual è lo scopo perseguito?

3. Analisi bibliometrica della letteratura sulle applicazioni della tecnologia blockchain

Blockchain è una specifica tipologia di DLT, quale *network* in cui tutte le transazioni devono essere annotate in un apposito “*ledger*” aperto, distribuito e decentralizzato (Haber S. 1991).

Le caratteristiche intrinseche all'architettura blockchain forniscono specifici attributi ai processi aziendali tradizionali quali: trasparenza delle informazioni, robustezza e controllabilità organizzativa e sicurezza *inter* ed *intra* aziendale (Greenspan 2015, Konstantinos e Michael 2016, Casino, Dasaklis e Patsakis 2019).

Le aziende, specie negli ultimi anni, hanno effettuato investimenti in questa tecnologia poiché mirano a realizzarne il potenziale, attraverso la decentralizzazione della *governance* e parimenti la riduzione al minimo dei costi di transazione e delle esternalità, specie nel settore finanziario, in quanto le istituzioni possono cooperare sotto la medesima piattaforma blockchain ed ivi far confluire le transazioni dei loro clienti (Casino, Dasaklis e Patsakis 2019).

Non a caso l'interesse per blockchain è sorto parallelamente alla crisi del sistema finanziario del 2008, di conseguenza non pare sorprendersi che il principale settore di applicazione della tecnologia blockchain sia stato fin dall'inizio quello finanziario, sdoganato grazie al contributo di Satoshi Nakamoto (Nakamoto S. 2008) – pseudonimo utilizzato per riferirsi ad un soggetto ovvero ad un gruppo di soggetti la cui identità risulta tuttora anonima – che ha descritto il fenomeno *bitcoin* (BTC) e ne ha declinato il funzionamento nell'ambito delle valute virtuali – criptovalute – ormai largamente utilizzate nel panorama internazionale.

L'ascesa dell'*Information Technology* (IT), quale processo di digitalizzazione e di automazione dei processi aziendali, specificamente rivolta alla riorganizzazione della catena del valore nei servizi finanziari, ha condotto alla diffusione della “*financial technology*”, in breve *fintech*, che concerne l'impiego di nuove tecnologie digitali nell'ambito dell'intermediazione bancaria e finanziaria (Puschmann T. 2017).

Il progresso tecnologico nell'ambito del settore finanziario ha consentito la diffusione di strumenti digitali la cui creazione e scambio avviene nel contesto della DLT, per lo più attraverso il ricorso a criptovalute, definendo il fenomeno della finanza decentralizzata (*Decentralised Finance* o DeFi) in cui i prodotti e servizi finanziari vengono generati e trasmessi sfruttando le proprietà della blockchain, quindi senza ricorrere ad intermediari centralizzati. Ciò ha consentito la creazione di un nuovo settore di ricerca scientifica noto con il termine “*criptoeconomy*”, intesa quale disciplina formale che studia i protocolli che governano la produzione, la distribuzione e il consumo di beni e servizi in un'economia digitale decentralizzata. Secondo Zamfir (2015) la “*criptoeconomy*” si concentra sulla progettazione e caratterizzazione di questi protocolli informatici.

La rappresentazione in digitale di valore economico attraverso l'impiego di meccanismi crittografici propri della DLT e dei c.d. *smart contract* (Szabo N. 1994)¹⁶ definiscono il fenomeno delle criptoattività – *cryptoasset* – nel cui ambito vengono annoverate le criptovalute, nonché i *digital tokens*, che possono attribuire al possessore la titolarità di una grande varietà di diritti, relativi ad interessi finanziari o non finanziari (Carriere P. 2020).¹⁷

¹⁶ Secondo Szabo, N., Smart contract, 1994, “*A smart contract is a computerized transaction protocol that executes the terms of a contract.*” Più nello specifico per smart contract si intendono codici auto-eseguibili, ovvero funzioni “if/then”, che vengono realizzati su Blockchain al fine di facilitare, concludere e far rispettare un accordo tra parti senza il coinvolgimento di un terzo agente. Lo *smart contract* è un codice informatico “operazionalizzato” all'interno della blockchain che realizza in modo automatico le clausole previste nel contratto permettendo lo scambio delle risorse digitali secondo regole prestabilite. Pertanto, gli *smart contract* sono codici incorporati nel software che consentono l'automazione di determinate attività ovvero di processi. Secondo Buterin V. et al, (A next-generation smart contract and decentralized application platform, White paper, 2014), un esempio può essere quello per cui: “A può prelevare fino a X unità di valuta al giorno, B può prelevare fino a Y al giorno, A e B insieme possono prelevare qualsiasi cosa, e A può bloccare la capacità di B di prelevare.”

¹⁷ Annunziata F., Verso una disciplina europea delle cripto-attività. Riflessioni a margine della recente proposta della Commissione UE, [dirittobancario.it](https://www.dirittobancario.it), 15 ottobre 2020, ultimo accesso 8 settembre 2022, <https://www.dirittobancario.it/art/verso-una-disciplina-europea-delle-cripto-attivita-riflessioni-margine-recente-proposta-commissione/>

Secondo il report pubblicato dalla CONSOB nel giugno 2022 si è registrato un incremento dal 2020 del numero di criptovalute in circolazione, passando da poco più di 2.400 a oltre 10.300 ad aprile 2022.¹⁸

Parimenti la capitalizzazione di mercato¹⁹ delle criptovalute alla data di redazione del presente elaborato è pari a 1.050 miliardi di dollari.²⁰ Non sorprende pertanto il crescente interesse da parte degli studiosi e dei *practitioners* verso il mercato “*crypto-based*” (Ankenbrand T. 2020) in quanto molti sono gli aspetti ancora poco esplorati riguardanti anzitutto la qualificazione giuridica di tali nuovi strumenti basati sull’infrastruttura blockchain, eventuali possibili tassonomie e classificazioni degli *asset* digitali sulla base del valore offerto da ciascuno di essi, le implicazioni contabili connesse all’entità che emette gli *asset* digitali e quelle in capo al sottoscrittore, nonché ancora i profili di criticità esistenti legati ad un utilizzo distorto per fini meramente speculativi che sfruttano l’elevata volatilità del prezzo associato alle criptovalute (Qi T. 2020).

Allo stato attuale esistono diverse revisioni strutturate della letteratura riguardanti la tecnologia blockchain e le applicazioni nell’ambito dei diversi settori economici (Tama, et al. 2017, Risius e Spohrer 2017, Brandão, São Mamede e Gonçalves 2018, Zheng, et al. 2018).

Nello specifico, Kshetri (2018) individua i meccanismi attraverso i quali la blockchain agisce al fine di raggiungere obiettivi migliorativi per la *supply chain* quali: riduzione dei costi di transazione, incremento della qualità, della velocità, dell’affidabilità delle informazioni e dei processi, riduzione del rischio complessivo dell’attività, maggiore sostenibilità ambientale, economica e finanziaria e flessibilità. In ragione di ciò, lo

¹⁸ Secondo Linciano N., Caivano V., Costa D., Di Rocco S., Gentile M., Principali tendenze in tema di investimenti sostenibili e criptoattività, CONSOB, giugno 2022: “Dal 2021 è cresciuto in maniera significativa l’interesse verso le criptoattività, come attesta l’andamento del numero di ricerche effettuate in rete di termini a esse associati. Con riguardo alla quota di popolazione che possiede criptoattività, a livello globale il dato raggiunge i massimi in Ucraina e Russia (rispettivamente 13% e 12%), mentre tra le maggiori economie europee oscilla tra il 5% nel Regno Unito e il 2% in Italia. A livello globale è aumentato anche il patrimonio dei fondi comuni dedicati all’investimento in criptoattività, che secondo le stime di alcuni analisti sarebbe passato da 36 miliardi di dollari a fine 2020 a quasi 70 miliardi a marzo 2022, con una diffusione più rilevante nel Nord America.”

¹⁹ Secondo il portale Coinbase.com il termine capitalizzazione di mercato riferito alle criptovalute indica l’ammontare di moneta virtuale sottoposta a *mining* – cioè all’attività di estrazione, ovvero di creazione di nuova moneta – e viene calcolata moltiplicando il numero totale di monete che sono state sottoposte a *mining* per il prezzo di una singola moneta in un dato momento.

²⁰ Secondo la piattaforma CoinGecko il volume di trading totale delle criptovalute nel giorno 7.9.2022 è di \$88,9 Miliardi. La *dominance* di Bitcoin è al 36,3% e la *dominance* di Ethereum è al 18,8%. CoinGecko traccia attualmente 12.907 criptovalute. Ultimo accesso il 7.9.2022, <https://www.coingecko.com/it>

studioso pone la maggior attenzione sull'incorporazione dell'IoT nelle soluzioni basate su blockchain e sul grado di implementazione della blockchain per convalidare le identità degli individui e delle risorse.

Il contributo innovativo di Treiblmaier (2018) mira a colmare il divario della ricerca relativo alle potenziali implicazioni della blockchain per la gestione della catena di approvvigionamento, integrando le teorie economiche consolidate alle caratteristiche principali della blockchain, quali: il decentramento del processo decisionale, l'elaborazione distribuita e l'affidabilità delle informazioni, la trasmissione *peer-to-peer*, l'immutabilità e l'irreversibilità dei dati immessi sulla piattaforma blockchain, l'automaticità e la riduzione dei costi di transazione.

Secondo l'orientamento della teoria dell'agente (Jensen e Meckling 1976), attraverso gli *smart contract* è possibile risolvere o alleviare il problema dell'asimmetria informativa²¹, posto che si tratta di un codice informatico "operazionalizzato" all'interno della blockchain che realizza in modo automatico le clausole previste nel contratto permettendo lo scambio delle risorse digitali secondo regole prestabilite e minimizzando le discrezionalità dei singoli agenti. Pertanto, gli smart contract sono codici incorporati nel *software* che consentono l'automazione di determinate attività ovvero di processi. Seguendo la logica sottesa alla teoria dei costi di transazione (Coase 1937), la tecnologia blockchain può rappresentare lo strumento che consente una minimizzazione dei costi delle transazioni *intra* e *inter* organizzativi, impattando sulla definizione dei confini aziendali. Analizzando la tecnologia blockchain in una logica basata sulla teoria delle risorse (Wernerfelt 1984, Barney 1991), la creazione di vantaggi competitivi può essere sostenuto e difesa sfruttando il decentramento del processo decisionale, l'elaborazione distribuita e l'affidabilità delle informazioni, la trasmissione *peer-to-peer*, l'immutabilità e l'irreversibilità dei dati immessi sulla piattaforma blockchain.

Secondo la teoria basata sulle reti (Halldorsson, et al. 2007) la creazione reciproca di fiducia attraverso rapporti di cooperazione e processi di scambio consente alle aziende di accedere a risorse esterne su scala più ampia, realizzando congiuntamente la produzione, condividendo investimenti in R&S, formazione e marketing (Ricciardi 2015).

²¹ Secondo la teoria basata sulle risorse, in breve RBV, il possesso di risorse scarse porta alla creazione di vantaggio competitivo che può essere sostenuto fintanto che l'azienda è in grado di proteggere tali risorse e fintanto che non emergono sostituti

Seppure i contributi scientifici inerenti allo studio circa le relazioni e le potenzialità della blockchain nell'ambito della supply chain stiano riscontrando gradualmente maggiore attenzione tra gli accademici ed i ricercatori (Cole, Stevenson e Aitken 2019, Wang, et al. 2019, Hasting e Sodhi 2020, Pournader, et al. 2020) il campo di indagine scientifica circa la descrizione qualitativa dello stato dell'arte della tecnologia blockchain risulta ancora in una fase embrionale, in special modo l'analisi delle potenzialità e parimenti delle limitazioni scaturenti dall'introduzione del registro pubblico distribuito nell'ambito dei processi aziendali tradizionali, esulando da valutazioni squisitamente (cripto) monetarie.

La revisione sistematica della letteratura, assunta quale metodologia di ricerca assurge al processo di collazionamento, organizzazione e valutazione della letteratura esistente, in cui più specificamente: il collazionamento si riferisce all'identificazione e all'acquisizione dei contributi prodotti dalla letteratura, l'organizzazione riguarda il metodo di selezione dei contributi, la valutazione si riferisce invece all'analisi qualitativa e quantitativa del contenuto.

L'esito di questo processo implica che le revisioni sistematiche della letteratura, quale prodotto della ricerca, svelano la mappatura del grado di comprensione circa lo stato dell'arte della letteratura esistente, illustrando lo sviluppo della letteratura, e segnalando l'orizzonte della futura ricerca.

È importante sottolineare che il processo di revisione della letteratura deve essere esplicitamente descritto, quindi trasparente, affinché il risultato sia riproducibile (Paul, Lim, et al. 2021).

3.1 Metodologia

Le analisi strutturate della letteratura tradizionali includono:

- revisioni basate sul dominio, c.d. *domain-based* (Paul e Criado 2020);
- revisioni basate sulla teoria in una specifica area di ricerca, c.d. *theory-based* (Rindfleisch e Heide 2018);
- revisioni basate sul metodo, c.d. *method-based*, che utilizzano una specifica metodologia sottostante – quantitativa o qualitativa – al fine di effettuare test di validità circa l'efficacia di alcune ipotesi (Sorescu, Warren e Ertekin 2017).

Ai fini del presente lavoro, stante lo stato nascente della ricerca sulle potenzialità della tecnologia blockchain, quale terreno fertile di indagine scientifica e teorica, si intende adottare una revisione della letteratura *domain-based*, attraverso la quale sintetizzare in maniera organica e strutturata gli studi e le ricerche in un intervallo cronologico definito, nello stesso settore di ricerca, al fine di estendere la letteratura.

Difatti, la sintesi di diverse prospettive consente di descrivere lo stato dell'arte della letteratura nello specifico campo di ricerca, identificando percorsi utili per la ricerca futura (Canabal e O. White III 2008, Palmatier, Houston e Hulland 2018).

All'interno della *domain-based review* è possibile adottare l'approccio dell'analisi bibliometrica (Pritchard 1969, Broadus 1987) alla letteratura esistente, la quale attraverso gli strumenti statistici utilizza le tecniche quantitative su un ampio argomento di ricerca, in questo caso blockchain, attraverso l'analisi bibliometrica, grazie alla quale vengono analizzati una vasta quantità di contributi scientifici al fine di comprendere le tendenze che si presentano con maggiore frequenza in termini di citazioni e co-citazioni, ripartite per anno, per paese, per autore e per rivista (Paul e Criado 2020, Donthu (1b), et al. 2021). Il progresso tecnologico, la disponibilità e l'accessibilità a *software* bibliometrici e *database* come Scopus e Web of Science ha permesso alla metodologia di analisi bibliometrica di essere utilizzata nell'ambito della scienza economico-aziendale in un'ottica multidisciplinare (Ellegaard e Wallin 2015).

La popolarità dell'analisi bibliometrica nella ricerca aziendale pone dei vantaggi specifici in quanto permette di gestire grandi volumi di dati scientifici, quindi oggettivi, e produrre un elevato impatto per la ricerca in campi trasversali. Gli studiosi utilizzano l'analisi bibliometrica per scoprire le tendenze emergenti su un determinato campo di ricerca attraverso l'esplorazione della letteratura esistente (Donthu (1a), et al. 2021, Donthu (1b), et al. 2021). Nell'ambito dell'analisi bibliometrica i dati utilizzati tendono ad essere elevati, e limitati alla natura oggettiva – ad esempio: il numero di citazioni e pubblicazioni, le occorrenze di parole chiave.

L'analisi bibliometrica è utile per decifrare e mappare la conoscenza scientifica cumulata su un determinato argomento di ricerca, evidenziandone gli scenari evolutivi attraverso l'approccio rigoroso ad una grande mole di dati non strutturati. Inoltre, l'analisi del contenuto può anche fornire misure quantitative attraverso la raccolta di parole chiave (Ellegaard e Wallin 2015).

Nel presente lavoro di ricerca l'analisi bibliometrica della letteratura è sviluppata grazie al *software bibliometrix*, uno strumento *open-source* per la ricerca quantitativa della letteratura, programmato in linguaggio R per essere flessibile e facilitare l'integrazione con altri pacchetti statistici e grafici (Aria e Cuccurullo 2017).

Purnondimeno, l'analisi bibliometrica presenta dei profili di criticità che risiedono nella natura e nella qualità degli indicatori che misurano la quantità, la qualità e le connessioni tra le pubblicazioni. La bibliometria è una scienza che utilizza “*tecniche matematiche e statistiche per analizzare i modelli di distribuzione delle pubblicazioni e per esplorare l'impatto delle stesse all'interno delle comunità scientifiche*” (De Robbio 2009).

I metodi bibliometrici più generalmente utilizzati sono rappresentati dall'analisi del contenuto e dall'analisi citazionale dei contributi.

È possibile distinguere la bibliometria descrittiva, la quale, secondo un approccio *top-down*, indaga i modelli di informazione scientifica e loro successiva evoluzione sulla base dell'area geografica e quindi del settore disciplinare; dalla bibliometria valutativa, ovvero nota anche come “analisi citazionale”, la quale, di contro seguendo un approccio *bottom-up*, si basa sul conteggio delle citazioni ricevute dai ricercatori in un dato settore disciplinare (Van Leeuwen 2004).

Nello specifico, l'analisi citazionale presuppone che “*il numero di citazioni ricevute da una pubblicazione sia un indice della qualità della stessa e riesca a rivelare l'impatto di un lavoro di ricerca sulle comunità scientifiche di riferimento*” (Cassella e Bozzarelli 2011), sino a raggiungere il livello successivo di associazione di citazioni (*co-citation*) o accoppiamenti bibliografici (*bibliographic coupling*).

Difatti, è possibile che su un determinato argomento di ricerca la qualità ovvero la quantità oggettiva nella frequenza delle citazioni ovvero nel numero di pubblicazioni risulti misurato indipendentemente dalla qualità effettiva dell'articolo, in quanto stante la presenza di un autore rilevante, altri autori saranno incentivati a citarlo anche solo senza sviluppare una visione critica del contenuto (Albort-Morant e Ribeiro-Soriano 2016).

3.2 La formulazione delle domande di ricerca

Il presente contributo intende esplorare il ruolo della tecnologia Blockchain nell'ambito dei diversi contesti aziendali, le modalità e gli scopi sottesi al suo utilizzo. Nello specifico:

RQ1: Quali sono i potenziali benefici e i rischi connessi all'implementazione della tecnologia blockchain all'interno dei contesti aziendali?

RQ2: In che modo le soluzioni blockchain vengono introdotte all'interno delle aziende? Qual è lo scopo perseguito?

3.3 Il processo di raccolta, estrazione e identificazione del campione

L'analisi bibliometrica della letteratura è stata condotta attingendo ed estraendo i contributi dalla banca dati scientifica Scopus²², attraverso la lettura dei singoli documenti, partendo dal titolo, dall'*abstract* e dalle *keywords* suggerite.

La stringa di ricerca utilizzata nei database è stata la seguente: (TITLE-ABS-KEY(blockchain) AND TITLE-ABS-KEY(supply chain)) AND PUBYEAR < 2023 AND (LIMIT-TO (PUBSTAGE,"final")) AND (LIMIT-TO (OA,"all")) AND (LIMIT-TO (DOCTYPE,"ar") OR LIMIT-TO (DOCTYPE,"cp")) AND (LIMIT-TO (SUBJAREA,"BUSI")) AND (LIMIT-TO (LANGUAGE,"English")).

Nello specifico i contributi sono stati estratti nell'ambito del settore disciplinare individuato dalla piattaforma Scopus in “*Business, Management and Accounting*”, su un orizzonte temporale compreso tra il 2017 ed il 2023, avendo quale *keywords* “blockchain” e “supply chain”, limitandosi, al fine di garantire un maggiore rigore metodologico, agli articoli pubblicati su riviste scientifiche accreditate e *conference paper*.

I contributi scientifici selezionati sono stati sottoposti ad una *staged review*, realizzata mediante la lettura iniziale degli *abstract* e la successiva analisi dei contenuti.

<i>La ricerca è stata condotta</i>	<i>Stringa di ricerca (abstract; titolo; keywords)</i>
	"blockchain", "supply chain"
	<i>Filtri di ricerca</i>
Dicembre 12, 2022	<ul style="list-style-type: none"> • intervallo temporale (incluso): 2017 - present; • Area: "Business, Management and Accounting"; • Tipo documento: "article", "conference paper" Lingua: Inglese
Scopus results	200

Tabella 1 Filtri della ricerca. Piattaforma Scopus

²² Banca dati bibliografica e citazionale, <http://www.scopus.com/home.url>

3.4 Analisi descrittive della letteratura selezionata

L'analisi del campione di 200 contributi scientifici estratti dal *database* Scopus ha evidenziato, così come riportato in Tabella 1, su un orizzonte temporale compreso tra il 2017 ed il 2023 (incluso) un tasso medio di crescita delle pubblicazioni pari ad oltre il 90%. Seguendo l'orientamento di Glänzel (2003) gli articoli scientifici *peer reviewed* vengono considerati l'unità bibliografica più adatta per condurre l'analisi bibliometrica. Inoltre, relativamente all'analisi degli autori rileva il dato rappresentato dai documenti con un singolo autore, pari a circa l'8% del totale del campione estratto, nonché la presenza di documenti con co-autori internazionali pari a 34,43%.

Il campione estratto evidenzia la netta dominanza di articoli scientifici pari a circa il 90% rispetto ai *conference paper*.

Dal campione sono stati esclusi i contributi scientifici il cui *focus* era rivolto specificamente ad analizzare l'impatto della tecnologia blockchain sulle *supply chain* internazionali in seguito alla pandemia da COVID-19, evidenziandone le potenzialità in relazione al tracciamento delle informazioni con specifico riguardo al settore sanitario, farmaceutico e medicale, la cui analisi merita uno specifico approfondimento.

Inoltre, dal campione estratto sono stati selezionati soltanto quei contributi il cui obiettivo era rivolto, non già alla descrizione della tecnologia ovvero all'analisi degli effetti sociali o afferenti unicamente alla sostenibilità ambientale, quanto piuttosto all'analisi secondaria delle applicazioni, ponendo l'enfasi, quindi, sulle concrete modalità di integrazione della tecnologia blockchain all'interno dei diversi contesti aziendali.

Per tale motivazione sulla base del titolo, ovvero dell'*abstract*, sono stati esclusi 20 contributi scientifici, mentre in seguito all'analisi dell'intero documento sono stati esclusi ulteriori 13 contributi.

I risultati ottenuti vengono sintetizzati nella Tabella 2. Il campione selezionato di contributi inclusi nella revisione risulta pari a 158.

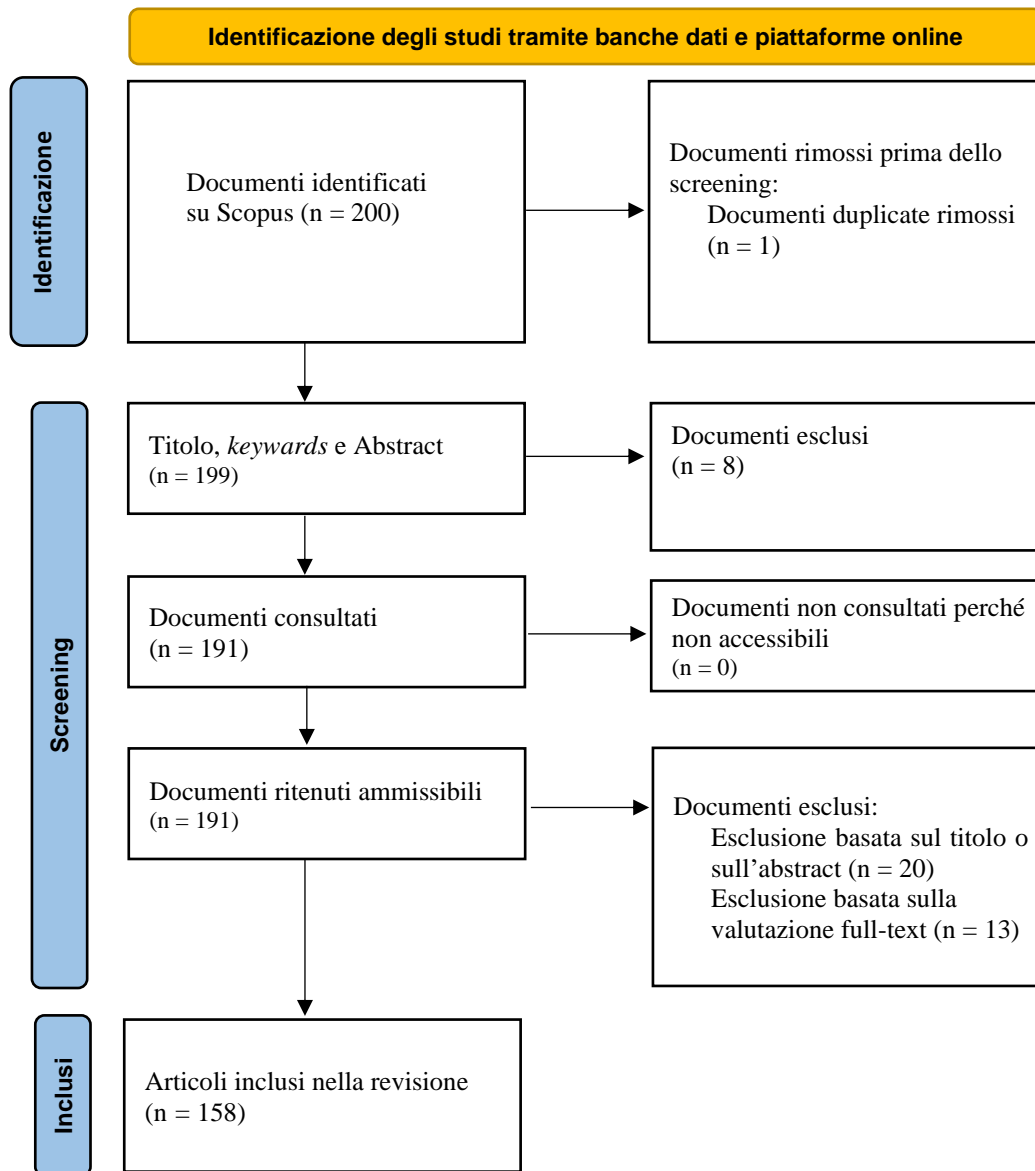


Tabella 2 Principali informazioni sul campione di documenti estratti da Scopus

Relativamente al campione selezionato, il tasso di crescita medio-annuo nel periodo compreso tra il 2017 ed il 2023 è meglio rappresentato nel grafico che segue ed evidenzia il crescente fervore scientifico afferente alla tecnologia blockchain ed il suo utilizzo

nell'ambito dei contesti aziendali. L'evoluzione annuale della produzione scientifica è mostrata in Fig. 2.

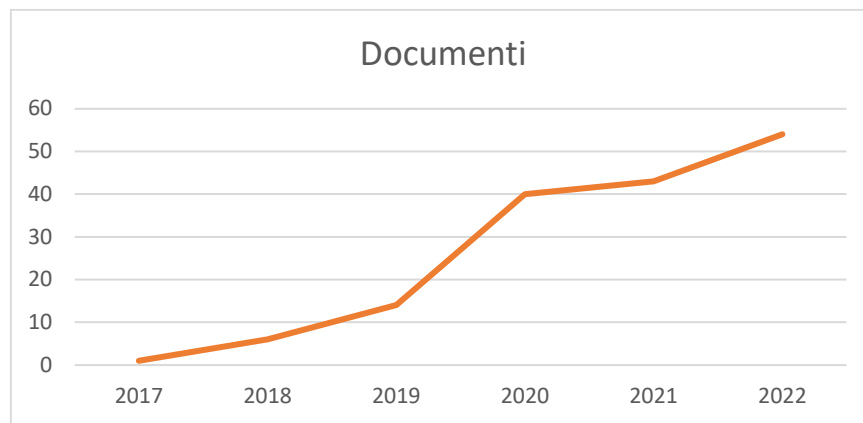


Figura 2 Tasso medio-annuo di crescita dei documenti estratti

Il periodo compreso tra il 2017-2023 comprende la pubblicazione di 158 articoli e *conference paper*, ordinati sulla base della data di pubblicazione. Il grafico evidenzia un tasso di crescita delle pubblicazioni più che proporzionale nel periodo considerato, registrando incrementi di oltre l'80% tra il 2019 ed il 2020 e di oltre il 65% tra il 2020 ed il 2021.

Le principali riviste scientifiche dalle quali sono stati estratti i 158 documenti del campione appartengono, secondo la classificazione SCImago Journal Rank (SJR)²³ alla categoria "Business, Management and Accounting", più specificamente alla sotto-categoria: "Decision Sciences", "Management of Technology and Innovation", "Business and International Management" e "Strategy and Management".

Nello specifico si evidenzia una concentrazione multidisciplinare e trasversale, concentrando un massimo di 12 documenti nella rivista *Logistics Journal*²⁴, 8 documenti nella rivista *International journal of production research*²⁵, 7 documenti nella rivista

²³ SCImago Journal Rank è un indicatore che misura l'influenza scientifica delle riviste. Considera il numero di citazioni ricevute da una rivista e l'importanza delle riviste da cui provengono queste citazioni. SJR funge da alternativa al Journal Impact Factor (ovvero un numero medio di citazioni ricevute negli ultimi 2 anni).

²⁴ Secondo SCImago Journal Rank (SJR), *Logistics Journal* questa rivista ha un h-index di 6. Il miglior quartile per questa rivista è Q4

²⁵ Secondo SCImago Journal Rank (SJR), l'*International journal of production research* è classificata 2.78. Questa rivista ha un h-index di 153. Il miglior quartile per questa rivista è Q1.

Technological forecasting and social change²⁶, 6 documenti nella Supply Chain Management²⁷, 5 documenti nella rivista International journal of operations and production management²⁸.

La distribuzione campionaria dei documenti allocati per maggiore frequenza nelle singole riviste scientifiche è rappresentata nella Fig. 3.

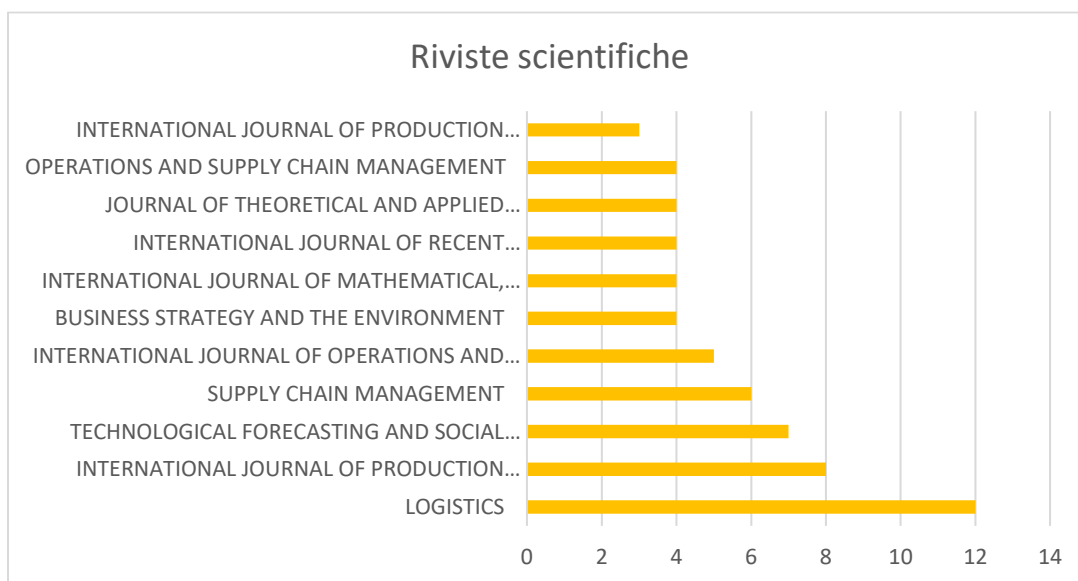


Figura 3 Principali fonti dei documenti selezionati

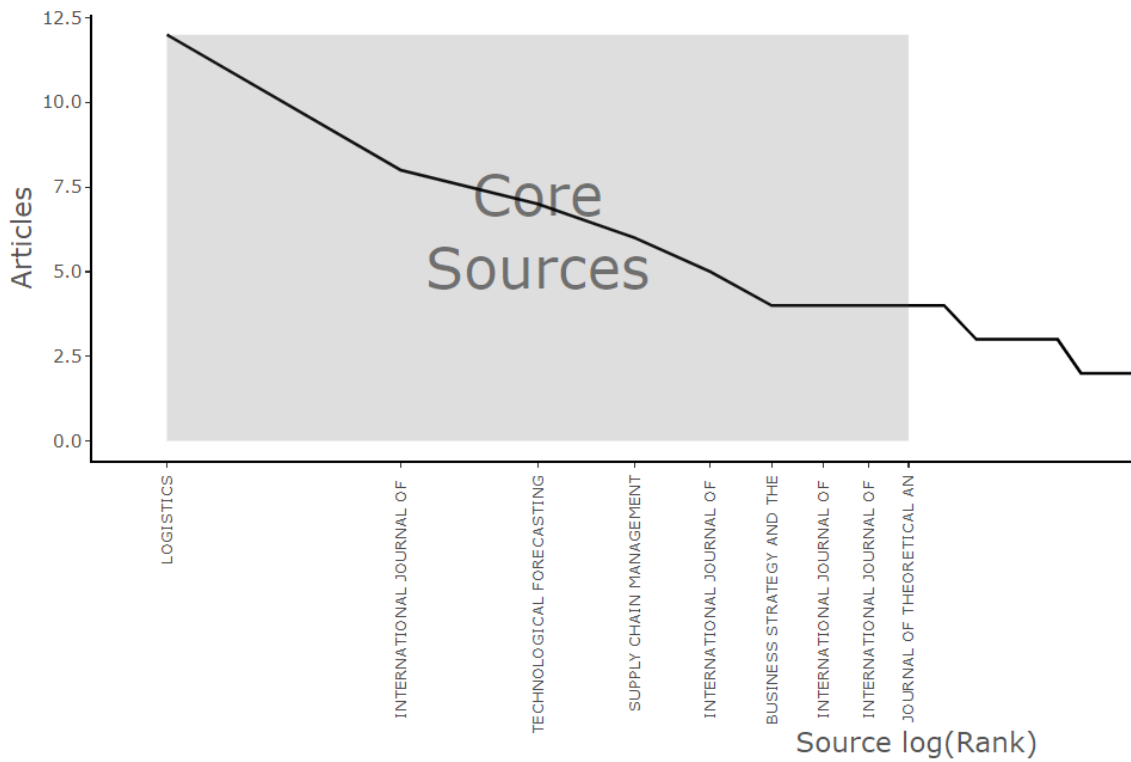
La Legge di Bradford (1934), considerata tra le più importanti disposizioni nell'ambito dell'analisi bibliometrica, stabilisce che qualora venisse considerato, nell'ambito di un determinato settore scientifico, un elenco di riviste elaborato in funzione della produttività decrescente, in rapporto al numero di articoli, allora si otterrà il nucleo principale di riviste – in cui confluiranno circa un terzo degli articoli scientifici su un determinato argomento, pubblicati da poche riviste specializzate rispetto all'argomento medesimo, c.d. *core sources*.

²⁶ Secondo SCImago Journal Rank (SJR), il Technological forecasting and social change è classificata 2.336. Questa rivista ha un h-index di 134. Il miglior quartile per questa rivista è Q1.

²⁷ Secondo SCImago Journal Rank (SJR) questa rivista ha un h-index di 126. Il miglior quartile per questa rivista è Q1.

²⁸ Secondo SCImago Journal Rank (SJR), l' International journal of operations and production management è classificata 2.291. Questa rivista ha un h-index di 146. Il miglior quartile per questa rivista è Q1.

Parimenti, man mano che ci si allontana dal nucleo delle riviste più specializzate si confluirà in altri gruppi rappresentati da un terzo di altre riviste dedicate ad argomenti affini, ed il rimanente terzo da riviste generaliste, non specializzate sull'argomento.



Gli autori maggiormente prolifici sul tema sono rappresentati alla Fig. 4.

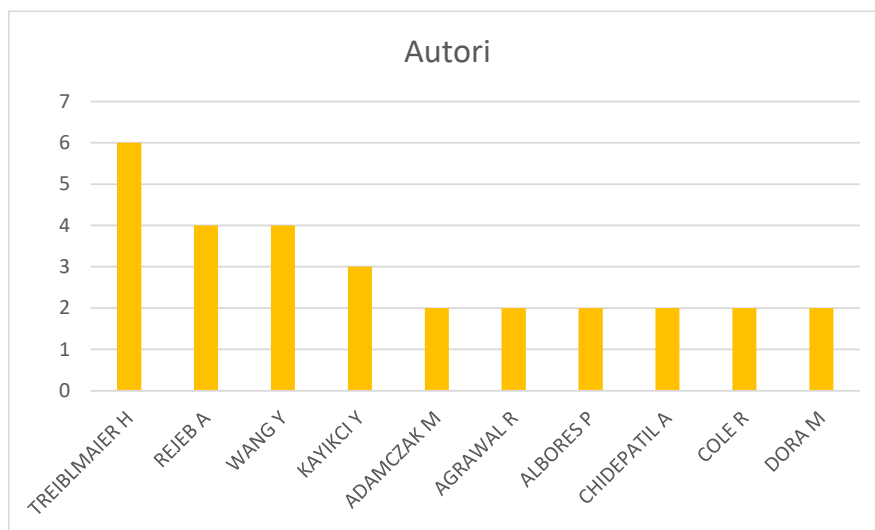


Figura 4 Principali autori

Parimenti, in funzione delle citazioni più ricorrenti, gli autori che hanno evidenziato un maggiore impatto sul tema sono rappresentati alla Fig. 5.

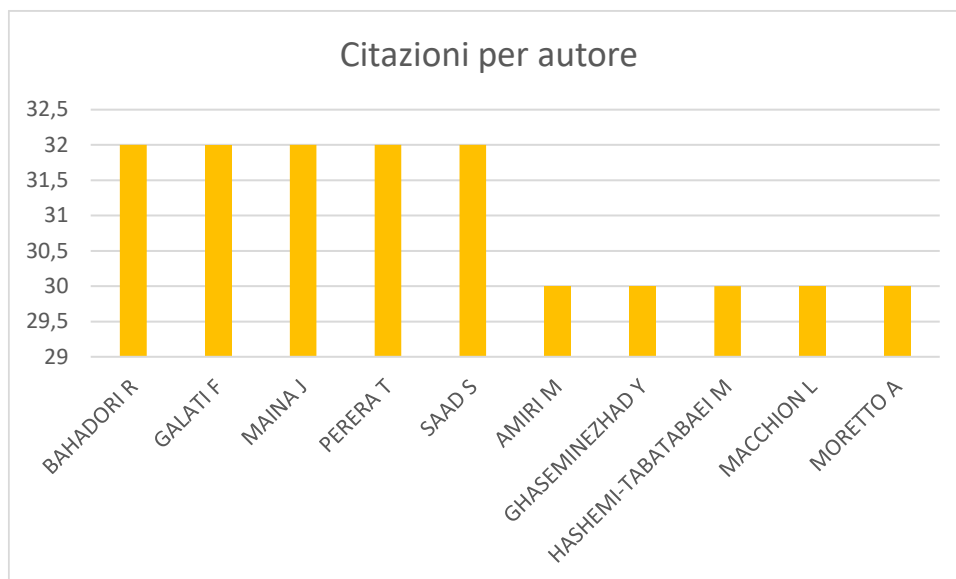


Figura 5 Principali autori citati nei documenti selezionati

La classificazione della produzione scientifica per area geografica evidenzia uno scenario non eccessivamente concentrato, in cui il Regno Unito rappresenta il territorio più prolifico con oltre 35 contributi, seguito dall'India con 27, dagli USA con 24, dalla Cina con 21. Rileva il dato dell'Italia, che presenta 16 contributi di rilievo scientifico sulla tematica in oggetto, come evidenziato dalla Fig. 6.

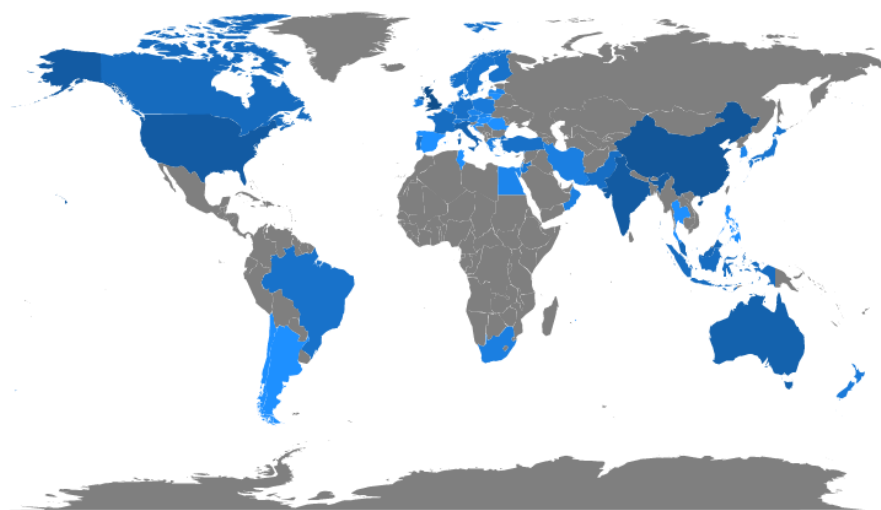


Figura 6 Produzione scientifica per area geografica

L'analisi bibliometrica intende valutare la ricerca scientifica, in termini di produttività, impatto, popolarità, prestigio e capacità critica, attraverso l'utilizzo di metodi quantitativi, più nello specifico attraverso le metriche citazionali, che utilizzando diversi algoritmi elaborano il numero di citazioni ottenute da una specifica pubblicazione da parte di altri contributi scientifici di ricerca in un arco temporale determinato (Giuliani e Marasca 2015).

Nell'ambito dell'analisi citazionale, introdotta nel paragrafo precedente, è possibile valutare le associazioni di citazioni (*co-citation*) e quindi l'impatto di un lavoro di ricerca sulle comunità scientifiche di riferimento (Cassella e Bozzarelli 2011) e parimenti valutando la relazione esistente tra due o più parole (*co-word analysis*) tenendo conto anche della co-occorrenza²⁹ tra i documenti di ricerca analizzati – lungo il testo, l'*abstract*, le *keywords* – ovvero anche la frequenza nel numero di citazioni ricevute da una pubblicazione al fine di stabilire la qualità della stessa, incardinandola quale indice-*proxy*.

Nell'ambito della *co-citation analysis* più elevata è la frequenza con la quale un documento è citato da due o più contributi scientifici, rispetto al *corpus* selezionato, maggiore sarà la probabilità che tali citazioni rappresentino una correlazione strutturale con i concetti caratteristici, definendo *cluster* omogenei di documenti affini in funzione delle metodologie, dei concetti chiave e degli autori (Small 1973, De Bellis 2009, Leung, Sun e Bai 2017).

Nella Fig. 8 è rappresentata la distribuzione delle citazioni in ordine al campione di contributi scientifici analizzati, evidenziando come il contributo maggiormente citato risulta essere quello di Wang *et. al* (2019) che esplora le modalità di percezione della tecnologia blockchain tra i principali attori della *supply chain*, evidenziandone i benefici ed i rischi, mediante la somministrazione di interviste approfondite a 14 esperti, rilevando la complessità e la diversificazione cognitiva individuale nell'approcciarsi alla tecnologia blockchain e soprattutto nella declinazione di quest'ultima all'interno dei diversi contesti aziendali.

Treiblmaier (2018) indaga la relazione tra *supply chain* e blockchain da una prospettiva basata sulla teoria, presentando un *framework* che attinge dalle teorie economiche

²⁹ Due parole A e B si definiscono co-occorrenti qualora esista almeno un documento del campione analizzato che le contenga entrambe. Il grado di co-occorrenza aumenta in funzione del numero di documenti all'interno dei quali è verificata la presenza congiunta delle parole ricercate.

consolidate, quali: la teoria dell'agente, l'analisi dei costi di transazione, la teoria basata sulle risorse e la teoria delle reti, al fine di comprendere meglio le potenzialità della blockchain e quindi le sue potenziali implicazioni per la *supply chain*.

Il contributo di Kshetri (2018) attiene in modo specifico alla descrizione del processo di gestione della catena di approvvigionamento alla luce della nuova dimensione globale.

Il contributo considera criticamente le barriere all'ingresso rispetto all'adozione della tecnologia blockchain per la gestione della catena di approvvigionamento e parimenti le potenzialità della tecnologia blockchain e degli *smart contract* nella gestione della *supply chain*.

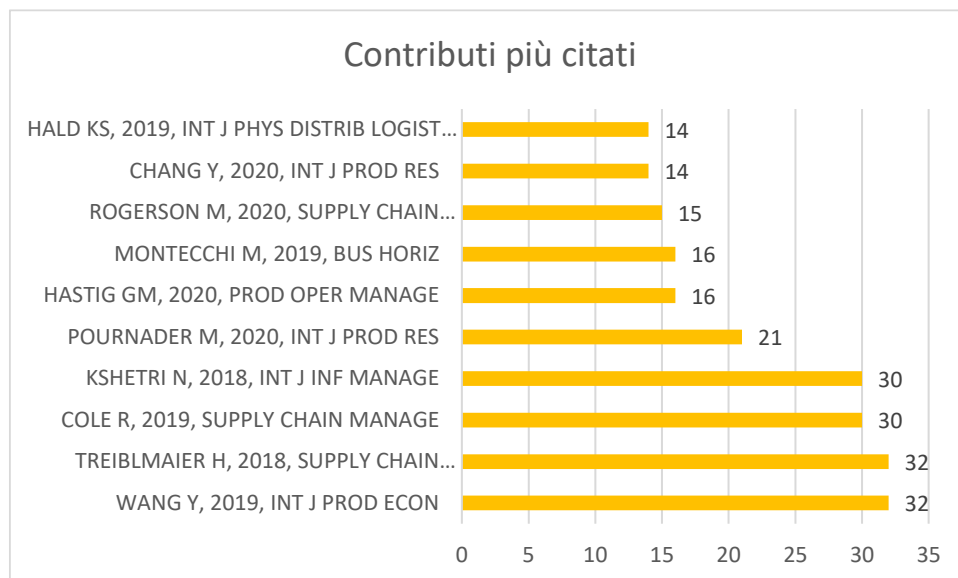


Figura 8 Analisi delle citazioni

Nell'ambito della *co-word analysis* più elevata è la frequenza con la quale due parole compaiono congiuntamente nel medesimo documento, nell'*abstract* ovvero tra le *keywords*, maggiore sarà la probabilità che tali elementi rappresentino una correlazione strutturale con i concetti tipici/caratteristici del campo di ricerca studiato, inoltre maggiore sarà la probabilità che la loro posizione sulla superficie della mappa sia polarizzata verso posizioni correlate (*core topics*). Difatti, l'analisi bibliometrica è spesso combinata con le tecniche di mappatura scientifica al fine di visualizzare la struttura concettuale relativa ad un particolare campo di ricerca (Callon, Courtial e Laville 1991)

organizzativi nella gestione della *supply chain*, nell'ottica di una minimizzazione dei costi di transazione, di una maggiore efficienza in termini di qualità del prodotto ovvero del processo, di velocità ed affidabilità del processo di produzione e gestione delle informazioni con gli *stakeholders*, nonché di sostenibilità ambientale e responsabilità sociale (Upadhyay, et al. 2021), al fine di incrementare la trasparenza e la responsabilità. Particolare enfasi è stata posta sulle modalità di integrazione tra l'IoT (*Internet of Things*) e le soluzioni basate su blockchain, nonché sull'implementazione della blockchain al fine di convalidare le identità degli individui e delle risorse, secondo un meccanismo di tracciabilità della filiera produttiva e dei processi (Kshetri 2018, Hughes A. 2019, Montecchi, Plangger e Etter 2019, Cole, Stevenson e Aitken 2019, Pournader, et al. 2020, Hasting e Sodhi 2020, Chang, Iakovou e Shi 2020).

La blockchain può essere utilizzata come parte di un sistema che genera visibilità e fiducia nella catena di approvvigionamento e negli scambi commerciali lungo la filiera di produzione delle aziende (Rogerson e Parry 2020), garantendo una maggiore automazione dei processi al fine di ridurre la propensione alle interruzioni, ottenendo un maggior controllo del rischio (Lohmer, Bugert e Lasch 2020).

Focalizzando l'attenzione su un particolare settore economico in cui la tecnologia blockchain risulta maggiormente adattabile rispetto alla gestione complessiva della catena del valore e più nello specifico dell'approvvigionamento, risulta il settore agroalimentare, all'interno del quale l'esigenza informativa volta a supportare la tracciabilità, il monitoraggio la sicurezza e la sostenibilità, è avvertita in relazione ai processi di approvvigionamento, distribuzione e monitoraggio/tracciabilità dei prodotti che investono i diversi attori della filiera agroalimentare (Wognum (Nel), et al. 2011, Bagnoli, et al. 2018).

L'esigenza verso la trasparenza e la sicurezza delle informazioni in relazione all'origine, alla qualità e alla sostenibilità dei processi è alla base della produzione e distribuzione dei prodotti nel settore agroalimentare, risultando fattori ormai imprescindibili.

Secondo Borrero J. (2019) la Blockchain è considerata oggi una tecnologia dirompente che ha la capacità di trasformare l'industria agroalimentare, in quanto promette di risolvere molti problemi legati alla mancanza di fiducia nel prodotto che i consumatori acquisiscono. In tal senso, nel paragrafo che segue verranno analizzati i principali contributi scientifici che hanno approfondito le potenzialità della blockchain nell'ambito

della filiera agroalimentare, evidenziando tanto le possibili applicazioni, quanto le principali criticità, in un'ottica strutturata ed organica che attinge all'analisi critica della letteratura al fine di verificare lo “stato dell'arte” della ricerca sul tema, per mezzo di una revisione strutturata della letteratura e una sintesi dei risultati osservati.

4. L'impiego della Blockchain nel settore agroalimentare: analisi della letteratura esistente

Nell'ambito del settore agroalimentare, in letteratura il termine *food supply chain* identifica l'insieme di attività ed il *network* di operazioni che sorgono fin dalla fase di produzione, si amplificano nella trasformazione, culminano nella logistica ed infine si realizzano tramite la distribuzione e la commercializzazione dei prodotti agricoli, in un rapporto collaborativo tra i diversi operatori lungo l'intera filiera agroalimentare (Ahumada e Villalobos 2009, Rocha, et al. 2021).

Secondo il Rapporto “*OECD-FAO Agricultural Outlook 2021–2030*” (OECD-FAO 2021) la popolazione mondiale crescerà da una media di 7,7 miliardi di persone nel periodo compreso tra il 2018-20 a 8,5 miliardi di persone nel 2030, pari ad un tasso di crescita annuo dello 0,9%.

La crescita della popolazione è concentrata nelle regioni in via di sviluppo, in particolare nell'Africa subsahariana, con un tasso di crescita pari al 2,5%. Entro il 2030 il Rapporto OECD-FAO prevede che l'India sorpassi la Repubblica Popolare Cinese quale paese più popoloso del mondo. Ciò comporta che la produzione agricola globale aumenterà dell'1,4% nel prossimo decennio, prevedendo che la disponibilità annua di cibo per persona cresca del 4% fino al 2030.

Il Report “*Blockchain in Agriculture and Food Supply Chain Market*” (Research and Markets 2020) stima che la dimensione del mercato globale della Blockchain nel settore agroalimentare e nella catena di approvvigionamento è pari a 133 milioni di dollari nel 2020, prevedendo che raggiungerà i 948 milioni di dollari entro il 2025, con un CAGR del 48,1% durante il periodo di previsione.

Liu, et al., (2021) hanno affrontato la relazione tra Blockchain e le tecnologie esistenti nell'ambito dell'*Information and Communications Technology* (ICT), con specifico riferimento alla produzione agroalimentare, alla tracciabilità delle materie prime e dei

prodotti, alla logistica e più in generale alla catena di approvvigionamento, osservando come gli studi sull'agricoltura basata su Blockchain prestano maggiore attenzione alla trasparenza e all'efficienza, indagando gli effetti sui consumatori in termini di decisioni di acquisto. Per tale ragione Harshitha et al. (2021) propongono l'impiego combinato di tecnologie di raccolta ed analisi dei dati (AI, IoT) e Blockchain.

Parimenti Tian (2016) ha sviluppato un sistema afferente alla tracciabilità agroalimentare in Cina, attraverso la tecnologia della *Radio-Frequency Identification (RFID)*. Successivamente, Tian (2017) ha introdotto una piattaforma basata sull'integrazione tra IoT e Blockchain per il monitoraggio e la mappatura delle operazioni della catena del freddo, specificamente nella distribuzione di prodotti alimentari deperibili (come carne e latticini). Il tema del valore dei dati, nella fase di raccolta, trasformazione, analisi, gestione e monitoraggio delle informazioni lungo la catena agroalimentare è stato trattato da Hang et al. (2020), proponendo una piattaforma per l'allevamento ittico basata su Blockchain al fine di garantire l'integrità dei dati per mezzo degli *smart contract*, mirando a ridurre il rischio di manipolazione e di errore.

Vu, et al., (2021) considerano il processo di implementazione, i *driver* e gli ostacoli all'adozione della tecnologia Blockchain, nonché l'attuale utilizzo della Blockchain nel contesto *Food Supply Chain*.

Kayikci, et al. (2020) seguendo il modello "*People Process Technology*" (Prodan, Prodan e Purcarea 2015) rilevano l'idoneità della Blockchain nell'arginare le principali questioni sorte nell'ambito del settore agroalimentare, tra cui: la tracciabilità, la fiducia, la sicurezza in termini di riduzione delle frodi, unitamente ai principali ostacoli che includono la complessità nella implementazione della tecnologia, la scarsa regolamentazione normativa, la ridotta standardizzazione semantica dei dati che incide sulla possibile diffusione tra i vari attori della filiera agroalimentare, ovvero ancora la scalabilità in termini di prestazioni.

Niknejad, et al. (2021) hanno constatato, sulla base dell'analisi strutturata di 171 *paper*, che i contributi scientifici sulle possibili applicazioni della tecnologia Blockchain nell'ambito del settore agroalimentare risultano ancora scarsi, comunque in una fase nascente, proponendo quindi risposte provvisorie a nuove connessioni tra fenomeni emergenti (Edmonson e McManus 2007).

Etemadi et al. (2020) considerano il ruolo Blockchain quale soluzione per la prevenzione dei rischi derivanti dalla sicurezza informatica, c.d. *cybersecurity*, nelle catene di approvvigionamento alimentare internazionali, concludendo come la tecnologia Blockchain abbia bisogno di altre tecnologie a supporto integrativo, come le ICT avanzate e IoT, per garantire tracciabilità, sicurezza e trasparenza dei prodotti alimentari. Secondo gli Autori, i *database* Blockchain sulla tracciabilità ed il monitoraggio dei prodotti dell'agroalimentare sono ancorati ad una fase nascente, prettamente accademica, risultando ancora pochi i casi di implementazione della Blockchain nell'ambito dell'industria agroalimentare.

Casado-Vara et al. (2018), Medaglia R. et al. (2020), Saberi et al. (2019) e Tsolakis et al. (2021), riflettono di converso sul potenziale sociale, in termini di impatto e sostenibilità ambientale, scaturente dall'applicazione dei protocolli blockchain, con l'obiettivo di riprogettare le catene di approvvigionamento lungo la filiera agroalimentare in un'ottica ecologica, nel solco degli obiettivi di sviluppo sostenibile "*Sustainable Development Goals (SDGs)*", sanciti nell'Agenda 2030, adottato da tutti gli Stati membri delle Nazioni Unite nel 2015, al fine di sostenere le economie circolari e ridurre l'asimmetria informativa nella gestione delle risorse.

Zhao et al. (2019) identificano le principali criticità nell'implementazione della tecnologia Blockchain all'interno della catena agroalimentare, partendo dall'analisi 71 contributi di ricerca, nello specifico: la capacità di archiviazione dei dati e la scalabilità, la perdita di *privacy*, il sostenimento di costi elevati specie nella fase iniziale dell'investimento, l'assenza di regolamentazione, la velocità di calcolo e la latenza nella certificazione di una mole elevata di transazioni e la mancanza di competenze.

Montecchi et al. (2019) ritengono che la tecnologia blockchain possa essere implementata nelle catene di approvvigionamento nel settore agroalimentare al fine di aumentare la conoscenza da parte dei clienti relativamente alla provenienza dei prodotti, incentivandone di conseguenza il potenziale di acquisto e la sicurezza.

Dall'analisi dei contributi di cui *supra* emergono tanto le potenzialità, quanto i rischi connessi all'implementazione della tecnologia blockchain nell'ambito dei *business model* del settore agroalimentare.

Se risulta chiaro quanto il *focus* sia rivolto a garantire una più efficiente ed efficace trasparenza, tracciabilità e sicurezza delle informazioni che transitano lungo la catena di

approvvigionamento agroalimentare, non deve essere sottovalutata la portata dirompente che blockchain potrebbe introdurre in relazione alla riduzione delle frodi e parimenti all'accrescimento di fiducia in capo ai consumatori, per via dell'accrescimento nella qualità dei prodotti (Dicuonzo, et al. 2020).

4.1 Metodologia

L'analisi critica della letteratura, a supporto dello sviluppo della blockchain nell'ambito della *Food Supply Chain*, permette di verificare lo "stato dell'arte" della ricerca sul tema, per mezzo di una revisione strutturata della letteratura e una sintesi dei risultati osservati. In relazione a tale risultato, una *literature review* può distinguersi come sezione introduttiva di un contributo globale che permette di delimitare le proprie ipotesi di ricerca ed il proprio campo d'indagine, ovvero come *stand-alone review paper*, in cui, diversamente dal precedente, l'analisi della letteratura rappresenta il centro nevralgico della ricerca, lo strumento attraverso cui valutare le dinamiche evolutive, cronologiche, ontologiche e sostanziali del proprio *research field* (Boell e Cecez-Kecmanovic 2014). In relazione alla metodologia, una *literature review* può distinguersi in *narrative review* and *systematic review*. Le prime sono orientate maggiormente dall'esperienza del ricercatore, dalla capacità di interpretare e collegare trasversalmente un determinato argomento, spesso senza la necessità di esporre chiaramente le procedure di selezione e valutazione seguite nella predisposizione del materiale prodromico alla definizione dei risultati della ricerca. Contrariamente, la *systematic review* adotta un approccio più strutturato che mira a identificare specificamente la domanda di ricerca che si intende indagare ed approfondire e parimenti valutare i risultati, definendo chiaramente il processo di raccolta, estrazione e aggregazione dei dati, al fine di garantirne la replicabilità (Collins e Fauser 2005, Vom Broke, et al. 2015).

Attraverso lo studio della letteratura esistente (Eisenhardt 1989), la *literature review*, lungo un *continuum* metodologico (Massaro, Dumay e Guthrie 2016), consente di raccogliere e sviluppare idee ed approfondimenti profondi sulla natura e sulle modalità di investigazione dell'oggetto di ricerca (Hart 1998), adottando regole precise e formalizzate (Massaro, Dumay e Guthrie 2016). Rowe (2014) propone un approccio alla *literature review* basato su quattro dimensioni: gli obiettivi da perseguire rispetto alla teoria, distinguendo tra una *literature review* puramente descrittiva o a-teorica, da una

maggiormente imperniata alla comprensione o ancora alla spiegazione; l'ampiezza, ovvero il *focus*, dell'indagine che si intende perseguire per mezzo della *literature review*; la sistematicità e le strategie argomentative di analisi (Rowe 2014).

Nel paragrafo successivo viene presentato il processo di raccolta, estrazione e aggregazione dei dati, al fine di garantirne la replicabilità della *literature review* condotta, sulla possibile relazione causale tra blockchain e settore agroalimentare.

4.2 La formulazione delle domande di ricerca

Il presente contributo intende esplorare il ruolo della tecnologia blockchain nella filiera agroalimentare, le modalità e gli scopi sottesi al suo utilizzo. Nello specifico:

RQ1: Quali sono i potenziali benefici e i rischi connessi all'implementazione della tecnologia blockchain lungo la catena agroalimentare?

RQ2: In che modo le soluzioni blockchain vengono introdotte all'interno delle aziende dell'agroalimentare? Qual è lo scopo perseguito?

4.3 Il processo di raccolta, estrazione e identificazione del campione

La *literature review* è stata condotta attingendo ed estraendo i contributi dalla banca dati scientifica Scopus, attraverso la lettura dei singoli documenti, partendo dal titolo, dall'*abstract* e dalle *keywords* suggerite. La stringa di ricerca utilizzata nei database è stata la seguente: (TITLE-ABS-KEY (blockchain) AND TITLE-ABS-KEY (food) OR TITLE-ABS-KEY (agriculture)) AND PUBYEAR > 2011 AND PUBYEAR < 2021 AND (LIMIT-TO (SUBJAREA,"BUSI")).

I criteri ed i filtri della ricerca sono rappresentati nella Tabella 3.

<i>La ricerca è stata condotta</i>	<i>Stringa di ricerca (abstract; titolo; keywords)</i>
	"blockchain", "food", "agriculture"
	<i>Filtri di ricerca</i>
Settembre 21, 2021	<ul style="list-style-type: none"> • intervallo temporale (incluso): 2011 - present; • Area: "Business, Management and Accounting"; • tipo documento: "article"; "book chapter"; "conference paper"; "review"; "conference review"
Scopus results	105

Tabella 3 Filtri della ricerca. Piattaforma Scopus

4.4 Analisi descrittive della letteratura

I contributi estratti sono stati organizzati, dapprima per anno. Ciò ha evidenziato l'incremento di attenzione da parte dei ricercatori e degli studiosi sul tema della blockchain e la declinazione della tecnologia nell'ambito del settore agroalimentare nell'ultimo quadriennio 2018-2021 (**Figura 1**).

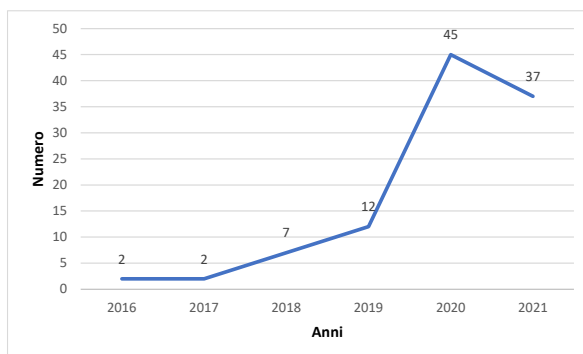


Figura 10 Pubblicazioni per anno

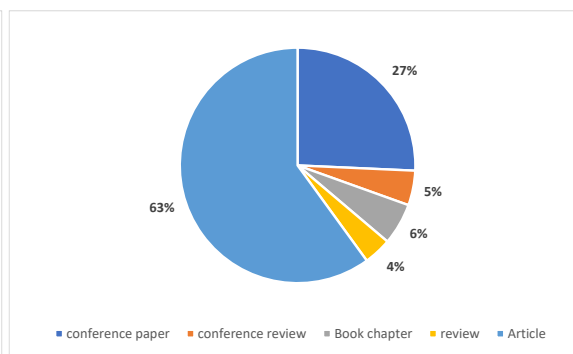


Figura 11 Pubblicazioni per tipologia di documento

I primi contributi del campione estratto sono apparsi soltanto a partire dal 2016, e nel corso degli anni successivi hanno registrato un incremento ragguardevole. Il maggior numero di documenti e contributi pubblicati avviene in articoli scientifici, a seguire: conferenze internazionali piuttosto che in riviste e capitoli di libri. Tale risultato evidenzia in modo significativo come la blockchain rappresenti un campo di ricerca non ancora pienamente indagato in tutte le declinazioni possibili che offre, specie nell'ambito della *supply chain*, assumendo rilievo tanto nei contributi di carattere scientifico, quanto nei documenti internazionali più propriamente indirizzati a *manager* e *practitioner*.

Inoltre, le pubblicazioni sono state classificate in base all'analisi territoriale dei casi oggetto di approfondimento.

Circa il 60% non ha focalizzato la propria ricerca su specifici contesti nazionali o transnazionali, costituendo invero contributi qualitativi di ordine prettamente concettuale e teorico, ovvero *review*, finalizzati esclusivamente a presentare le potenzialità nell'introduzione della tecnologia blockchain all'interno dei contesti aziendali del settore agroalimentare, specie in relazione al conseguimento di maggiori benefici in termini di: tracciabilità, monitoraggio e sostenibilità delle materie prime e dei prodotti finali, intrinsecamente connesso alla logistica e alla sicurezza degli alimenti, ovvero quale

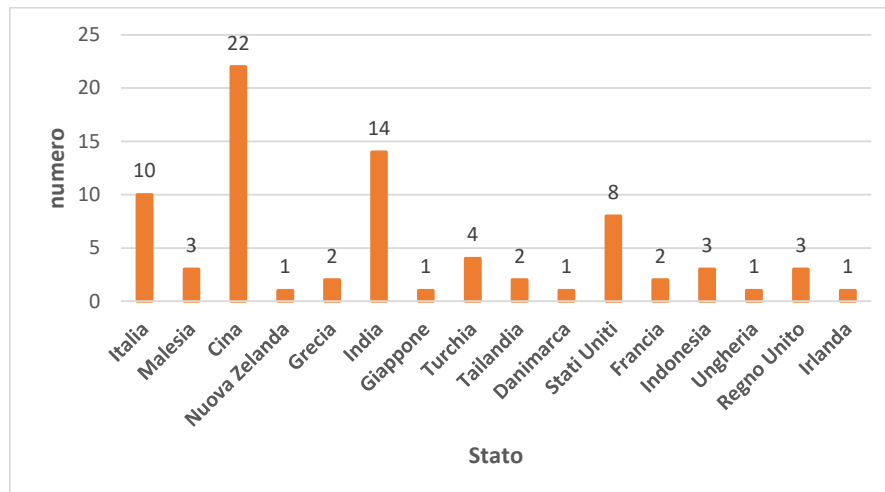
piattaforma di misurazione della *customer satisfaction* in combinato disposto con altre tecnologie abilitanti industria 4.0 tra cui IoT e *cloud computing*.

In tali ipotesi, è stato utilizzato come criterio di classificazione la nazionalità del primo autore. Tra questi, 5 contributi riconducibili a *Conference review*, non risultano riconducibili ad uno ovvero a più autori, per tale ragione sono stati esclusi dalle analisi.

In generale, la Cina e l'India risultano i territori con il maggiore fervore scientifico verso le tematiche afferenti alla Blockchain, seguite dagli Stati Uniti e dalle nazioni europee, tra cui: l'Italia ed il Regno Unito.

La sintesi dei risultati dei primi 15 Stati per frequenza di localizzazione geografica dei contributi è rappresentata nella Fig. 12.

Figura 12 Pubblicazioni per localizzazione geografica



4.5 Selezione e valutazione dei contributi

Il processo di selezione e valutazione dei 105 contributi estratti è stato condotto, dapprima, attraverso la selezione di articoli scientifici *peer-reviewed* pubblicati in riviste di settore afferenti all'area del "*business, management and accounting*" ovvero *review*, escludendo dall'analisi i libri, capitoli di libri, documenti di conferenze, i quali seppure abbiano profili rilevanti di interesse e di approfondimento, non garantiscono la solidità scientifica della ricerca. Successivamente la selezione si è focalizzata sulla lettura dei titoli, degli *abstract* e delle *keywords*, al fine di garantire maggiore attinenza rispetto al campo di indagine ed all'oggetto della presente ricerca. La Tabella 4 mostra il processo

seguito per l'analisi della *literature review*, i protocolli utilizzati seguendo il diagramma elaborato PRISMA 2020 Statement (Page, et al. 2021):

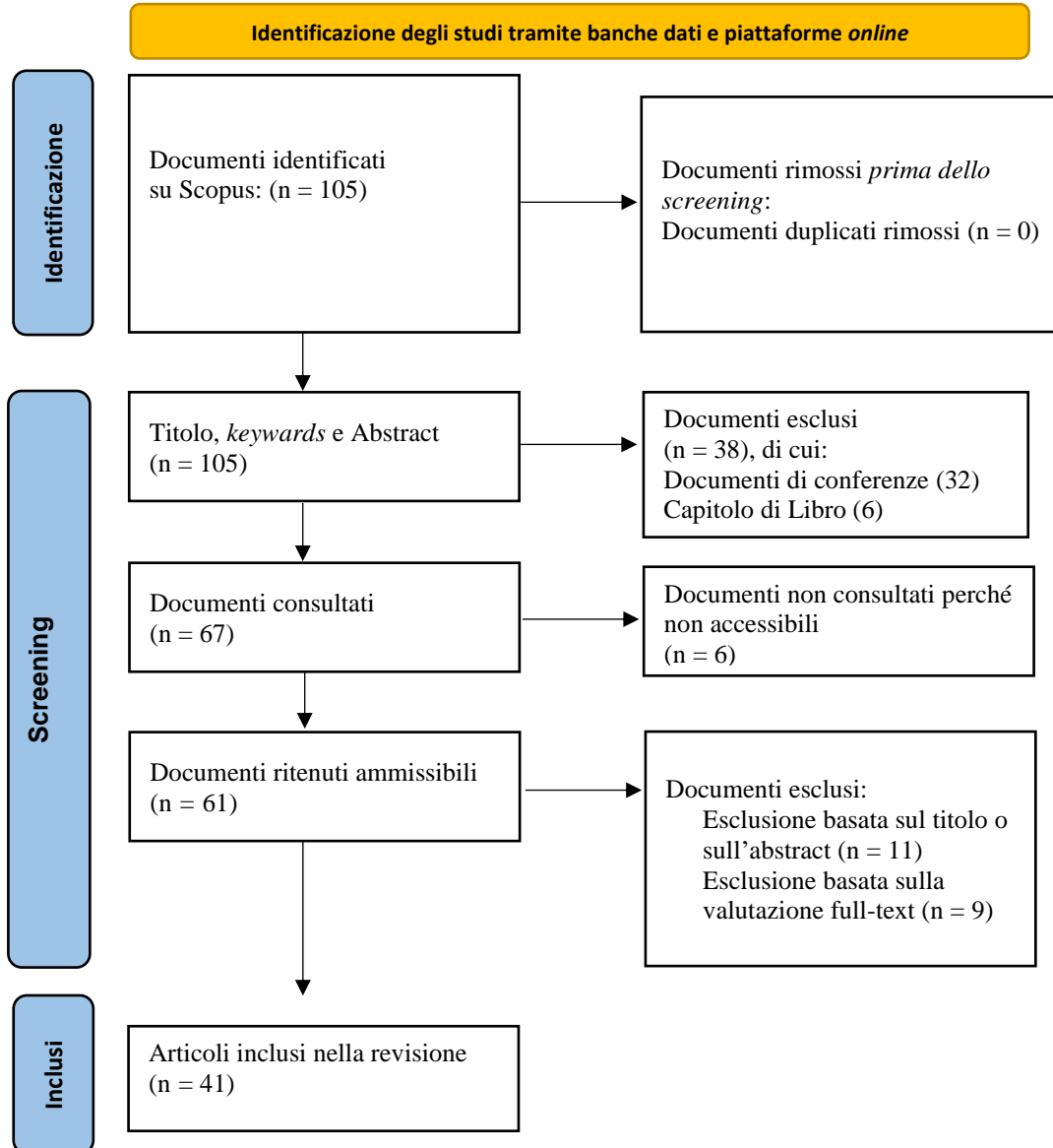


Tabella 4 Principali informazioni sul campione di documenti estratti da Scopus

I contributi selezionati evidenziano un *trend* cronologico simile rispetto al campione estratto, incrementando soprattutto nell'ultimo triennio 2018-2020 di oltre il 70% con un numero pari a 19 soltanto nei primi nove mesi del 2021. Dal punto di vista geografico si evidenzia che circa il 65,85% è localizzato in Asia, di cui il 26,83% in Cina ed il 21,95% in India, mentre soltanto il 26,83% in Europa, specie in Italia al 9,76% e nel Regno Unito al 4,88% ed il 4,88% in America, specificamente negli Stati Uniti.

I contributi propongono una definizione formalizzata della blockchain, incardinandola quale tecnologia distruttiva nell'ambito dell'evoluzione della *Information and Communications Technology* (ICT) lungo i processi della food *supply chain management* (Kohler e Pizzol 2020, Dutta, et al. 2020, Tiscini, et al. 2020, Kouhizadeh, Saberi e Sarkis 2021).

Viene di seguito proposto un prospetto di riepilogo delle principali definizioni:

Fonte	Definizione e ruolo della tecnologia Blockchain
<i>Dutta P. (2020) "Blockchain technology in supply chain operations Applications, challenges and research opportunities"</i>	La Blockchain è una tecnologia innovativa, decentralizzata e distribuita ... che mantiene la riservatezza, l'integrità e la disponibilità di tutte le transazioni e i dati. È un registro condiviso, aperto e distribuito che può aiutare a memorizzare/registrare dati e transazioni supportati da valore crittografico attraverso una rete peer-to-peer ... La tecnologia blockchain è emersa come una tecnologia dirompente.
<i>Feng H. (2020) Applying blockchain technology to improve agri-food traceability A review of development methods</i>	Quale tecnologia distribuita e decentralizzata, Blockchain è un insieme di blocchi marcati temporalmente collegati da un hash crittografico. Blockchain è un'applicazione innovativa di conservazione di dati distribuiti, trasmissione peer-to-peer, meccanismo di consenso, algoritmo di crittografia e altre tecnologie dell'informazione.
<i>Fu H. (2020) Blockchain-based agri-food supply chain management case study in China</i>	Blockchain è un database distribuito, che utilizza la tecnologia della funzione hash, timestamp ... per aumentare le serie temporali, la pertinenza e l'approvazione dei dati; utilizza l'algoritmo di crittografia per prevenire la perdita di dati e la privacy degli utenti... La tecnologia blockchain è una fusione di varie tecnologie e teorie.
<i>George R.V. (2019) "Food quality traceability prototype for restaurants using blockchain and food quality data index"</i>	La Blockchain è l'ultima tecnologia, è un registro digitale distribuito, in grado di registrare le transazioni in più serie di blocchi.
<i>Hong W. (2021) "Public cognition of the application of blockchain in food safety management. Data from China's Zhihu platform"</i>	Blockchain può essere definito come un database condiviso tra gli utenti che permette loro di scambiare beni di valore in un ambiente pubblico e anonimo senza fare affidamento su intermediari o autorità centrali (Glaser, 2017)
<i>Kamble S.S. (2020) "Modeling the blockchain enabled traceability in agriculture supply chain"</i>	Blockchain ... sta diventando una delle tecnologie più promettenti della new economy. Nota anche come "tecnologia del registro pubblico distribuito", la dimensione del mercato di BT dovrebbe crescere a 7.683,7 milioni di dollari entro il 2022.
<i>Kayikci Y. (2020) "Food supply chain in the era of Industry 4.0 blockchain technology implementation"</i>	Blockchain è un registro dati digitale affidabile e inalterabile per il monitoraggio delle transazioni attraverso il processo di consenso distribuito.
<i>Köhler S. (2020) "Technology assessment of blockchain-based technologies in the food supply chain"</i>	Blockchain è una struttura di dati utilizzata per generare un registro digitale aggiuntivo che viene mantenuto in modo decentralizzato da una rete di pari, rendendo praticamente impossibile la modifica.

<i>Kouhizadeh M. (2021) "Blockchain technology and the sustainable supply chain. Theoretically exploring adoption barriers"</i>	Blockchain è definito come libro mastro decentralizzato che contiene transazioni come blocchi di dati; con blocchi collegati ai loro predecessori da un puntatore crittografico.
<i>Kumar A. (2020) "Is Blockchain a Silver Bullet for Supply Chain Management"</i>	Blockchain è una tecnologia emergente ... che consente alle parti di condurre affari in modo trasparente, immutabile, e non modificabile nel registro digitale delle transazioni senza un'autorità centrale
<i>Leduc G. (2021) "Innovative blockchain-based farming marketplace and smart contract performance evaluation"</i>	Blockchain negli ultimi anni in quanto offre potenti funzionalità di registrazione e controllo a prova di manomissione dove la fiducia e il controllo non sono più centralizzati ..., ma piuttosto decentralizzati e trasparenti
<i>Liu W. (2021) "A systematic literature review on applications of information"</i>	Blockchain è un sistema di conoscenza distribuito che incorpora sei componenti: algoritmo di consenso, modello di rete, teorema CAP (coerenza, disponibilità e tolleranza delle partizioni), <i>smart contracts</i> , sistema interplanetario e analisi di sicurezza
<i>Mangla S.K. (2021) "Using system dynamics to analyze the societal impacts of blockchain technology in milk supply chainsrefer"</i>	Blockchain è una transazione firmata digitalmente con un record altamente affidabile
<i>Rejeb A. (2020) "Blockchain and supply chain sustainability"</i>	La tecnologia blockchain può anche essere descritta come un database distribuito di record, transazioni ed eventi digitali che sono stati eseguiti e condivisi tra i partecipanti in rete.
<i>Rogerson M. (2020) "Blockchain case studies in food supply chain visibility"</i>	Blockchain, ampiamente conosciuta come la tecnologia alla base Bitcoin ... una criptovaluta rinomata per la sicurezza dei dati, è recentemente diventata oggetto di test in altre capacità, anche nelle reti di energia verde di proprietà della comunità
<i>Hou R. (2021) "Coupling mechanism and development prospect of innovative ecosystem of clean energy in smart agriculture"</i>	Blockchain è definito come una sorta di struttura di dati della catena che contiene l'ora, i dati delle transazioni e così via.
<i>Sharma M. (2021) "Managing disruptions and risks amidst COVID-19 outbreaks"</i>	Blockchain è una piattaforma decentralizzata che consente operazioni <i>peer to peer</i> , elimina la terza parte e convalida le informazioni.
<i>Zhu L. (2021) "Agricultural data sharing and sustainable development of ecosystem based on block chain"</i>	L'essenza della blockchain è come un database condiviso. In quest'epoca di big data, la Blockchain, con le proprie caratteristiche di rete decentralizzata, crittografia asimmetrica e un meccanismo di consenso <i>peer to peer</i> , ha ottenuto molti vantaggi nell'Internet of Things

Attraverso l'utilizzo del *software* Atlas.ti è stato possibile processare i 41 contributi selezionati. L'analisi qualitativa dei dati assistita da computer (*Computer Assisted Qualitative Data Analysis Softwares – CAQDAS*), attraverso un approccio semi-automatico integrato con le tecnologie digitali, permette di sistematizzare documenti

I documenti selezionati hanno approfondito genericamente le possibili applicazioni della blockchain nella produzione agroalimentare, evidenziando le potenzialità in termini di benefici attesi per l'intera catena agroalimentare, specificamente in termini di: sicurezza (George, et al. 2019, Chen, Li e Li, Electronic agriculture, blockchain and digital agricultural democratization: Origin, theory and application 2020), sostenibilità (Kamble, Gunasekaran e Gawankar, Achieving sustainable performance in a data-driven agriculture supply chain: A review for research and applications 2020, Dey e Shekhawat 2021, Ali, et al. 2021, Hirata, Lambrou e Watanabe 2021, Saurabh e Dey 2021), tracciabilità e trasparenza (Casino, Dasaklis e Patsakis 2019, Kumar, Liu e Shan 2019, Guido, et al. 2020, Kamble, Gunasekaranb e Sharma, Modeling the blockchain enabled traceability in agriculture supply chain 2020, Kayikci, et al. 2020, Kohler e Pizzol 2020, Leduc, Kubler e Georges 2021, Masudin, et al. 2021), incremento del servizio ai clienti (Rogerson e Parry 2020, Tiscini, et al. 2020), riduzione degli sprechi e delle frodi (Balzarova 2021), assenza di intermediari e uniformazione del sistema informativo *inter* e *intra* aziendale (Kumar, Liu e Shan 2019, Fu, et al. 2020), interconnessione tra tecnologia e clienti attraverso il ricorso ad altre tecnologia abilitanti 4.0 (Scuderi, Foti e Timpanaro 2019), non concentrandosi soltanto su un tipo specifico di catena alimentare (Casino, Dasaklis e Patsakis 2019, Feng, et al. 2020, Kamble, Gunasekaran e Gawankar 2020, Aldrighetti, Canavari e Hingley 2021, Dey e Shekhawat 2021).

Lo stato nascente della ricerca, quale terreno fertile di indagine scientifica e teorica, negli ultimi anni ha investito la tecnologia blockchain e le sue applicazioni nell'ambito della *supply chain* mediante il ricorso a paradigmi teorici tradizionali. Difatti circa un quinto degli articoli esaminati, ovvero il 21,28% utilizza teorie consolidate o quadri concettuali esistenti, tra cui: la teoria dell'agenzia, la teoria dei costi di transazione, la *Resource Based View*, la teoria delle reti (Dutta, et al. 2020, Fu, et al. 2020, Tsolakis, et al. 2021). Il maggior beneficio della blockchain è espresso nella capacità di creare rapporti di fiducia (Norman, Karavas e Reed 2018) tra i *partner* della catena di approvvigionamento, aumentando la sicurezza e la trasparenza della filiera agroalimentare e promuovendo l'equità sociale (Rejeb e Rejeb 2020).

Parimenti indagati risultano i rischi connessi, specie in una fase iniziale e sperimentale, alla tecnologia blockchain nel settore agroalimentare, tra cui rilevano: la scarsa conoscenza e le ridotte competenze tecniche diffuse nell'ambito del perimetro aziendale

tradizionale (Kohler e Pizzol 2020, Kayikci, et al. 2020, Rogerson e Parry 2020, Liu, et al. 2021), la scalabilità ovvero la capacità di adattamento in funzione delle necessità e della disponibilità delle risorse e delle informazioni (Dutta, et al. 2020, Kouhizadeh, Saberi e Sarkis 2021, Liu, et al. 2021), il pericolo di incorrere in comportamenti non etici ovvero opportunistici (Aldrighetti, Canavari e Hingley 2021), la necessità di dotarsi di un'infrastruttura *hardware* e *software* di elevata potenza, con un aggravio conseguente in termini di costi nel breve periodo, nonché la ritrosia verso sistemi decentralizzati in cui la gestione delle informazioni è diffusa tra i membri della rete e non affidata ad un'autorità terza (Casino, Dasaklis e Patsakis 2019, Kumar, Liu e Shan 2019, Feng, et al. 2020, Dey e Shekhawat 2021, Liu, et al. 2021), ed infine la scarsa regolamentazione normativa. Tale ultimo fattore discende da un duplice ordine di motivi che impattano in modo diretto ovvero indiretto: la volatilità delle monete virtuali e il coinvolgimento globale lungo della filiera agroalimentare (Liu, et al. 2021).

Da un lato l'applicazione più diffusa della blockchain nell'ambito del settore finanziario espone ad un'endemica volatilità delle criptovalute, frutto di spinte esogene, e di meccanismi di collegamento interni alle diverse monete virtuali, di guisa che tanto le criptovalute, quanto la tecnologia sottostante blockchain, difficilmente possono essere regolamentate attraverso i tradizionali ordinamenti giuridici nazionali, ma necessitano di un inquadramento internazionale, universalmente accettato e condiviso attraverso progetti di cooperazione e di coordinamento tra Stati (Guerra e Boys 2021).

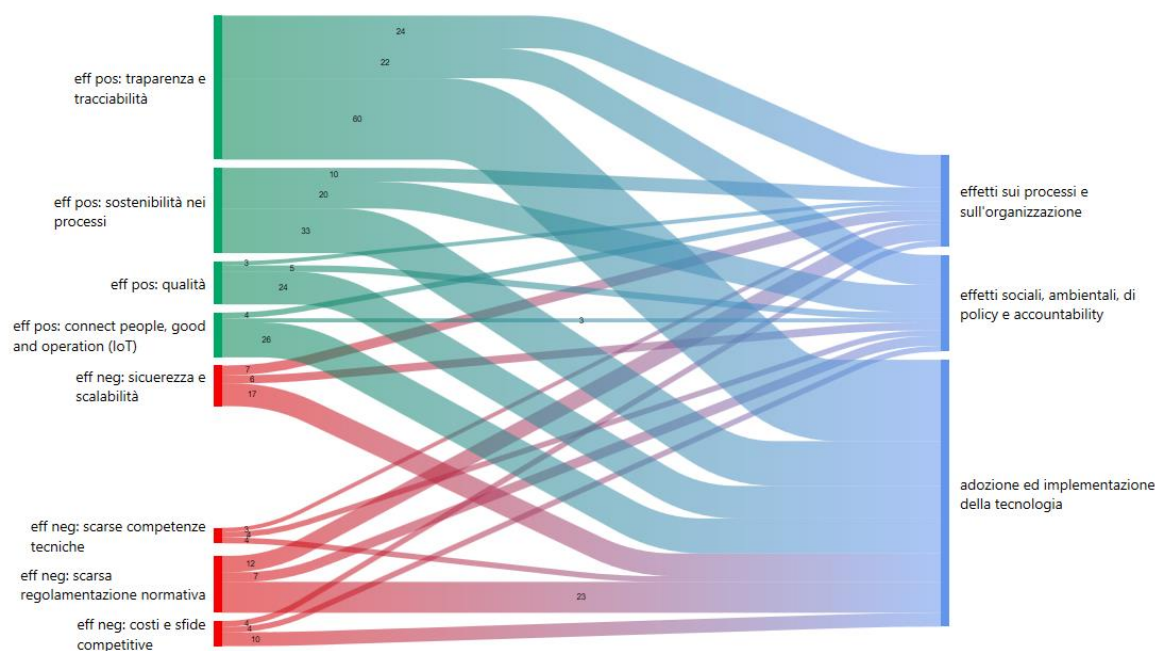
La tecnologia blockchain può supportare la catena di approvvigionamento, ma esistono barriere significative all'adozione (Kouhizadeh, Saberi e Sarkis 2021).

Nella definizione delle opportunità e dei rischi potenziali connessi all'implementazione della blockchain nell'ambito del settore agroalimentare, si ritiene che talune caratteristiche risultino sovrapponibili seppure in modo discordo e nello specifico: la sostenibilità dei processi con l'impatto in termini di spesa per energia elettrica collegata al mantenimento delle infrastrutture tecnologiche, ovvero la trasparenza e la tracciabilità con le scarse competenze tecniche e la ridotta conoscenza in fase embrionale della blockchain, o ancora il miglioramento dei servizi ai clienti per il tramite dell'interconnessione tra diverse piattaforme e infrastrutture tecnologiche (IoT, Wireless, RFID) con la limitata capacità di comunicare ai clienti le potenzialità connesse all'implementazione della blockchain, ovvero, infine la sicurezza delle transazioni e degli

La letteratura analizzata esamina l'utilizzo della Blockchain nell'ambito del settore agroalimentare. Soffermandosi su alcune specifiche tematiche, estendendo l'approccio multidimensionale *People, Process, Technology* (Prodan., Prodan e Purcarea 2015), il campione di contributi analizzati sono stati sistematizzati in funzione del *focus* approfondito, evidenziando i benefici ed i rischi analizzati. Nello specifico:

1. **effetti derivanti dall'adozione della tecnologia:** nell'ambito del sistema informativo aziendale, in uno stadio embrionale, soffermandosi sulle determinanti causali, sull'infrastruttura informatica (Casino, Dasaklis e Patsakis 2019, Chen, Li e Li, *Electronic agriculture, blockchain and digital agricultural democratization: Origin, theory and application* 2020, Dutta, et al. 2020, Fu, et al. 2020, Guido, et al. 2020, Hirata, Lambrou e Watanabe 2021, Hou, et al. 2021, Leduc, Kubler e Georges 2021, Liu, et al. 2021, Malarvizhi 2019) e sull'integrazione con l'*Internet of Things* (IoT), ovvero con quell'infrastruttura globale destinata alla società dell'informazione, che permette di interconnettere servizi avanzati con oggetti (fisici e virtuali) sulla base di informazioni interoperabili esistenti e in evoluzione con le tecnologie ICT (International Telecommunication Union 2012, Wortmann e Flüchter 2015, Rathi, Patil e Tribhuwan 2019).
2. **effetti sui processi e sulle organizzazioni:** specie in relazione alle applicazioni in termini di trasparenza e tracciabilità della filiera agroalimentare al fine di ridurre le perdite e gli sprechi lungo la catena, aumentando l'efficienza dei processi di trasformazione delle materie in prodotti finali (Kamble, Gunasekaranb e Sharma, *Modeling the blockchain enabled traceability in agriculture supply chain* 2020, Kayikci, et al. 2020, Kumar, Liu e Shan 2019, Aldrighetti, Canavari e Hingley 2021, Kouhizadeh, Saberi e Sarkis 2021).
3. **effetti sociali, ambientali, di policy e accountability:** declinati in termini di percezione dei benefici e dei rischi sottesi all'implementazione della blockchain da parte dei consumatori, delle aziende, degli esperti di settore, sulla base della considerazione del fatto che la sicurezza della rete, il controllo della corruzione e la partecipazione politica risultano importanti fattori predittivi del fenomeno nascente ancora poco indagati dalla letteratura (Lin, et al. 2020, Rejeb e Rejeb 2020, Rogerson e Parry 2020, Tiscini, et al. 2020, Liu, et al. 2021, Mangla, et al. 2021, Masudin, et al. 2021, Quayson, Bai e Sarkis 2021).

Sulla base di tale distinzione, attraverso l'utilizzo del *software* Atlas.ti è stato possibile comparare codici (eff. pos: trasparenza e tracciabilità, sostenibilità nei processi, qualità, connettere persone, beni e processi (IoT); eff. neg: sicurezza e scalabilità, scarse competenze tecniche, regolamentazione normativa, costi e sfide competitive) con gruppi di documenti, opportunamente catalogati in funzione del *focus* in: effetti sui processi e sull'organizzazione, effetti sociali, ambientali, di policy e accountability e effetti derivanti dall'adozione della tecnologia, rilevando le frequenze con cui i codici vengono applicati ai gruppi di documenti, sulla base delle citazioni e della ricorrenza degli argomenti trattati.



Da tale disamina appare che i documenti selezionati in funzione degli effetti della tecnologia appaiono più soggetti a rischi di scalabilità e di scarsa regolamentazione normativa, derivanti dall'applicazione della blockchain, mentre evidenziano maggiori benefici in termini di trasparenza e tracciabilità.

Parimenti, il gruppo di documenti accomunato dall'analisi degli effetti sociali, ambientali, di *policy* e *accountability* evidenzia i principali rischi dalla blockchain in funzione delle scarse competenze tecniche, oltre che dalla scarsa regolamentazione normativa e dalla scalabilità, presentando altresì benefici in di sostenibilità dei processi della filiera.

Infine, i documenti selezionati in funzione degli effetti sui processi e sull'organizzazione risentono, oltre che delle limitazioni precedentemente viste per gli altri gruppi, anche dei costi e delle sfide competitive che apre la nuova tecnologia.

Da un'analisi congiunta dei risultati, appare evidente come i documenti che analizzano la natura della blockchain, da un punto di vista prettamente tecnologico, abbiano la frequenza maggiore rispetto agli altri gruppi.

5. Il livello di decentralizzazione della Blockchain ed il sistema informativo aziendale in un'ottica di rete

Le applicazioni della blockchain lungo la catena dell'*agrifood*, seppure in una fase embrionale, permettono di beneficiare di una maggiore attendibilità dei processi di certificazione e di tracciamento, estendendo i benefici in termini di trasparenza e qualità dell'offerta. Parimenti la blockchain non è esente da rischi e da limitazioni intrinseche che allo stato attuale scaturiscono in primo luogo dalla mancanza di una chiara e condivisa qualificazione giuridica (European Union Blockchain Observatory and Forum 2018), attinente tanto alla più nota applicazione nell'ambito delle criptovalute e del *fintech*, quanto agli altri comparti industriali, commerciali e di servizi, alimentando dubbi circa il possibile adattamento della Blockchain all'interno del sistema informativo aziendale (Gallo 2020).

Il grado di decentralizzazione della blockchain è la variabile distintiva che qualifica l'infrastruttura e la differenzia rispetto a reti centralizzate controllate da un'unica entità, definendola quale piattaforma aperta e democratica (Power 2019, Dutta, et al. 2020). Nell'ambito della *supply chain* le implementazioni di reti *consortium*, in cui non si realizza una completa decentralizzazione in quanto è mantenuto in capo al *network* un livello di verifica degli accessi, garantisce maggiore sicurezza rispetto alle infrastrutture pubbliche come bitcoin o ethereum. Dalle applicazioni della blockchain descritte nella letteratura selezionata la sperimentazione delle imprese è rivolta maggiormente alla creazione di reti *permissioned*, private o semi-private, a scapito parziale della massima distribuzione dell'infrastruttura.

In un'ottica nazionale, l'interesse del Legislatore nel riconoscere in blockchain la chiave per le future strategie di differenziazione e innovazione delle imprese italiane è stato

ribadito con la Delibera n. 61 del Comitato Interministeriale per la Programmazione Economica in data 25 Ottobre 2018, in cui sono state destinate risorse per un importo complessivo fino a 45 milioni di euro, destinate a “*progetti di sperimentazione, ricerca applicata e trasferimento tecnologico, anche in collaborazione con gli enti territoriali, relativi alle tecnologie emergenti, quali Blockchain, Intelligenza Artificiale, Internet delle cose, collegate allo sviluppo delle reti di nuova generazione*”.

In tal senso, relegare la blockchain nell’ambito delle nuove tecnologie del settore informatico appare limitante, piuttosto può essere considerata l’abilitatore di un nuovo paradigma digitale teso alla creazione di scenari collaborativi basati sulla trasparenza e sulla fiducia tra gli utenti/operatori economici in settori eterogenei (Frigerio e Rajola 2019). La rappresentazione dei fenomeni innovativi emergenti, scanditi da un’elevata mole di informazioni, necessita di una visione in *network* da parte degli operatori economici idonea ad interconnettere: individui, prodotti, servizi e dati (Caldarelli e Catanzaro 2012).

Nell’ambito della revisione della letteratura selezionata, l’integrazione tra blockchain, *big data* e IoT tra le applicazioni in *early stage* presentate, rappresenta la principale soluzione per il perseguimento di un vantaggio competitivo per le imprese, verso una maggiore efficienza, sicurezza e tracciabilità del processo di produzione (Hirata, Lambrou e Watanabe 2021).

Il ricorso alla cooperazione in rete tra i diversi attori economici, specie lungo la filiera agroalimentare, anche nell’ottica dell’implementazione della blockchain, può dunque condurre ad un miglioramento della qualità dei prodotti, al perseguimento di un’innovazione tecnologica di prodotto e di processo, al miglioramento delle attività di commercializzazione e penetrazione sui mercati internazionali, ovvero alla salvaguardia e sostenibilità ambientale delle attività di produzione (Ricciardi, Le reti di imprese, in Rapporto Export 2015-2018 2015).

I benefici incrementali scaturenti dall’applicazione della blockchain, allo stato attuale, generano un plusvalore indiretto che si traduce in una minimizzazione dei costi sottesi al processo di raccolta, elaborazione, interpretazione, archiviazione e certificazione dei dati, in una maggiore sicurezza e qualità dei risultati, nonché in un ritorno economico degli investimenti effettuati in *network*.

6. Scenari di ricerca futuri

Per quanto attiene agli scenari futuri della ricerca, sulla base dei benefici e dei rischi evidenziati nel corso della revisione della letteratura proposta, appare necessario approfondire la qualificazione giuridica alla blockchain di seconda generazione e dunque degli *smart contract* quali automatismi utilizzati per verificarne e validarne i dati in ingresso ed automatizzare i processi di tracciabilità. Da tale considerazione di certezza del diritto scaturiscono scenari ancora poco esplorati di natura più prettamente aziendalista, sull'adattabilità del modello di business e sui profili di valutazione contabile dell'*asset* intangibile, meglio integrato con altre tecnologie abilitanti – *database* e IoT (Moro Visconti 2019).

L' Osservatorio Blockchain & Distributed Ledger del Politecnico di Milano ha individuato 1.242 casi di applicazione di progetti Blockchain nel mondo, di cui 197 soltanto nel 2020 con oltre il 10% di progetti già operativi, con un incremento nel 2021 rispetto al 2016 di oltre l'80%. Nell'ultimo quinquennio 2016-2020 i progetti totali, nelle rispettive fasi da semplici annunci a progetti operativi risultano 508. I settori maggiormente coinvolti da progetti Blockchain risultano: il *finance* con circa il 40% dei progetti, il settore della pubblica amministrazione con il 18% e l'*agrifood* con il 7%, con una preminenza di reti private rispetto a quelle pubbliche (Politecnico di Milano e Osservatori.net digital innovation 2021).

Il presente contributo ha fornito delle indicazioni circa il fatto che l'implementazione di un sistema di tracciamento nell'ambito della *supply chain*, specie in quella agroalimentare, permette ad un'organizzazione di individuare un prodotto per mezzo della sua identità digitale, attraverso la scansione delle fasi che lo hanno generato, sulla base di una elevata struttura qualitativa ed interconnessa delle informazioni, di una integrazione organica delle tecnologie, sulla base dell'utilizzo della blockchain.

Sono stati approfonditi i benefici scaturenti dall'applicazione della blockchain in termini di sicurezza, sostenibilità, tracciabilità e trasparenza, *auditability*, incremento del servizio ai clienti, riduzione degli sprechi e delle frodi, assenza di intermediari e uniformazione del sistema informativo *inter* e *intra* aziendale, nonché interconnessione tra tecnologia e clienti attraverso il ricorso ad altre tecnologie abilitanti 4.0, tra cui l'*Internet of Things*. Parimenti, sono stati definiti i profili di rischio, definiti in termini di: scarsa conoscenza e ridotte competenze tecniche, scalabilità, pericolo di incorrere in comportamenti non

etici ovvero opportunistici, un aggravio conseguente in termini di costi nel breve periodo, ed infine la scarsa regolamentazione normativa.

Alla luce di ciò la blockchain è stata definita quale abilitatore di un nuovo paradigma digitale teso alla creazione di scenari collaborativi basati sulla trasparenza e sulla fiducia, attraverso l'utilizzo di *big data* secondo la logica di *network* all'interno della filiera e tra settori economici eterogenei.

Capitolo 3

Profili giuridici e *accounting policy* delle criptoattività. La *disclosure* in bilancio

1. Le cripto-attività: analisi qualitativa del fenomeno.....	76
2. Aspetti giuridici delle cripto-attività in una prospettiva di finanziamento e di investimento.....	81
3. La proposta di regolamentazione europea relativa ai mercati delle cripto-attività.....	86
4. La disciplina giuridica e la rappresentazione contabile nell’ambito della valutazione economica delle cripto-attività.....	90
4.1 La disciplina giuridica dei payment token o valute virtuali di pagamento.....	92
4.2 La rappresentazione contabile dei payment token o valute virtuali di pagamento.....	96
4.3 La disciplina giuridica degli utility token o valute virtuali di utilizzo.....	102
4.4 La rappresentazione contabile degli utility token o valute virtuali di utilizzo.....	104
4.5 La disciplina giuridica dei security token o valute virtuali di investimento.....	105
4.6 La rappresentazione contabile dei security token o valute virtuali di investimento.....	107
5. Sulla rappresentazione contabile delle cripto-passività nelle ICO. Proposte di disclosure in bilancio delle cripto-attività.....	109

1. Le cripto-attività: analisi qualitativa del fenomeno

Le potenzialità applicative insite alla tecnologia blockchain nel contesto delle relazioni socio-economiche sono, allo stato attuale, innumerevoli ed indefinite, esulando dalla natura essenzialmente monetaria (Cinque 2022).

Nell’ambito del presente lavoro di ricerca si evidenziano quelle più diffuse, partendo dalle implicazioni giuridiche e giungendo alle valutazioni economiche e contabili sottese al fenomeno dei *digital token*, nell’ambito della blockchain di seconda e terza generazione, intesi quali strumenti di circolazione della ricchezza il cui funzionamento poggia sugli *smart contract*.

L’approccio del regolatore europeo e nazionale non pone distinzioni rigide sulla base della tipologia settoriale e della funzione economica associata alle varie tipologie di *digital token* – non distinguendo tra valute virtuali di pagamento (in breve “criptovalute”),

valute virtuali di investimento (in breve “*security token*”) e valute virtuali di utilizzo (in breve “*utility token*”).

I *digital token*, sfruttando la tecnologia blockchain, vengono utilizzati per rappresentare un’ampia gamma di attività scarse – criptovalute, titoli finanziari negoziabili e diritti di proprietà – travalicando quindi le sole criptovalute.

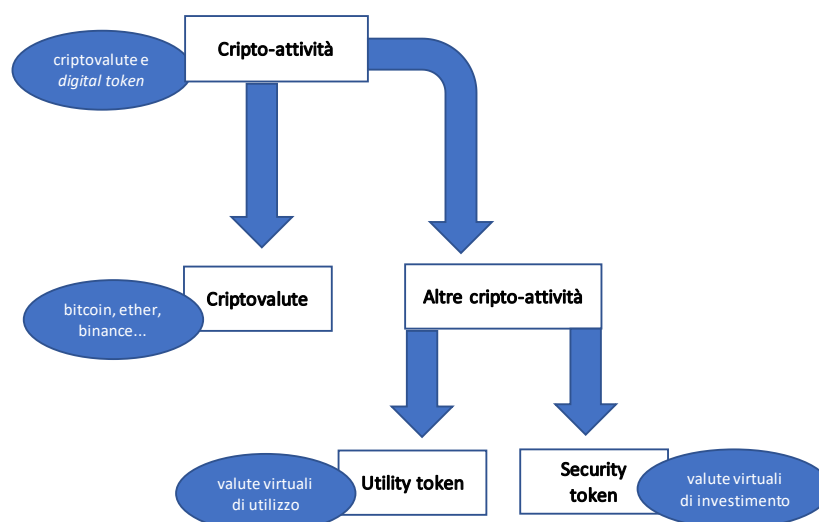


Figura 14 La classificazione delle cripto-attività. Ns. elaborazione

Difatti, se i “*security token*” rappresentano per il detentore un credito nei confronti del soggetto emittente, ovvero assegnano diritti di partecipazione al capitale sociale di quest’ultimo, gli *utility token* consentono al detentore di accedere ad un servizio ovvero un prodotto (Passaretta 2021).

In generale, le cripto-attività presentano potenziali opportunità sotto un duplice aspetto: si pongono quale strumento alternativo di investimento rispetto agli *asset class* tradizionali, ovvero fungono quale modalità di raccolta di capitale, e dunque emissione di strumenti rappresentativi di un diritto giuridico e di credito sottostante.

Per tale ragione sono sempre più spesso considerate *asset* emergenti sia dai partecipanti ai mercati finanziari che dalle imprese, dagli enti privati e pubblici, nonché dalle istituzioni e dagli organi di regolamentazione internazionale e nazionale, seppure scontino rischi connessi ad una significativa volatilità nelle quotazioni e nel prezzo, unitamente a rischi di sicurezza informatica, riciclaggio, evasione ed elusione fiscale, finanziamento del terrorismo e stabilità finanziaria (Banca d'Italia 2022).

L'esponenziale diffusione delle cripto-attività sottende un fenomeno di portata ancor più generale, intrinseco e connaturato alla tecnologia blockchain medesima.

Il costante *trade-off* tra transazioni efficienti e potere monopolistico (Benston e Smith 1976) ha spesso caratterizzato riflessioni critiche, specie verso il settore degli intermediari – finanziari e non – nell'esecuzione delle singole transazioni economiche e finanziarie. Ancor più evidentemente le principali istituzioni finanziarie, tanto a livello internazionale, quanto a livello nazionale, hanno svolto il ruolo di facilitatore nella mediazione e nella strutturazione omogenea ed uniforme delle transazioni economiche che, in caso contrario, sconterebbero maggiori costi di transazioni e quindi più elevati oneri connessi alla ricerca di fiducia tra i contraenti (Benston e Smith 1976).

Tra gli *asset* digitali, le cripto-attività si qualificano più specificamente in quanto rappresentano diritti ed obblighi suscettibili di codificazione ed eseguibili automaticamente. Si caratterizzano in quanto: controllabili attraverso chiavi crittografiche (pubbliche e private) che permettono l'accesso alle risorse e la validazione delle transazioni nell'ambito delle operazioni di scambio delle attività; inoltre, le risorse digitali possono circolare liberamente attraverso la piattaforma da cui sono state emesse, e interagiscono con altre risorse digitali che esistono all'interno degli stessi confini (Allen, et al. 2020).

Di contro, attraverso la tecnologia blockchain, ad esempio nel settore finanziario, più specificamente mediante l'architettura DeFi³⁰ (o “finanza decentralizzata”) è possibile ottenere maggiore decentramento e disintermediazione, trovando la massima applicazione nell'esecuzione di transazioni economiche e finanziarie in cui la fiducia è distribuita – il consenso è dunque condiviso – tra i singoli nodi della rete, in piattaforme decentralizzate in cui le informazioni registrate sono immutabili e sempre verificabili (Narayanan, et al. 2016).

³⁰ DeFi è l'abbreviazione di “finanza decentralizzata”, un termine generico per una varietà di applicazioni e servizi finanziari in criptovaluta costruiti mediante blockchain, il cui obiettivo è quello di eliminare la presenza di intermediari finanziari. La maggior parte delle applicazioni di finanza decentralizzata sono costruite su Ethereum, la seconda piattaforma di criptovaluta più grande del mondo dopo Bitcoin, che si distingue da quest'ultima in quanto si presta maggiormente alla creazione di applicazioni decentralizzate oltre alle semplici transazioni, mediante *smart contract* che eseguono automaticamente le transazioni se vengono soddisfatte determinate condizioni, offrendo più flessibilità. I linguaggi di programmazione di Ethereum, come Solidity, sono specificamente progettati per creare e distribuire *smart contract*. Si veda: <https://www.coindesk.com/learn/what-is-defi/>

In ragione di ciò i servizi finanziari tradizionali, sfruttando le potenzialità della blockchain – in prima istanza mediante il protocollo nativo di ciascuna blockchain, quindi la valuta virtuale originaria, bitcoin ovvero ethereum – possono progredire verso scenari maggiormente innovativi, interoperabili, senza confini e trasparenti, giungendo infine, ad una conversione digitale e crittografata della ricchezza mediante il processo di *tokenizzazione*, quali strumenti emessi su piattaforme basate su una blockchain tramite *smart contract* (Sazandrishvili 2018, Chen e Bellavitis 2020, Schär 2021).

Confrontando le cripto-attività per volumi di transazioni³¹ secondo la seguente classificazione:

- 1) Bitcoin;
- 2) Ethereum;
- 3) Altre *stablecoin*³²;
- 4) Finanza decentralizzata (DeFi).

Si stima che i volumi in ethereum siano pari a circa il 40%, mentre quelli in altre *stablecoin* siano pari al 24%, ottenendo nel tempo un valore maggiore rispetto a bitcoin. La categoria DeFi e altre cripto-attività rappresentano invece il 12%.

Un'altra rilevante caratteristica delle cripto-attività attiene all'analisi della distribuzione geografica a livello globale.

La maggior quota di cripto-attività è concentrata in Nord America, Europa e Asia centrale, con queste due ultime regioni che insieme rappresentano circa il 56% del volume complessivo di scambi in cripto-attività.

Parimenti sta incrementando il valore delle cripto-attività in regioni come l'Asia orientale e meridionale, l'America Latina e l'Africa subsahariana.

Difatti, i volumi totali annualizzati di attività di criptovalute per il 2021 rispetto al PIL sono diventati notevoli, in particolare in regioni come America Latina (0,07% del PIL),

³¹ Un'indagine condotta dalla World Bank stima che circa 100-200 milioni di persone a livello globale ha posseduto o utilizzato cripto-attività nel 2021, specie in mercati emergenti e nelle economie in via di sviluppo. Seppure ancora in valore assoluto modesto rispetto alla capitalizzazione dei mercati azionari, le cripto-attività hanno raggiunto oltre 2,8 trilioni di dollari in termini di capitalizzazione di mercato nel novembre 2021, per poi crollare a meno di 1 trilione di dollari nel luglio del 2022

³² Le *stablecoin*, a differenza del Bitcoin, sono *digital token* che non subiscono la volatilità e le oscillazioni del mercato, essendo il loro prezzo ancorato ad un'attività sottostante che funge da riserva di valore, come ad esempio una valuta avente corso legale come il dollaro statunitense ovvero la quotazione dell'oro. Le quotazioni del prezzo delle *stablecoin*, pertanto, sono meno volatili rispetto a quelle del Bitcoin che invece è ancorato all'andamento del mercato, sulla base del fatto che i Bitcoin sono disponibili in quantità limitata e dunque, essendo risorse scarse, il prezzo subisce la dinamica della domanda e dell'offerta.

Africa subsahariana (0,06% del PIL) ed Europa e Asia centrale (0,10% del PIL) (Feyen, Kawashima e Mittal 2022).

Nelle applicazioni DeFi, il capitale depositato a garanzia delle applicazioni – c.d. *total value locked*³³ – è passato da 16,5 miliardi di dollari a fine 2020 a circa 56 miliardi a maggio 2022, raggiungendo un picco superiore a 95 miliardi a fine 2021 (Linciano, et al. 2022).

In generale le tecnologie DLT, e blockchain in particolare, essendo tecnologie a scopo generico mirano:

- a migliorare l'efficienza dei costi delle transazioni;
- ad eliminare gli intermediari e quindi i connessi costi di intermediazione;
- ad aumentare la trasparenza delle transazioni, ridisegnando le catene del valore;
- a migliorare l'efficienza organizzativa attraverso un decentramento affidabile.

Il Parlamento europeo, inoltre: “...accoglie con favore il potenziale delle DLT di migliorare le catene del valore esistenti, trasformare i modelli aziendali e quindi favorire una prosperità trainata dall'innovazione; evidenzia l'impatto della razionalizzazione delle catene di approvvigionamento e dell'aumento dell'interoperabilità tra le imprese; 56. sottolinea che i protocolli aperti della blockchain possono ridurre gli ostacoli all'ingresso per le PMI e migliorare la concorrenza nei mercati digitali”. (Parlamento Europeo 2018).

Secondo il *Global Enterprise Blockchain Benchmarking Study* condotto dall'Università di Cambridge in collaborazione con Invesco, nel 2017 su un campione di aziende intervistate, soltanto l'8% degli operatori asseriva di disporre di piattaforme tecnologiche pronte per essere impiegate nell'ambito della fase operativa, mentre la restante parte aveva intrapreso progetti sperimentali ancora in fase embrionale, c.d. *proof of concept*.

Dal 2017 al 2019 il trend ha manifestato un progressivo allontanamento dalla fase di sperimentazione ed un progressivo ingresso nella fase operativa, stimando più di una centinaia di *live* blockchain esistenti.

³³ Il Total Value Locked (TVL) è un indicatore crittografico diffuso tra gli investitori DeFi che consente di valutare il valore complessivo delle attività – espresso in dollari statunitensi o qualsiasi valuta avente corso legale – depositato a garanzia dell'operazione in tutte le applicazioni DeFi o in un singolo progetto DeFi.

Inoltre, analizzando 67 progetti blockchain in fase operativa, è stato osservato come il 43% fosse legato al settore finanziario e assicurativo, confermando i risultati ottenuti nell'indagine condotta nel corso del 2017, ed anche come l'implementazione di piattaforme che sfruttano la tecnologia blockchain risponda a specifici casi d'utilizzo, non generici, che ad esempio consistono nel monitoraggio delle catene di approvvigionamento ampie e complesse – nell'ambito del settore agro-alimentare, delle pietre preziose, della logistica – ovvero il monitoraggio del mercato del *trading* relativamente ad *asset* tokenizzati (Cambridge Centre for Alternative Finance 2019).

2. Aspetti giuridici delle cripto-attività in una prospettiva di finanziamento e di investimento

Non potendosi sottrarre circa le potenzialità della tecnologia Blockchain, parimenti non possono non evidenziarsi le criticità che nascono principalmente dalla mancanza di una unitaria e condivisa regolamentazione a livello sovranazionale (Cinque 2022).

Di fatto, l'introduzione della tecnologia blockchain ha incrementato il mutamento sociale delle relazioni umane, impattando sulle logiche e sugli strumenti giuridici tradizionali, in quanto la persona – e parimenti le aziende – hanno assolto sempre più una funzione di promozione attiva, ponendo la loro identità – e quindi il patrimonio di informazioni ad esse sottese – a servizio del collegamento tra il mondo tangibile-fisico e quello intangibile-digitale.

Proprio sulla base di tale legame evolutivo, l'essenza della blockchain, intrinsecamente legata a codici informatici riportati in *smart contract*, e gli effetti correlati al suo funzionamento, riverberano ancor di più effetti nell'ambito del bilanciamento degli interessi e delle tutele dei singoli attori economici.

Seguendo il famoso motto di Lawrence Lessing "*Code is Law*", tra i programmatori e gli esperti di informatica, i c.d. "attori primari" della tecnologia blockchain – utenti, nodi, *miners* e sviluppatori – si è diffusa l'opinione di un apparente, quanto presunto, primato del linguaggio formalizzato informatico rispetto all'incertezza della legge.

"*Code is Law*" si riferisce all'idea secondo cui, con l'avvento delle nuove tecnologie digitali, il codice informatico abbia assunto un ruolo predominante rispetto al diritto

positivo tradizionale e alla giurisprudenza nella definizione delle regole che governano le transazioni economiche, tanto che l'esecuzione distorta del codice conduce all'infruttuosità complessiva dell'azione svolta. L'esecuzione automatica delle clausole che governano ciascuna transazione esclude qualsivoglia comportamento opportunistico suscettibile di interpretazione (Chierici 2018).

Eppure, ciò, pur costituendo la ragion d'essere delle motivazioni alla base del primato delle tecnologie informatiche rispetto al linguaggio giuridico tradizionale, evidenzia di per sé critiche non trascurabili. Le valutazioni discrezionali non implicano necessariamente una non corretta valutazione delle fattispecie. Invero la considerazione del caso specifico, del contesto sociale, storico e culturale, si contaminano in un amalgama in cui il linguaggio giuridico si frappone ai rapporti tra soggetti. Per tale ragione il codice informatico rappresenta soltanto lo strumento attraverso cui eseguire il contenuto di un contratto, non è riscontrabile invero l'opinione secondo cui il codice possa assurgere esso stesso a strumento normativo ed ordinamentale (De Filippi e Hassan 2016, Rampone 2020).

È stato sottolineato che il diritto ha l'obiettivo di governare la tecnologia e quindi anche le sue derivazioni (De Caria 2021). In tal senso, la blockchain ha concorso al sorgere di nuove questioni impattanti sull'equilibrio dicotomico ontologicamente insito nel diritto tra gli interessi della sfera pubblicistica, tesi a preservare i diritti soggettivi, l'ordine pubblico e la sicurezza nazionale, e quelli privatistici, caratterizzati dalla propensione alla autorealizzazione e alla crescita economica, tanto che è stato coniato il termine di *lex cryptographia* per evidenziare tale innovativo settore di ricerca nell'ambito delle scienze giuridiche (Wright e De Filippi 2015).

Ragion per cui l'ordinamento giuridico è chiamato ad interagire con quello informatico (Faini 2020). Invero, è condivisibile l'opinione secondo cui il governo giuridico della tecnologia abbia il compito di astrarre rispetto agli specifici casi d'uso, in quanto al contrario si correrebbe il rischio di limitare le potenziali – innumerevoli e non programmabili – sperimentazioni a beneficio di una regolamentazione rigida e scarsamente adattabile a contesti dinamici ed in continua evoluzione.

Di converso, la fruizione delle applicazioni connesse alla blockchain ha condotto alla costituzione di un'ulteriore platea di soggetti chiave che operano all'interno della tecnologia, i c.d. attori metamorfici (Capaccioli 2021), i quali forniscono servizi agli attori

primari, in una logica più ancorata a principi economico-aziendali, rappresentati dai gestori di piattaforme di compravendita di cripto-attività, ovvero ancora dai soggetti che avviano una ICO, dai fornitori di portafogli di custodia, adottando la logica per la quale *code is business*, ed ancorandosi ai tradizionali principi di governo delle aziende (Sorci 2002) pur nella consapevolezza che la propria attività caratteristica (acquisto, detenzione, custodia, valorizzazione e vendita) è rivolta ad attività la cui natura giuridica ed economica è suscettibile di interpretazione a seconda della reale finalità perseguita nell'esercizio dell'azienda (Capaccioli 2021).

Sin dalla fine del secolo scorso si è assistito ad un sostanziale passaggio dalla detenzione diretta a quella indiretta di attività – specie con riferimento a quelle aventi le caratteristiche di beni immateriali o nativamente digitali – con implicazioni significative sul diritto di proprietà.³⁴

Partendo dalla classificazione generale delle cripto-attività, alcuni autori propongono una distinzione tra criptovalute e *digital token* basandosi sulla considerazione di tali entità oltreché da un punto di vista tecnico-informatico – considerando i *digital token* quale derivazione della tecnologia blockchain, ponendosi al secondo livello rispetto alle criptovalute, le quali, invece, definiscono l'*asset* nativo della blockchain – anche sulla base delle finalità e degli scopi che entrambe tendono a perseguire.

Difatti se da un lato le criptovalute si propongono di assurgere *de facto* alla categoria delle valute digitali, i *digital token* si caratterizzano in funzione dell'adattabilità al modello di business e alla proposta di valore a lungo termine che offre la piattaforma blockchain (Olivera, et al. 2018, Y. Chen 2018, Garaviglia 2018, Catalini e Gans 2019, Tönnissen, Beinke e Teuteberg 2020).

I beni sottostanti i *digital token* possono consistere in asset fisici, già esistenti *off-chain* e che continuano ad esistere nel mondo reale, ovvero beni *on-chain*; quindi, “nativi digitali” costruiti sulla piattaforma ed esistenti sulla blockchain (OCSE 2021), più nello specifico possono includere titoli (ad es. capitale di rischio, capitale di debito, derivati, valute e altre obbligazioni), ma anche materie prime (ad es. oro) ed altre attività non finanziarie (ad esempio immobili).

³⁴ A prescindere dalla distinzione tra asset finanziario o non-finanziario sottostante il *digital token*, la questione da considerare risiede nella possibilità di considerare suscettibile di appropriazione un *asset* privo di corporeità e quindi la definizione del regime giuridico ad esso applicabile.

Come affermato in precedenza, a differenza della valuta virtuale, il *digital token* non è un *asset* nativo ma sfrutta la tecnologia blockchain ed è governato da uno *smart contract* (Massey et al., 2017).

Sulla piattaforma ethereum, ad esempio, il maggior numero di *digital token* è regolato da *smart contract* che seguono lo *standard* ERC20, che specifica un insieme di funzioni ed eventi che tutti gli *smart contract* dovrebbero attuare. Seguendo lo stesso standard, i token ERC20 possono essere facilmente riconosciuti, inoltre il valore di questi *token* dipende dal valore delle attività sottostanti che tali strumenti rappresentano.

La prima emissione di *digital token* prende il nome di ICO – *Initial coin Offering*.

Dal punto di vista economico-aziendalistico le ICO rappresentano una forma di finanziamento alternativa per le *startup* (Incorvaia 2020).

Parimenti, le cripto-attività si prestano potenzialmente ad una vasta gamma di funzionalità che vanno dall'utilizzo dei *digital token* come mezzo di scambio al loro impiego con scopo di investimento, che, laddove connotato da intenti speculativi, potrebbe manifestare anche finalità criminali (Cipollone 2022).

Il processo di *tokenizzazione* associato in special modo ai beni immateriali – ad es. i diritti di proprietà intellettuale ed industriale, nonché i beni nativamente digitali – sono ancor di più caratterizzati da criticità connesse alla associazione o meno di un diritto di proprietà sull'*asset* immateriale sotteso ed incorporato al *token*, producendo legittime perplessità sull'applicazione delle categorie di tutela giuridica tradizionale (De Caria 2021).

Proprio in relazione a tale profilo, è stato sottolineato che la blockchain garantisce dei profili di potenziale interesse in termini di “*sicurezza dell'esistenza di un'informazione nel tempo, certezza degli scambi (seppur virtualizzati), rinascita dell'unicità degli asset immateriali e attendibilità delle informazioni nel registro*” (Egitto 2019).

Ancor più recentemente, il processo di *tokenizzazione* si configura pertanto come un diritto esistente su beni, mediato da strumenti – aventi natura digitale – che rappresentano un diritto di proprietà (Fairfield 2015, De Caria 2021).

In relazione ad una proposta di tassonomia non ancorata a rigide demarcazioni delle cripto-attività è possibile classificare le attività in funzione della natura del bene, indipendentemente dalla forma, tra *asset* finanziari e non finanziari.

Per le attività finanziarie il valore deriva dall'ammontare del credito sottostante, espresso in termini monetari, definito dall'accordo tra le parti e formalizzato in un contratto.

Rientrano in tale categoria le quote di partecipazione al capitale di entità societarie, le obbligazioni ed altri strumenti finanziari, nonché le valute virtuali.

Per le attività non finanziarie il valore deriva direttamente dall'utilizzo (ad esempio per materiali di consumo ovvero per quelli oggetto di trasformazione fisico-tecnica) o dalla capacità del bene di conservare valore nel tempo (riserve intrinseche di valore), proprietà immobiliari, mezzi di produzione e proprietà intellettuale.

Il fenomeno della *tokenizzazione* consente di creare il collegamento tra l'attività – finanziaria e non finanziaria – e l'unità crittografica-matematica, manifestandosi in primo luogo nell'ambito del settore finanziario in quanto permette di creare un collegamento tra l'*asset* e lo strumento digitale rappresentato dal *token*, consentendo quindi di svolgere operazioni isolate sul *token* piuttosto che sull'*asset* sottostante (Allen, et al. 2020).

La prima questione in ordine alla qualificazione giuridica delle cripto-attività attiene anzitutto all'assenza di una condivisa e trasversale tassonomia, preferendo ricorrere piuttosto ad una classificazione “*per destinazione*” in cui si prescinde da considerazioni in ordine alla natura tecnica e ai diritti di proprietà incorporati al sottostante (Ferreira 2020), e ricorrendo invece allo scopo perseguito dalla singola cripto-attività, secondo l'approccio *fintech*, secondo cui le cripto-attività possono essere classificate in tre tipologie: *payment token*, *utility token* e *security token*³⁵ (FINMA 2018).

Più nello specifico, secondo l'Autorità federale di vigilanza sui mercati finanziari svizzera³⁶ – FINMA – nell'ambito della regolamentazione e valutazione delle ICO ossia di offerte sul mercato primario dei *digital token* – *Initial coin Offering* – soffermandosi sulla funzione economica e sullo scopo dei *digital token* emessi dal promotore dell'ICO a fronte del finanziamento del proprio progetto imprenditoriale, i *payment token* assumono una natura valutaria – criptovalute – allorché non configurano un'opzione a tutti gli effetti, ma si atteggianno a **mezzo di pagamento ovvero di scambio** di determinati prodotti o servizi.

³⁵ Da tale triplice categorizzazione promanano i principali orientamenti normativi e le più recenti iniziative legislative sulle cripto-attività. Invero, tale rigida collocazione non sempre trova una definita linea di demarcazione nella realtà, ciò in quanto alcuni token potrebbero rientrare in più di una di queste categorie, ovvero in nessuna. Per tale ragione è possibile identificare una ulteriore categoria, quella dei *token ibridi*.

³⁶ In Svizzera nel 2020 è stata approvata la legge concernente le condizioni quadro per il miglioramento delle tecnologie DLT, e più nello specifico blockchain “Federal Act on the Adaptation of Federal Law to Developments in Distributed Ledger Technology”.

Gli *utility token*, più nello specifico vengono utilizzati come mezzo di scambio o di investimento, consentendo di acquistare un determinato bene o servizio, e non sono controllati da un'organizzazione centrale. Gli *utility token* conferiscono al titolare un **diritto di opzione** per l'acquisto o somministrazione di cose, ovvero per la fornitura di servizi (attuali o futuri). Talvolta si tratta di un'opzione sui *generis*, in quanto condizionata alla disponibilità del prodotto o servizio opzionato; ciò, tuttavia, non muta radicalmente la sua qualificazione giuridica di opzione (Rampone 2020).

I *security token* invece rappresentano la titolarità di un'attività finanziaria, attribuendo diritti di proprietà, il rimborso di una somma specifica ovvero il diritto a partecipare agli utili futuri dell'iniziativa sottostante (Tapscott e Tapscott 2016, Massey, Dalal e Dakshinamoorthy 2017, Y. Chen 2018, Young Lee 2019, Catalini e Gans 2019).

Di conseguenza, i *security token* conferiscono al titolare sostanzialmente un **diritto di credito** a cui per legge o per contratto possono accedere altri diritti o altre situazioni giuridiche soggettive, come per esempio il diritto di voto che spetta al titolare di un'azione societaria o il diritto alle cedole nelle obbligazioni.

3. La proposta di regolamentazione europea relativa ai mercati delle cripto-attività

Il fenomeno delle criptovalute, e quindi dei *payment token*, è spesso collegato, ed in parte impropriamente confuso, con l'emissione di *digital token* nel contesto di una ICO. Invero se l'emissione di *payment token* sconta una prospettiva "orizzontale" in cui il concetto di emissione è intrinsecamente legato a quello di estrazione e validazione "*peer to peer*", nell'ambito delle ICO, invece, l'emissione dei *digital token* – *utility* ovvero *security* – rappresenta una forma di finanziamento alternativa, semmai verticistica, dei nuovi progetti imprenditoriali, al fine di raccogliere capitali sul mercato.

Auspicare un processo di armonizzazione transfrontaliera delle cripto-attività rispetto alle tradizionali infrastrutture di mercato non può prescindere da un adeguamento normativo che garantisca certezza di diritto agli emittenti ed ai detentori.

In tal senso, la Commissione Europea, nell'ambito delle politiche di transizione e finanza digitale, al fine di garantire e promuovere la rivoluzione digitale delle imprese europee innovative e parimenti garantire livelli adeguati di tutela dei consumatori e degli investitori, nonché di integrità del mercato, ha pubblicato in data 24 settembre 2020 un

pacchetto di proposte indirizzate agli emittenti e ai fornitori di servizi per le cripto-attività, diversi dagli strumenti finanziari³⁷, depositi o depositi strutturati ai sensi della legislazione dell'UE in materia (es. MiFID II³⁸), nonché i *token* di moneta elettronica.³⁹ Tra le proposte, quelle che riguardano più nello specifico le cripto-attività⁴⁰ e le tecnologie DLT, affrontate in questa sede, sono:

- La proposta di regolamento per la creazione di mercati delle cripto-attività (Commissione Europea (1) 2020), di seguito anche “MiCA”⁴¹;
- La proposta di regolamento relativo a un regime temporaneo per le infrastrutture di mercato basate sulla tecnologia di registro distribuito (DLT) (Commissione Europea (2) 2020).

Il regolamento MiCA è stato approvato dal Consiglio europeo lo scorso 5 ottobre 2022 e sarà applicabile ai paesi dell'UE a partire dal prossimo 23 marzo 2023.

Nello specifico il Regolamento MiCA introduce delle specifiche regole che gli emittenti, gli offerenti ed i prestatori di servizi di cripto-attività saranno chiamati a seguire, prevedendo parimenti un regime di autorizzazione e supervisione per questi operatori⁴², affidato ad autorità nazionali.

³⁷ Secondo l'articolo 4, paragrafo 1, punto 15, della Direttiva 2014/65/UE per “strumento finanziario” si intende qualsiasi strumento riportato nella sezione C dell'allegato I. Tra gli strumenti finanziari elencati dalla Direttiva alla sezione C dell'allegato I figurano: valori mobiliari, strumenti del mercato monetario, quote di un organismo di investimento collettivo, contratti di opzione, contratti finanziari a termine standardizzati (“future”), “swap”, accordi per scambi futuri di tassi di interesse, strumenti finanziari derivati per il trasferimento del rischio di credito, contratti finanziari differenziali, quote di emissioni che consistono di qualsiasi unità riconosciuta conforme ai requisiti della direttiva 2003/87/CE.

³⁸ Direttiva 2014/65/UE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 15 maggio 2014, relativa ai mercati degli strumenti finanziari e che modifica la direttiva 2002/92/CE e la direttiva 2011/61/UE

³⁹ Tra le relazioni preliminari all'emanazione della Proposta di regolamento della Commissione Europea, occorre segnalare (ESMA, Advice. Initial Coin Offerings and Crypto-Assets 2019, EBA 2019).

⁴⁰ Definite quali “*rappresentazione digitale di valore o di diritti che possono essere trasferiti e memorizzati elettronicamente, utilizzando la tecnologia di registro distribuito o una tecnologia analogica*”.

⁴¹ Secondo il documento: “*La presente proposta è strettamente collegata alle politiche più ampie della Commissione in materia di tecnologia blockchain, poiché le cripto-attività, in quanto principale applicazione di tale tecnologia, sono indissolubilmente legate alla sua promozione in tutta Europa. La presente proposta sostiene un approccio olistico alla blockchain e alla DLT che mira a posizionare l'Europa in prima linea nell'innovazione e nella diffusione della blockchain. Nell'attività politica in questo settore rientrano la creazione dell'Osservatorio e forum dell'UE sulla blockchain e del partenariato europeo per la blockchain, che riunisce tutti gli Stati membri a livello politico, nonché i partenariati pubblico-privato previsti nel quadro dell'International Association for Trusted Blockchain Applications*”.

⁴² L'articolo 4 del Regolamento MiCA prevede che “*Nessun emittente di cripto-attività, ad eccezione dei token collegati ad attività o dei token di moneta elettronica, offre al pubblico nell'Unione tali cripto-attività o chiede l'ammissione di tali cripto-attività alla negoziazione su una piattaforma di negoziazione di cripto-attività nell'Unione, a meno che detto emittente:*

(a) sia un soggetto giuridico;

(b) abbia redatto un White Paper sulle cripto-attività in relazione a tali cripto-attività conformemente all'articolo 5;

Il Regolamento MiCA distingue tra *stablecoins* e *utility token*.

Tra le *stablecoins* – valute digitali ancorate a un'attività costituente riserva stabile di valore, si distingue tra:

- gli *e-money token* – EMT, ovvero quelle cripto-attività ancorate ad un'unica valuta ufficiale. Nella versione emendata del Parlamento europeo alla Proposta della Commissione del 17 marzo 2022, gli EMT vengono definiti come “un tipo di cripto-attività il cui scopo principale è quello di essere utilizzato come mezzo di **pagamento** e che mira a mantenere un valore stabile di una moneta **mediante la gestione di un portafoglio che garantisca che il token mantenga il** valore di una moneta fiduciaria avente corso legale; **i token di moneta elettronica che mantengono il valore di una moneta fiduciaria dell'Unione sono considerati 'moneta elettronica' quale definita all'articolo 2, punto 2, della direttiva 2009/110/CE**”.
- gli *asset-referenced token* – ART⁴³, ovvero quelle ancorate ad altri asset e *commodities*, disciplinandone l'offerta e la commercializzazione.⁴⁴ Nella versione emendata del Parlamento europeo alla Proposta della Commissione del 17 marzo

(c) abbia notificato tale White Paper sulle cripto-attività conformemente all'articolo 7;

(d) abbia pubblicato il White Paper sulle cripto-attività conformemente all'articolo 8;

(e) rispetti gli obblighi di cui all'articolo 13”.

Il White Paper, ai sensi del successivo articolo 5 contiene le seguenti informazioni:

“(a) una descrizione dettagliata dell'emittente e una presentazione dei principali partecipanti all'elaborazione e allo sviluppo del progetto;

(b) una descrizione dettagliata del progetto dell'emittente, del tipo di cripto-attività che sarà offerto al pubblico o di cui si chiede l'ammissione alla negoziazione, dei motivi per cui le cripto-attività saranno offerte al pubblico o per cui si chiede l'ammissione alla negoziazione e dell'uso previsto della moneta fiduciaria o di altre cripto-attività raccolte tramite l'offerta al pubblico;

(c) una descrizione dettagliata delle caratteristiche dell'offerta al pubblico, in particolare il numero di cripto-attività che saranno emesse o per le quali si chiede l'ammissione alla negoziazione, il prezzo di emissione delle cripto-attività e i termini e le condizioni di sottoscrizione;

(d) una descrizione dettagliata dei diritti e degli obblighi connessi alle cripto-attività e delle procedure e condizioni per l'esercizio di tali diritti;

(e) informazioni sulla tecnologia e gli standard sottostanti applicati dall'emittente delle cripto-attività che consentono la detenzione, la conservazione e il trasferimento di tali cripto-attività;

(f) una descrizione dettagliata dei rischi relativi all'emittente delle cripto-attività, alle cripto-attività, all'offerta al pubblico delle cripto-attività e all'attuazione del progetto;

(g) gli elementi informativi specificati nell'allegato I”.

⁴³ Un tipo di cripto-attività che intende mantenere un valore stabile facendo riferimento al valore di diverse monete fiduciarie aventi corso legale, di una o più merci o di una o più cripto-attività, oppure di una combinazione di tali attività.

⁴⁴ Il Regolamento MiCA “non catturerà integralmente il fenomeno cripto in quanto sono esclusi dall'ambito applicativo i non-fungible token – NFT, quali le opere di arte digitale. Né MiCAR è tale da cogliere la natura intrinseca della DeFi, proprio a causa dei limiti dell'approccio entity-based” (Cipollone 2022)

2022, gli EMT vengono definiti come “un tipo di cripto-attività che *non è un token di moneta elettronica e che* intende mantenere un valore stabile facendo riferimento *a qualsiasi altro valore o diritto o combinazione dei due, incluse una o più monete ufficiali di un paese*”

Mentre gli *utility token* vengono definiti:

- nella versione emendata del Parlamento europeo alla Proposta della Commissione del 17 marzo 2022, come “un tipo di cripto-attività fungibile che è accettato solamente dall’emittente, utilizzato a fini diversi dal mezzo di pagamento o di scambio di beni o servizi esterni e destinato a **fornire l’accesso digitale a un bene o a un servizio**, disponibile mediante DLT, e che è accettato solo dall’emittente di tale token”.

L’approccio europeo alla Proposta MiCAR di regolamentazione delle cripto-attività, secondo parte autorevole della dottrina (Annunziata 2020, Masi 2021) rappresenta l’embrionale attenzione delle istituzioni dell’Unione Europea verso una definizione condivisa delle cripto-attività, secondo una logica più tecnica che legale, orientata da un punto di vista oggettivo su un campo di applicazione definito in senso negativo, ovvero per sottrazione, applicandosi ai *digital token* che non rientrano nel campo di applicazione della vigente legislazione finanziaria dell’Unione Europea, quindi limitandone il raggio d’azione.

Confrontando la classificazione proposta del Regolamento MiCA con quella triplice costituita da: *payment token*, *utility token* e *security token*, rileva l’assenza della categoria dei *security token* in quanto rientranti nella disciplina degli strumenti finanziari, e per tale ragione si applicano le norme previste dalla Direttiva 2014/65/UE (MIFID II), evidenziando la maggiore preoccupazione del legislatore europeo verso la diffusione di cripto-attività potenzialmente lesive alla stabilità finanziaria e ai principi della sovranità monetaria dell’Unione europea (Lener 2022).

Alla medesima conclusione, a livello nazionale, è giunta la CONSOB (2019), la quale ha evidenziato che le forme di investimento alternative agli strumenti tradizionali di natura finanziaria, elencati al comma 2, dell’articolo 1 del Testo Unico della Finanza⁴⁵, sono ricomprese nella più ampia categoria dei prodotti finanziari, ed implicano la presenza di tre elementi caratterizzanti, nello specifico:

⁴⁵ Decreto legislativo del 24 febbraio 1998 n. 58, G.U. 26/03/1998

- (i) impiego di capitale;
- (ii) promessa/aspettativa di rendimento di natura finanziaria;
- (iii) assunzione di un rischio direttamente connesso e correlato all'impiego di capitale.

Tralasciando la nozione e la disciplina degli strumenti finanziari, è necessario rilevare l'esistenza di alcune tipologie di *digital token* che, “*per le peculiari caratteristiche, integrano la fattispecie degli strumenti finanziari o dei prodotti finanziari (investment-token o security-like-token)*” e per tale ragione non necessiterebbero di una disciplina normativa specifica, già invero presente, diversamente dagli *utility token*, le cui prospettive *de jure condendo*, appaiono maggiormente ancorate ad esigenze di regolamentazione (Incorvaia 2020).

4. La disciplina giuridica e la rappresentazione contabile nell'ambito della valutazione economica delle cripto-attività

Uno degli aspetti più dibattuti, seppure in una fase embrionale, che interessa lo studio delle cripto-attività, oltre alla qualificazione giuridica, seguendo la triplice ripartizione in *payment token*, *utility token* e *security token*, riguarda il conseguente trattamento contabile e le successive analisi in tema di valutazione economica. Tale asserzione deriva dal fatto che le cripto-attività possono essere utilizzate nell'ambito dello svolgimento di transazioni economiche all'interno di un'attività d'impresa, specie in relazione ai c.d. attori metamorfici, e dunque suscettibili di rappresentare in modo veritiero e corretto la reale sostanza economica dell'operazione sottostante rispetto alla mera formalizzazione tecnica e tecnologica⁴⁶.

L'analisi che segue è finalizzata ad evidenziare per ciascuna categoria di cripto-attività dapprima l'inquadramento giuridico, non suscettibile di collocazione *ex se* nei tradizionali istituti normativi ma valutabile esclusivamente sulla base della funzione e dalla finalità economica assegnata dall'emittente ovvero dal sottoscrittore/detentore di cripto-attività.

In premessa giova evidenziare che mentre nell'emissione di criptovalute il soggetto emittente incassa il ricavo sorto in relazione al collocamento della valuta virtuale, senza

⁴⁶ Art. 2423-bis, comma 1, n. 1-bis, c.c.

per tale ragione assumersi alcuna obbligazione verso i detentori che parimenti possono utilizzare le criptovalute quale strumento di scambio in piattaforme ad esso dedicate, esistono delle operazioni nelle quali il soggetto emittente a fronte dei capitali raccolti sul mercato tramite l'ICO, offre al sottoscrittore dei *digital token*, che garantiscono a quest'ultimo il diritto a ricevere servizi o prodotti – nel caso di *utility token* – ovvero diritti amministrativi o patrimoniali sulle *performance* dell'emittente (Sura 2021). Nello specifico, i fattori determinanti in merito alla classificazione dei *digital token* sono:

- a) l'esistenza di un diritto legale sottostante nei confronti di una controparte;
- b) l'esistenza di un valore intrinseco;
- c) la stabilità economica e finanziaria nel valore del *token*, tanto da ritenerlo strumento di pagamento ovvero di scambio;
- d) l'esistenza del rischio di investimento in relazione alla natura speculativa in capo al detentore del *digital token* (Parrondo 2020).

Conseguentemente verranno presi in rassegna i principali aspetti contabili aventi ad oggetto le criptovalute e quindi i *digital token*, distinguendo tra i soggetti che adottano per la redazione del bilancio i principi contabili internazionali IAS/IFRS e quelli che invece adottano i principi contabili nazionali OIC. In assenza di disposizioni specifiche sul tema della classificazione e valutazione, le fattispecie verranno ricostruite su base critica ed interpretativa, evidenziandone le potenzialità non ancora espresse in termini di valutazione economica e ancor di più avendo a riguardo l'informativa, quindi la *disclosure*, in bilancio (Brukhanskyi e Spilnyk 2019, Edwards, et al. 2019).

La ricerca relativa alle modalità di contabilizzazione, valutazione e *disclosure*, evidenzierà, laddove possibile, i profili di differenziazione tra i soggetti che figurano quali emittenti le cripto-attività, così come in relazione ai soggetti che figurano quali detentori, ovvero sottoscrittori, soffermandosi sul diverso trattamento in relazione alla funzione e alla finalità economica assegnata alle cripto-attività.

Il dibattito in dottrina riguarda la regolamentazione e quindi la corretta modalità di rilevazione contabile delle criptovalute e dei diritti sottesi all'*Initial coin Offers* (ICOs), quale fonte di finanziamento alternativo rispetto al tradizionale concetto di *crowdfounding*, promosse da organizzazioni ed aziende, che consistono nell'offrire agli investitori dei *digital token* basati sulla tecnologia blockchain, che vengono creati e salvati secondo un meccanismo decentralizzato su una nuova blockchain sviluppata a tal

fine, ovvero mediante uno *smart contract*, su una blockchain esistente, ricevendo in contropartita fonti finanziarie nella forma di monete *fiat* ovvero, più frequentemente, criptovalute (ESMA 2019). Nell'ambito di tali operazioni di raccolta fondi, il contenuto e le modalità di regolazione vengono disciplinate nel c.d. *white - paper* in luogo di un prospetto, nel quale vengono riportate le principali caratteristiche dell'operazione e l'oggetto dell'offerta" (CONSOB 2020), indi anche le modalità di rilevazione contabile in capo all'emittente seguono il contenuto dei *digital token* emessi in relazione a quello che è definito nel *white paper* (Casò 2021).

4.1 La disciplina giuridica dei *payment token* o valute virtuali di pagamento

La dimensione digitale del fenomeno delle cripto-attività, e più nello specifico delle criptovalute⁴⁷, è accompagnato dalle connotazioni tipiche del contesto virtuale di *Internet* in cui avviene la creazione, la trasmissione e lo scambio, più nello specifico: la delocalizzazione, l'a-territorialità e l'assenza di una dimensione di spazio e tempo definito (Bassoli 2009).

Tali caratteristiche, unitamente alla crittografia, alle reti distribuite, alla logica *Peer-to-Peer* e agli algoritmi di consenso, sono foriere di una discontinuità tecnologica (Tapscott e Tapscott 2016) che impatta sulle autorità di regolamentazione e vigilanza, oltre che sulla giurisprudenza e la dottrina, nel ritenere gli effetti del fenomeno oltre l'aspetto puramente monetario.

Il settore delle criptovalute si presenta attualmente come un conglomerato variegato e multiforme (Rinaldi 2019) all'interno del quale, oltre alla criptovaluta più importante in termini di capitalizzazione di mercato, ovvero bitcoin, con oltre 300 miliardi di dollari⁴⁸,

⁴⁷ In ambito europeo, l'articolo 1, punto 18, della Direttiva (UE) 2018/843 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 30 maggio 2018 che modifica la direttiva (UE) 2015/849 relativa alla prevenzione dell'uso del sistema finanziario a fini di riciclaggio o finanziamento del terrorismo e che modifica le direttive 2009/138/CE e 2013/36/UE, definisce le valute virtuali "*una rappresentazione di valore digitale che non è emessa o garantita da una banca centrale o da un ente pubblico, non è necessariamente legata a una valuta legalmente istituita, non possiede lo status giuridico di valuta o moneta, ma è accettata da persone fisiche e giuridiche come mezzo di scambio e può essere trasferita, memorizzata e scambiata elettronicamente*".

⁴⁸ Dato aggiornato al 18 dicembre 2022, <https://coinmarketcap.com/it/currencies/bitcoin/>

esistono una moltitudine di *altcoin*, ovvero l'insieme delle criptovalute diverse da bitcoin – definite anche *alternative-cryptocurrency*.

A livello internazionale, legislatori, autorità di vigilanza e regolamentazione, dottrina e giurisprudenza oscillano nel collocare le criptomonete all'interno della categoria dei mezzi di pagamento, degli strumenti o dei prodotti finanziari, ovvero ancora dei beni giuridico così come disciplinati all'articolo 810 c.c..

La qualificazione giuridica è prodromica al trattamento contabile e alla valutazione economica degli *asset* in bilancio, tanto in ipotesi di gestione ordinaria, quanto in ipotesi di gestione straordinaria.

Tale qualificazione non può in ogni caso non ricondursi alle finalità per le quali le cripto-attività vengono detenute, ricorrendo tanto ipotesi speculative ovvero di mantenimento e detenzione. Esistono anche contesti in cui il loro utilizzo è proibito oppure, addirittura, ricade al di fuori della sfera di regolazione di qualsiasi disciplina (Rinaldi 2019).

L'utopia monetaria rappresentata da bitcoin, e più in generale dalle criptovalute, (Karlstrøm 2014), sfruttando le caratteristiche della blockchain, implica delle considerazioni in merito alla loro collocazione all'interno del sistema sociale, giuridico, ed economico-aziendale, in quanto potenzialmente idonee a sfociare in criticità in relazione ai rischi che bitcoin, e più in generale, le criptovalute pongono anzitutto per la protezione dei risparmiatori ed anche degli utilizzatori, nonché per l'integrità e la trasparenza del sistema finanziario (Gasparri 2021).

Occorre anzitutto premettere che per valute virtuali o “criptovalute”, si intende, “*la rappresentazione digitale di valore, non emessa da una banca centrale o da un'autorità pubblica, non necessariamente collegata a una valuta avente corso legale, utilizzata come mezzo di scambio per l'acquisto di beni e servizi e trasferita, archiviata e negoziata elettronicamente*”⁴⁹.

La decentralizzazione, l'assenza di regolamentazione e la riservatezza rappresentano le caratteristiche principali (e parimenti i rischi maggiori) connessi alle monete virtuali, le quali vengono *emesse e controllate direttamente dall'ente emittente secondo regole proprie, a cui i membri della comunità di riferimento accettano di aderire*⁵⁰.

⁴⁹ D. Lgs. 2017, n. 90/2017, di recepimento della Direttiva UE 2015/849, c.d. “IV direttiva antiriciclaggio”.

⁵⁰ La definizione è tratta da: <http://www.consob.it/web/investor-education/criptovalute>.

Per tale ragione, non possono essere considerate valute in senso tecnico, o meglio *valute fiat*, dal momento che non sono emesse da una Banca centrale, non sono regolate da enti centrali governativi e non hanno corso legale (Hileman 2013, Morone 2021).

Sul punto la Banca Centrale Europea⁵¹, sulla base della triplice funzione che può assumere la moneta (Inzitari 1994)⁵², ha evidenziato che le monete virtuali, non godendo di un sistema normativo che disciplini e stabilisca la funzione di mezzo di adempimento delle obbligazioni pecuniarie, non possono essere considerate moneta, al più potrebbero esserlo nel significato di “moneta contrattuale”, nei meccanismi di scambio, allorquando vi sia un accordo tra gli attori del mercato⁵³.

Evidentemente al giorno d’oggi apparirebbe anacronistico ricondurre la moneta avente corso legale esclusivamente alla sua manifestazione fisica, posto che la moneta elettronica ha assunto a pieno la funzione di mezzo di adempimento delle obbligazioni pecuniarie, nell’alveo del contenuto dell’art. 1278 c.c., rubricato “Debiti di somma di monete non aventi corso legale”⁵⁴. (Lemme 2016). È pur vero che l’elevata volatilità del bitcoin mal si coniuga con gli obiettivi posti alla base del suo manifesto, ovvero dell’utilizzo quale normale strumento di regolamentazione delle transazioni, unità di conto e riserva di accumulo di valore. Difatti, la mancanza di stabilità monetaria propria delle criptovalute, allo stato attuale, disincentiva gli individui al suo utilizzo e alla sua accettazione (ECB Crypto-Assets Task Force 2019).

⁵¹ *Virtual Currency Schemes - a further analysis*, febbraio 2015.

⁵² Secondo la teoria economica e le scienze giuridiche, la moneta assolve le seguenti funzioni:

- unità di conto o di misura, utilizzata per fissare i prezzi di beni e servizi ovvero contabilizzare debiti e crediti di regolamento, valutando quantitativamente le transazioni economiche realizzate;
- mezzo di scambio sulla base dell’aspettativa e della fiducia riposta dalla controparte;
- mezzo di pagamento attraverso cui è possibile estinguere un debito contratto; riserva di valore, che permette di conservare il valore intrinseco nel tempo (Fantacci 2005).

⁵³ Sotto questo profilo ed in relazione alla distinzione tra “money” e “currency”, Hileman (2013) rileva che la funzione “money” intende la moneta in senso lato, in tutte le sue possibili funzioni, mentre la funzione “currency” identifica semplicemente il mezzo di scambio (Corte di Giustizia UE, Sentenza 22.10.15, causa C-264/14, Skatteverket c/ David Hedqvist).

⁵⁴ In tal senso, secondo Lemme (2016) tra le principali funzioni di qualsiasi moneta si annovera quella di “... *fungere da mezzo di scambio ovvero da strumento di pagamento nella compravendita di beni e servizi e nelle altre transazioni commerciali. A tal proposito, è possibile rilevare come Bitcoin quale mezzo di scambio differisca in modo sostanziale dalle valute standard in positivo e in negativo almeno in riferimento ai seguenti aspetti: costi di transazione, anonimato e trasparenza, corso legale, costi fissi, esternalità di rete, risoluzione delle controversie e credito e riserva frazionaria ... a voler saggiare Bitcoin come unità di conto bisogna in particolare prendere in considerazione due aspetti per i quali la valuta virtuale si differenzia non poco dalle valute standard, ovvero divisibilità e volatilità di prezzo ... vale la pena soffermarsi dunque su tre elementi distintivi di Bitcoin come riserva di valore rispetto alle valute standard e in particolare: volatilità dei prezzi, di cui si è già parlato in riferimento alla funzione di unità di conto e che chiaramente gioca un ruolo fondamentale anche per l’efficace svolgimento della funzione riserva di valore, tendenza deflazionistica e sicurezza informatica*”.

Parimenti, ricondurre le criptovalute al concetto di bene giuridico⁵⁵, qualificato in senso stretto dall'attributo della tangibilità, ovvero della corporalità, secondo l'art. 810 c.c. pone di contro l'esigenza di allontanarsi dall'opinione tradizionale, estendendo la concezione di bene giuridico (Kütük e Sorge 2014) oltre che alle entità che sono parte del mondo esteriore e sensibile – quindi le *res corporales* (Gambaro 2012), anche a ciò che “*ha vita unicamente nel mondo dello spirito, come la creazione inventiva e l'idea dell'opera artistica o tecnica (res incorporales, o beni immateriali)*” (Jannarelli e Macario 2012), orientandosi verso un processo di “patrimonializzazione dell'immateriale” (Battelli 2022) la cui circolazione si manifesta attraverso il *bit* informatico espressione del diritto positivo sottostante mediante il ricorso all'istituto della permuta, di cui all'art. 1552 c.c. ovvero alla disciplina della prestazione in luogo dell'adempimento – *datio in solutum* – qualificata dal legislatore come controprestazione reale (Cian e Trabucchi 2022).

Seguendo tale interpretazione, parte autorevole della dottrina giuridica ha ritenuto condivisibile quell'impostazione secondo cui i beni immateriali possono definirsi “*numerus clausus*” (Resta 2010), e per tale ragione le criptovalute non possano essere ricomprese in tale categoria. Di contro, allorquando si adotti un'interpretazione più estensiva dell'art. 810 c.c. è possibile giungere ad una conclusione diversa⁵⁶, posto che le criptovalute sono indubbiamente connotate tanto dai requisiti della utilità e scarsità, quanto da un valore riconosciuto dal mercato (Masi 2021, Giuliano 2021).

⁵⁵ Secondo Santoro-Passarelli (1981) i beni sono entità utili, cioè atte a soddisfare un bisogno umano, e suscettibili di appropriazione; non è necessario si tratti di entità suscettibili di valutazione economica.

Per cosa si intende una parte separata della materia circostante.

Sebbene l'art. 810 identifichi i beni con riferimento alle cose in senso materiale, vi sono beni che non sono cose (c.d. beni immateriali).

Ancora, secondo Cian e Trabucchi (2022) Oggetto immediato di diritti assoluti sono anche i c.d. beni immateriali; tali diritti si comportano, sotto il profilo della assolutezza, come i diritti reali, ma, per la particolare natura del loro oggetto, ne differiscono in modo rilevante, tanto che si è negato potersi correttamente parlare di proprietà letteraria, industriale, etc. Altri diritti hanno poi per oggetto un comportamento del soggetto passivo, come nel caso del diritto di credito, od anche del soggetto attivo, come nel caso dei diritti potestativi.

⁵⁶ Nel senso di accogliere le criptovalute nell'ambito dei beni giuridici ex art. 810 c.c. rileva anche la Sentenza della Corte di Cassazione del 2020 (Corte Cass. Sez. II pen. n. 11959/2020), secondo cui “*i dati informatici, contenenti files, sono qualificabili come cose mobili ai sensi della legge penale e, pertanto, costituisce condotta di appropriazione indebita la sottrazione da un personal computer aziendale, affidato per motivi di lavoro, dei dati informatici ivi collocati, provvedendo successivamente alla cancellazione dei medesimi dati ed alla restituzione del computer formattato*”.

4.2 La rappresentazione contabile dei *payment token* o valute virtuali di pagamento

L'incertezza sulla legittimità giuridica riverbera profili di criticità sulle modalità di contabilizzazione, valutazione e *disclosure* in bilancio, tanto per i soggetti IAS/IFRS quanto per quelli OIC *adopter*, in un'ottica finalizzata all'adempimento degli scambi di beni e servizi, oppure alla detenzione a scopo di investimento.

In relazione ai soggetti IAS/IFRS, l'*Interpretation Committee* (IC, d'ora in avanti "Comitato") nelle riunioni del 5 e 6 marzo 2019 (Paper 4) e dell'11 e 12 giugno 2019 (Paper 12), ha proposto un primo approccio circa il trattamento contabile relativamente al possesso di criptovalute, seppure non ancora sfociato nella emanazione di specifici *standard setter*. Il Comitato ha preso in considerazione un sottoinsieme di cripto-attività, ovvero le criptovalute, caratterizzate dal fatto che: - vengono registrate su un libro mastro distribuito, utilizzando la crittografia per garantirne la sicurezza; - non sono emesse da un'Autorità giurisdizionale o da Stati Sovrani; - la detenzione delle criptovalute non produce la sottoscrizione di un contratto tra il detentore e l'emittente. Le caratteristiche anzidette definiscono in primo luogo le criptovalute emesse nell'ambito di reti pubbliche *permissionless*, tra cui bitcoin. Riferendosi alle criptovalute con quest'ultime caratteristiche, il Comitato nel giugno 2019 ha emanato il documento rubricato "*Holdings of Cryptocurrencies*".

In merito alla corretta disciplina contabile, secondo i principi contabili internazionali, è necessario premettere che lo IAS 1 stabilisce le circostanze in presenza delle quali un'entità deve classificare un'attività come corrente. Nello specifico, quando l'entità: prevede di realizzare il bene, ovvero intende venderlo o consumarlo, nel suo normale ciclo operativo; l'entità detiene l'attività principalmente a scopo di negoziazione; prevede di realizzare l'attività entro dodici mesi dalla chiusura del periodo; o l'attività è costituita da disponibilità liquide o mezzi equivalenti (come definito nello IAS 7) a meno che l'attività non possa essere scambiata o utilizzata per estinguere una passività per almeno dodici mesi dopo l'esercizio.

Sulla base di tali caratteristiche, in negativo, si verificheranno le ipotesi in cui l'entità iscriverà le attività, di contro, tra le immobilizzazioni (Sura 2021). Indi, è necessario anzitutto considerare la funzione economica e la strategia di investimento svolta nell'ambito dell'attività di detenzione delle criptovalute.

2. Il Comitato ha affrontato la possibilità di ricondurre l'attività di detenzione delle criptovalute alle fattispecie previste dallo *standard setter IAS 32*, il quale disciplinando la categoria degli strumenti finanziari, stabilisce che un'attività finanziaria è rappresentata da qualsiasi attività che è assimilabile alle disponibilità liquide, agli strumenti rappresentativi di capitale di un'altra entità, ai diritti contrattuali a ricevere disponibilità liquide o altre attività finanziaria da un'altra entità, nonché infine a scambiare attività o passività finanziarie con un'altra entità a condizioni potenzialmente favorevoli per l'entità medesima. Invero, il Comitato ha escluso la possibilità di ricondurre la detenzione di criptovalute nell'ambito degli strumenti finanziari.

Ciò, tenendo conto del fatto che lo **IAS 7**, definendo le disponibilità liquide, ricomprende il denaro in cassa e i depositi a vista, mentre le criptovalute, a parere del Comitato, sono da considerarsi piuttosto uno strumento di scambio (Incorvaia 2020). Di contro, le disponibilità equivalenti di cassa presentano due caratteristiche distintive: la possibilità di conversione in contante immediata e l'irrilevanza nel rischio di variazione del valore (EFRAG 2020).

Le criptovalute, invece, sono caratterizzate da un rischio di variazione intrinseco elevato, risultando quindi arduo ritenere che la loro conversione in denaro avvenga senza che si verifichino rilevanti variazioni di valore. L'evidenza di tale ultima affermazione può riscontrarsi osservando l'andamento del valore del bitcoin, e di conseguenza delle altre criptovalute, nel corso dell'ultimo anno⁵⁷.

Infine, considerare le criptovalute come strumento di pagamento appare quantomai limitante in quanto ciò dipende dalla possibilità della controparte di accettare pagamenti in criptovalute.

3. Il Comitato ha affrontato la possibilità di ricondurre l'attività di detenzione delle criptovalute alle fattispecie previste dallo *standard setter IAS 2*, il quale disciplinando la categoria delle rimanenze, stabilisce che tali attività coincidono con i beni posseduti per la vendita nel normale svolgimento dell'attività, ovvero nel

⁵⁷ L'instabilità finanziaria del triennio 2020-2022 non ha danneggiato soltanto il mercato delle criptovalute, ma esse sono risultate essere assai più suscettibili alle variazioni macroeconomiche rispetto ad altri asset tradizionali. È quindi molto frequente osservare variazioni giornaliere di valore nell'ordine del 7-8% che rendono gli investimenti e il possesso di questi asset molto aleatorio.

processo di produzione finalizzato alla vendita, o ancora, coincide col valore dei materiali o forniture da consumare nel processo produttivo o nella prestazione di servizi. Tale eventualità è sottesa alla detenzione su un orizzonte temporale breve, nei casi in cui è prevista la possibilità di realizzarle in forma economica in un esiguo lasso di tempo. Su tale ottica, il Comitato ha osservato che un'entità può detenere criptovalute, quali beni non tangibili destinati alla vendita nel normale svolgimento delle attività, in particolare per gli operatori la cui attività consiste nello scambio e nella circolazione di criptovalute – come, ad esempio le piattaforme di *exchange*.

Il Comitato ha inoltre osservato che un'entità può agire come intermediario, c.d. *broker-trader* di criptovalute, cioè coloro che, ai sensi del par. 5 dello IAS 2, acquistano o vendono merci per conto terzi o per conto proprio, nella prospettiva prossima futura di generare un profitto dalle fluttuazioni del prezzo o dal margine praticato dai *broker-trader*.

4. Il Comitato ha affrontato la possibilità di ricondurre l'attività di detenzione delle criptovalute alle fattispecie previste dallo *standard setter IAS 38*, il quale disciplinando la categoria delle attività immateriali, stabilisce che tali attività coincidono con risorse non monetarie identificabili e priva di consistenza fisica, controllate da un'entità a seguito di eventi passati, verso cui affluiranno i futuri benefici economici. Per l'analisi delle criptovalute, se in merito ai profili di identificabilità e controllo può soprassedersi, la possibilità di generare un beneficio futuro in capo all'entità detentrica non può verificarsi se non nell'ipotesi in cui si proceda alla vendita della medesima attività, generando quindi ricavi, minori costi o altri benefici, e non già mediante l'utilizzo della risorsa da parte dell'impresa, bensì, si ribadisce, soltanto attraverso la vendita ovvero la destinazione delle criptovalute alla funzione di strumento di scambio a favore di beni e servizi ricevuti in cambio (IAS 38.17) (Bianchi e Ballarin 2018).

La valutazione economica nel caso in cui la strategia di investimento ricade nell'ambito dello IAS 2 avviene al minore tra il costo ed il valore netto di realizzo, tranne nel caso in cui le rimanenze siano valutate nell'ambito dell'attività dei *broker-trader*, i quali valutano le rimanenze al *fair value* al netto dei costi di vendita.

Quando tali rimanenze sono valutate al *fair value* al netto dei costi di vendita, le variazioni vengono rilevate a Conto economico nel periodo della variazione, secondo quanto previsto al par. 3, lett. b) dello IAS 2.

La valutazione economica nel caso in cui la strategia di investimento ricade nell'ambito dello IAS 38 avviene (Sura 2021) seguendo:

- Il modello del costo (par. 74 dello IAS 36): pari all'importo al quale un'attività è rilevata nello stato patrimoniale dopo aver dedotto l'eventuale *impairment*⁵⁸ e le relative perdite per riduzione di valore accumulate (IAS 38 s.d.);
- Il modello della rideterminazione del valore (par. 75-87 dello IAS 36): pari al *fair value* nelle ipotesi in cui esiste un mercato attivo per tali attività⁵⁹ (Caponera e Gola 2019).

Nell'ambito delle strategie e quindi delle finalità di investimento sottese alla detenzione di criptovalute, emergono delle criticità, in quanto parte della dottrina ha osservato l'inadeguatezza circa la valutazione di tali cripto-attività sulla scorta di quanto disposto dallo IAS 2 ovvero IAS 38, rilevando quindi una fluidità nella valutazione.

Se difatti il metodo del costo non è rappresentativo del valore corrente delle attività sottostanti, tanto nelle ipotesi previste dallo IAS 2 quanto in quelle dello IAS 38, il modello della rideterminazione del valore, di contro, non consente di rappresentare in modo efficace la volatilità nella dinamica di valore delle criptovalute (Tomassini 2022, Latorraca 2022).

Più nello specifico il modello della rideterminazione del valore attribuendo alla riserva di rivalutazione a patrimonio netto le eventuali oscillazioni di valore “non classificabili come veri e propri *impairment*” non prevede “il *recycling* degli utili/perdite effettivamente realizzati”, per tale ragione sembra inadeguato, “dal momento che soltanto una discesa di valore qualificabile come *impairment*”, essendo le criptovalute degli *asset*

⁵⁸ L'*impairment test* verifica che le attività in bilancio siano iscritte ad un valore non superiore a quello effettivamente recuperabile. La stima del valore recuperabile delle attività iscritte in bilancio è definita sul maggiore tra il valore d'uso (*value in use*) e il *fair value* meno i costi di vendita, come previsto dal principio contabile internazionale IAS 36.

⁵⁹ Secondo i par. 85 e 86 dello IAS 36, se il valore contabile di un'attività immateriale è aumentato a seguito di una rivalutazione, l'aumento deve essere rilevato a patrimonio netto alla voce riserva di rivalutazione. Tuttavia, l'incremento deve essere rilevato a conto economico nella misura in cui annulla una diminuzione da rivalutazione della stessa attività precedentemente rilevata a conto economico.

Se il valore contabile di un'attività immateriale diminuisce a seguito di una rivalutazione, la diminuzione deve essere rilevata a conto economico. La diminuzione deve essere invece rilevata a patrimonio netto nella riserva di rivalutazione nella misura dell'eventuale saldo a credito relativo a tale attività.

a vita utile indefinita, verrebbe intercettata dal Conto economico, mentre tutte le altre oscillazioni di valore sarebbero catturate dalla sezione del patrimonio netto (IAS 36, par. 61).

Le stesse considerazioni, come osservato in Caponera & Gola (2019) potrebbero essere fatte con riguardo al principio contabile IAS 2, non idoneo ad informare in modo efficace il fruitore del bilancio, tranne nel caso in cui l'impresa non abbia le caratteristiche previste dal Principio contabile e adotti la valutazione al *fair value* ammessa per i *broker-trader*" (EFRAG 2020, Sura 2021).

Analizzando tale scenario, appare evidente che l'applicazione dei criteri di valutazione al costo – tanto nel caso delle rimanenze, quanto nel caso delle immobilizzazioni materiali – ovvero al *fair value* – nel caso di rilevazioni successive delle immobilizzazioni immateriali – in applicazione dello IAS 2 ovvero dello IAS 38 condurrebbe ad una informazione in bilancio non rappresentativa dei requisiti di chiarezza e verità (Ricciardi 2022), in quanto:

- non idonea a rappresentare il valore corrente delle cripto-attività, nel caso in cui si proceda all'applicazione del criterio di valutazione del costo, tanto nel caso delle rimanenze, quanto nel caso delle immobilizzazioni materiali;
- non idonea a rappresentare la volatilità delle cripto-attività, nel caso in cui si proceda all'applicazione del criterio di valutazione al *fair value*, nel caso delle immobilizzazioni immateriali, in quanto la rideterminazione del valore, dipendente da eventuali oscillazioni, è attribuita alla riserva di rivalutazione a patrimonio netto, anziché a Conto economico (Incorvaia 2020).

Per tale ragione, l'interpretazione contabile promossa dal Comitato, avallata dagli Organismi di contabilità e dalle Organizzazioni istituzionali nazionali, appare foriera di ulteriori aggiustamenti ed integrazioni, in quanto risulta convincente l'opinione per la quale, le criptovalute sarebbero da escludere dalla disciplina contabile delle immobilizzazioni immateriali, di cui allo IAS 38.

Appare altresì maggiormente in linea con la funzione perseguita dalle criptovalute, la valutazione economica, stante il disallineamento normativo, delle attività finanziarie, disciplinata dall'IFRS 9, in tema di strumenti finanziari, in cui la classificazione iniziale dipende dal *business model* e dalle caratteristiche dei flussi di cassa sottesi alle previsioni contrattuali dello strumento finanziario.

L'IFRS 9 prevede che un'entità deve procedere alla valorizzazione delle attività finanziarie secondo il metodo del *fair value*, registrando le variazioni a Conto economico (c.d. "FVTPL"), specie per quelle cripto-attività detenute con finalità di *trading*.

La disciplina delineata per i soggetti IAS-IFRS pare potersi estendere in via analogica, con estensione interpretativa, anche ai soggetti OIC, i quali applicano i principi contabili nazionali.

In tal senso, ricorrendo al principio della prevalenza della sostanza sulla forma, alle criptovalute pare potersi applicare il contenuto dell'OIC 8, rubricato "Le quote di emissione di gas ad effetto serra", il quale disciplina il trattamento contabile delle quote di emissione distinguendo tra:

- (a) Società che rientrano nella disciplina per la riduzione delle emissioni di gas ad effetto serra;
- (b) Società *trader*.

Per le società la cui attività caratteristica consiste nella compravendita di criptovalute può applicarsi la modalità di contabilizzazione prevista per i soggetti la cui attività consiste invece nella compravendita di certificati, attraverso la rilevazione nel passivo dello stato patrimoniale del debito verso fornitori, in contropartita alla rilevazione a conto economico dei relativi costi maturati per competenza, nonché la rilevazione a conto economico dei relativi ricavi, in contropartita all'iscrizione nell'attivo dello stato patrimoniale di un credito verso clienti (Capaccioli 2021).

Ancora, l'OIC 13 in tema di rimanenze, stabilisce che nelle ipotesi di beni destinati alla vendita o che concorrono alla loro produzione nella normale attività della società, ovvero l'OIC 24 in tema di immobilizzazioni immateriali, specificamente alla categoria dei beni immateriali, quali beni non monetari, individualmente identificabili, privi di consistenza fisica e, di norma, rappresentati da diritti giuridicamente tutelati⁶⁰.

Inoltre, secondo l'OIC 21 la classificazione prevista dall'articolo 2424 c.c per le partecipazioni iscritte nell'attivo circolante prevede la specifica voce delle attività

⁶⁰ Secondo il par. 9, dell'OIC 24, "Un bene immateriale è individualmente identificabile quando:

(a) è separabile, ossia può essere separato o scorporato dalla società e pertanto può essere venduto, trasferito, dato in licenza o in affitto, scambiato; oppure

(b) deriva da diritti contrattuali o da altri diritti legali, indipendentemente dal fatto che tali diritti siano trasferibili o separabili dalla società o da altri diritti e obbligazioni.

Essi comprendono diritti di brevetto industriale, diritti di utilizzazione delle opere dell'ingegno, concessioni, licenze, marchi e altri diritti simili".

finanziarie che non costituiscono immobilizzazioni, qualora le criptovalute siano detenute per finalità di investimento, ovvero come strumento di scambio, al costo rilevato al momento dell'iscrizione iniziale.

Appare infine interessante approcciare le modalità di rilevazione contabile distinguendo l'ottica della società emittente ovvero della società sottoscrittrice delle criptovalute.

Nel primo caso, per la società emittente, la rilevazione contabile, costituendo il realizzo di un corrispettivo definito contrattualmente tra le parti, è legittimata a rilevare il componente positivo di reddito a conto economico.

Nel secondo caso, per la società sottoscrittrice la rilevazione avviene tra le immobilizzazioni immateriali (IAS 38 e OIC 24) ovvero tra le rimanenze (IAS 2 e OIC 13) (Yatsyk e Shvets 2020).

4.3 La disciplina giuridica degli *utility token* o valute virtuali di utilizzo

Nel contesto dei *digital token* vengono inclusi gli strumenti che fungono da rappresentazioni digitali di un bene ovvero di un diritto, emessi nel contesto di una *Initial coin Offering* (ICO) (Yatsyk e Shvets 2020), intesa quale forma di raccolta di capitali alternativa per l'avvio di nuove iniziative imprenditoriali.

L'ICO è una innovativa forma di finanziamento di progetti e imprese che si serve della tecnologia blockchain, sfruttandone la diffusione, tramite Internet, in tutto il mondo. In una ICO, l'impresa rende nota alla rete l'offerta di vendita, proponendo al pubblico dei prodotti — i *digital token*, appunto — che consentono l'accesso a servizi che l'impresa stessa intende prestare ovvero il conseguimento dei profitti dell'attività economica intrapresa.

Gli *utility token* emessi in occasione di una ICO rappresentano la maggior quota dei *digital token* emessi. Attraverso l'ICO lo scopo delle aziende emittenti è quello di suscitare interesse verso un nuovo prodotto proposto all'interno della piattaforma blockchain offrendo ai sottoscrittori la possibilità di ricevere un'offerta speciale o di ottenere un trattamento preferenziale relativamente ad un servizio esclusivo.

A differenza dei *security token*, essi non nascono come strumenti di investimento in senso stretto.

In relazione alle tematiche attinenti alla rappresentazione contabile degli *utility token*, occorre considerare il caso in cui, a seguito della ICO, l'emissione dell'*utility token* avviene con la promessa dell'azienda al soggetto sottoscrittore di usufruire in futuro di un determinato servizio. In questo caso va a conformarsi una promessa di futura esecuzione di una prestazione al cliente: la fattispecie viene disciplinata dall'IFRS 15 (Ricavi provenienti da contratti con i clienti). Affinché questa fattispecie rientri nei casi previsti da questo principio contabile è necessario verificare se le condizioni previste dall'IFRS 15 vengono rispettate (Incorvaia 2020):

1. Identificazione del contratto con il cliente: nel caso degli *utility token* il contratto è rappresentato dallo *smart contract* relativamente al quale l'accordo tra le parti viene consacrato nel momento in cui le medesime parti accettano le condizioni previste dall'ICO;
2. Identificazione delle obbligazioni promesse: avviene contestualmente all'emissione del *digital token*. Nel *white paper* dell'ICO viene descritto il progetto dell'azienda emittente – rappresentato da un prodotto ovvero da un servizio innovativo – e di conseguenza è facilmente identificabile dalle parti;
3. Determinazione del prezzo della transazione: identificato nel *white paper*, rappresentato molto spesso in misura fissa con il cambio della valuta di riferimento (Euro o Dollaro);
4. Allocazione del prezzo alle obbligazioni: è possibile che la prestazione promessa in cambio del *digital token* non sia univoca, di conseguenza potrebbero manifestarsi delle criticità nel determinare il valore della singola obbligazione associata alla transazione;
5. Iscrizione del ricavo quando le *performance obligations* sono eseguite: se la piattaforma blockchain in cui deve realizzarsi la prestazione è già operativa e quindi il cliente ha da subito la possibilità di utilizzare il *digital token* in suo possesso, il ricavo si iscrive in Conto Economico contestualmente all'emissione del token; viceversa, se la struttura blockchain non è operativa per soddisfare il servizio promesso al sottoscrittore, il ricavo deve essere sospeso, venendo rilevato un anticipo da cliente.

Spesso, come contropartita rispetto alla sottoscrizione dell'*utility token*, le società emittenti ricevono non denaro ma criptovalute: è proprio per questo motivo che queste tipologie di ricavi vengono contabilizzate come variabili, in relazione alle volatilità tipiche delle valute in questione (quasi sempre Bitcoin o Ether).

4.4 La rappresentazione contabile degli *utility token* o valute virtuali di utilizzo

Fatte queste considerazioni, è evidente che, al fine della contabilizzazione degli *utility tokens* in bilancio da parte dell'emittente, sia opportuno seguire le regole previste dall'**IFRS 15**, che ben si adatta con la fattispecie di riferimento.

Invero, qualora l'emissione degli *utility token* travalichi il tradizionale rapporto cliente-fornitore, specie nell'ipotesi in cui l'infrastruttura non sia ancora operativa, sarebbe in astratto possibile ricorrere allo **IAS 32**, rubricato "Accantonamenti, passività e attività potenziali", nella logica per la quale viene rilevato un accantonamento, quale passività la cui tempistica o importo sono incerti. In tale scenario, la passività è definita quale obbligazione attuale dell'entità (emittente) derivante da eventi passati, il cui regolamento comporterebbe un esborso dall'entità (sottoscrittrice) di risorse atte a beneficiare di benefici economici (Sura 2021).

Parimenti, nell'ottica della società che sottoscrive l'*utility token*, ovvero che aderisce ad una ICO, si pone la questione relativa alle modalità di rilevazione nel bilancio d'esercizio. Seguendo l'ottica della capitalizzazione del costo sostenuto per l'ottenimento dell'*utility token*, attingendo alla prassi nazionale, l'**OIC 34**, al punto A.13, stabilisce che: "I costi per l'ottenimento del contratto di vendita sono iscritti nelle immobilizzazioni immateriali solo se:

- sostenuti specificatamente per un contratto di vendita;
- l'ottenimento del contratto è ragionevolmente certo; e
- tali costi sono recuperabili tramite il contratto di vendita.

Tuttavia, se si tratta di costi ricorrenti o di importo irrilevante gli stessi possono essere rilevati come costo direttamente a conto economico quando sostenuti.

I costi che saranno recuperati tramite il contratto di vendita nello stesso esercizio in cui sono sostenuti sono rilevati a conto economico.

I costi per l'ottenimento del contratto che sarebbero stati sostenuti anche se il contratto non fosse stato ottenuto sono contabilizzati a conto economico”.

Stante le ragionevoli limitazioni al processo di capitalizzazione, il principio contabile nazionale OIC 34 pare potersi leggere in simmetria con quanto previsto nell'ambito delle modalità di rilevazione e valutazione dei “Lavori in corso su ordinazione”, regolati dall'OIC 23, ed ancor più specificamente nell'ambito della definizione di “beni immateriali” prevista dall'OIC 24, quali entità che derivano da “diritti contrattuali o altri diritti legali, indipendentemente dal fatto che tali diritti siano trasferibili o separabili dalla società o da altri diritti e obbligazioni”.

Parimenti a livello internazionale, la dottrina è orientata verso la contabilizzazione del *token* secondo quanto previsto dallo **IAS 38** (Immobilizzazioni immateriali). Invero, nel caso dell'*utility token* il requisito del controllo è fornito da una chiave privata che permette l'accesso ai servizi identificabili con il *token* stesso. Molto spesso però è una singola persona che possiede concretamente la chiave d'accesso al *token*, non già la società, qualificando un'ipotesi di discrasia tra la forma (giuridica) e la sostanza dell'operazione (Incorvaia 2020).

Tale questione potrebbe essere superata andando ad assegnare a vari componenti del CdA ovvero ai componenti dell'organo di controllo alcuni frammenti della chiave privata d'accesso, in modo tale che il controllo del *token* sia effettivamente nelle mani della società in quanto tale e non solo di un singolo individuo. Una volta appurato che anche il requisito del controllo è presente, l'*utility token* può essere iscritto nelle Immobilizzazioni immateriali. La prima iscrizione avviene al costo d'acquisto, oltre gli oneri accessori, mentre le rilevazioni successive potranno essere effettuate anche attraverso il metodo del *fair value* (questo quando esiste un mercato di riferimento in cui vengono commercializzati gli specifici *token*). Così come per le criptovalute, anche gli *utility token* vengono equiparati ad *asset* a vita utile indefinita (Sterley 2019) e quindi soggetti ad *impairment test* secondo quanto previsto dallo IAS 36.

4.5 La disciplina giuridica dei *security token* o valute virtuali di investimento

È infine possibile ricondurre l'attività di detenzione e circolazione delle criptovalute alla sfera dell'investimento, qualificandosi come valute virtuali di investimento, a carattere

prettamente speculativo nei mercati finanziari, nella speranza di generare plusvalenze dalle fluttuazioni del tasso di cambio rispetto alla moneta legale, inducendo parte della dottrina, e ancor più della giurisprudenza⁶¹, a collocare le criptovalute nell'ambito della disciplina degli strumenti finanziari ovvero, in una prospettiva più ampia, dei prodotti finanziari (Masi 2021).

Invero, collocare le criptovalute nell'ambito degli strumenti finanziari impone delle considerazioni coordinate rispetto al contenuto del comma 2, art. 1, del D.lgs. n. 58/1998 (T.U.F.) ed alla Sezione C dell'Allegato I, che individua in un elenco ristretto gli strumenti finanziari, prevedendo espressamente che “gli strumenti di pagamento⁶² non sono strumenti finanziari”. Seppure le criptovalute, seguendo un orientamento restrittivo, non rientrano tra gli strumenti di pagamento⁶³, non può in ogni caso ravvisarsi un'inclusione tra gli strumenti finanziari (Greco 2019), semplicemente in quanto la definizione legale di strumento finanziario contenuta nel T.U.F. fa riferimento ad un elenco di strumenti tipici “non suscettibile di interpretazione analogica” (Salamone 1998, Greco 2019), nel quale non vi è modo di far rientrare le criptovalute (Greco 2019, Santoni 2021), che invece si caratterizzano per la loro stessa attitudine economica a fungere da strumento di scambio nei traffici commerciali (Masi 2021). Di contro, la disciplina giuridica dei prodotti finanziari, ricompresa al comma 1, art. 1, del D.lgs. n. 58/1998 (T.U.F.) ne indica una definizione dapprima analoga alla precedente, ricomprendendo gli strumenti finanziari già disciplinati nell'elenco di cui al comma 2, art. 1, del D.lgs. n. 58/1998 (T.U.F.), ed una più ampia, facendo riferimento ad ogni altra forma di investimento di natura finanziaria. Il rapporto *genus a speciem* tra prodotti finanziari e strumenti finanziari si presta ad una linea di demarcazione più netta rispetto alla definizione più ampia di prodotti finanziari, verso cui invece è richiesta un'opera di

⁶¹ Tribunale di Verona, Sez. II civ., 24 gennaio 2017 e Corte di Cassazione penale, sez. II, n. 26807/2020

⁶² Secondo l'art. 1, lett. s) del D.lgs. 27 gennaio 2010, n. 11, in attuazione della direttiva 2007/64/CE, relativa ai servizi di pagamento nel mercato interno, recante modifica delle direttive 97/7/CE, 2002/65/CE, 2005/60/CE, 2006/48/CE, e che abroga la direttiva 97/5/CE, come modificato dal D.lgs. 218/2017, per strumenti di pagamento si intende “qualsiasi dispositivo personalizzato e/o insieme di procedure concordate tra l'utente e il prestatore di servizi di pagamento e di cui l'utente di servizi di pagamento si avvale per impartire un ordine di pagamento”.

⁶³ Secondo Greco (2019), “Le valute virtuali non costituiscono strumenti di pagamento perché la quantità di valuta virtuale presente nel portafoglio digitale rimane nell'esclusiva sfera di dominio del proprietario, titolare dell'indirizzo e delle chiavi private di criptazione, e non entra nel conto di pagamento gestito da un prestatore di servizi di pagamento”.

interpretazione declinata al caso concreto, sulla base della presenza di fattori specifici che qualificano l'investimento:

- impiego di capitale;
- aspettativa di rendimento di natura finanziaria;
- assunzione di un rischio direttamente connesso e correlato all'impiego di capitale ⁶⁴.

La qualificazione all'interno della categoria dei prodotti finanziari, secondo parte della dottrina (Carriere 2019, Rinaldi 2019, Masi 2021) è riconducibile alla dimensione "intrinsecamente" finanziaria dell'investimento che definisce la causa concreta dell'acquisto del prodotto finanziario, non invece la tipologia contrattuale, la forma ovvero ancora la natura del negozio giuridico tra l'alienante e l'acquirente di criptovalute, concordando così con l'opinione secondo cui è sulla base "dell'operazione economica complessiva" che si qualifica l'investimento all'interno della categoria dei prodotti finanziari, con l'applicazione delle norme in materia di intermediazione finanziaria, più nello specifico le disposizioni previste nel T.U.F. e nei regolamenti attuativi in materia di appello al pubblico risparmio di prodotti finanziari, di prestazione di servizi ed, infine, attività di investimento (Greco 2019).

Infine, è necessario considerare che, secondo parte della dottrina più autorevole, tale nuovo modello economico della disintermediazione si sia risolto, in realtà, in una nuova forma di intermediazione, con nuovi operatori del mercato, gli attori definiti metamorfici, i cd. *exchange*, che sostituiscono, sul mercato secondario, i tradizionali intermediari nell'ambito del tradizionale processo di incontro tra domanda e offerta (La Sala 2020).

4.6 La rappresentazione contabile dei *security token* o valute virtuali di investimento

Nell'ambito della emissione di tali strumenti di investimento – denominata più correttamente *Security Token Offering* – occorre innanzitutto capire se il *token* vada inteso come strumento di debito oppure strumento rappresentativo del capitale sociale della

⁶⁴ In tal senso, la Consob, con la Comunicazione n. DTC/13038246 del 6 maggio 2013 ha precisato che per "ogni altra forma di investimento di natura finanziaria debbano intendersi le proposte di investimento che implicino la compresenza dei tre seguenti elementi: (i) impiego di capitale; (ii) aspettativa di rendimento di natura finanziaria e; (iii) assunzione di un rischio direttamente connesso e correlato all'impiego di capitale".

società, in quest'ultimo caso sarebbe più corretto parlare di *equity token*. Il principio contabile internazionale di riferimento è lo **IAS 32**.

Questo principio ci permette di capire se il *security token* (definito anche *investment token*) possa essere classificato come passività o come patrimonio netto all'interno del bilancio. Se lo strumento finanziario non è collegato ad un obbligo contrattuale a consegnare disponibilità liquide o un'altra attività finanziaria ad un'altra entità ovvero scambiare attività o passività con un'altra entità a condizioni potenzialmente sfavorevoli per l'emittente, allora potrà considerarsi una posta di patrimonio netto⁶⁵. Ancor più nello specifico, nel caso in cui il *security token* non presenti le caratteristiche tipiche dello strumento di debito, e quindi sia privo di un'obbligazione sottostante relativa ad un eventuale consegna di denaro o altro tipo di disponibilità liquida, può essere considerato come strumento di *equity* e quindi non contabilizzato nelle passività (Sixt e Himmer 2019).

Il *security token* che viene invece sottoscritto a seguito di una ICO e caratterizzato da uno *smart contract* che prevede un sistema di remunerazione e quindi la soggezione ad un rischio di investimento in capo al sottoscrittore, è da considerarsi a tutti gli effetti un titolo di debito.

La passività che deve essere registrata dalla società emittente viene disciplinata da un ulteriore principio contabile, l'**IFRS 9**, rubricato "Classificazione, misurazione e valutazione degli strumenti finanziari".

In particolare, questo principio distingue due categorie di passività: "*held for trading*" e "*other liability*".

La prima categoria fa riferimento a quegli strumenti finanziari detenuti con lo scopo di trarre profitto nel breve termine andando a generare plusvalenze sulle eventuali fluttuazioni delle quotazioni, in questo caso l'iscrizione in bilancio avviene con la valutazione a *fair value* (Sterley 2019). Nel secondo caso si fa riferimento a tutti quegli strumenti finanziari che non vengono detenuti con scopi di *trading*.

In questo caso il criterio da utilizzare ai fini dell'iscrizione in bilancio è il costo ammortizzato.

Alcune casistiche possono prevedere degli strumenti ibridi, dotati cioè di caratteristiche tipiche degli strumenti di debito ma essere in parte collegati al patrimonio netto. Lo IAS

⁶⁵ Paragrafo 16, IAS 32, Strumenti finanziari.

32 prevede che lo strumento di riferimento venga scorporato in modo tale che la passività venga contabilizzata come tale e la parte di patrimonio netto venga contabilizzata in via residuale.

Il trattamento è assimilabile a quanto previsto dal principio contabile nazionale **OIC 32**, rubricato “Strumenti finanziari derivati”. In qualità di strumenti finanziari, le rilevazioni successive saranno caratterizzate ad esempio dal pagamento di oneri finanziari che quindi dovranno essere registrati nel Conto Economico. Considerata inoltre la natura flessibile e l’atipicità che caratterizza gli *smart contract* alla base dei *digital token*, la normativa prevede che in merito all’emissione di *security token*, sia data ampia ed approfondita informazione nella Nota integrativa secondo quanto previsto dall’IFRS 7, rubricato “Strumenti finanziari: informazioni integrative”.

Parimenti, nell’ottica della società che sottoscrive *security token* si pone la questione relativa alle modalità di rilevazione nel bilancio d’esercizio. Il trattamento contabile dipende dalla società emittente: uno strumento considerato passività non può essere considerato strumento di *equity* da parte del sottoscrittore.

Nel caso di strumento di debito, la società dovrà contabilizzare i flussi di cassa in entrata all’interno del Rendiconto Finanziario, così come dovrà contabilizzare gli eventuali interessi all’interno della gestione accessoria o finanziaria del Conto Economico.

Quando invece il *token* è considerato strumento di *equity*, potrà essere contabilizzato seguendo quanto previsto dall’IFRS 9, andando a considerare lo strumento come un’azione detenuta senza obiettivi di speculazione a breve termine.

Un altro aspetto da tenere in considerazione è che i *security token* e i *token* in generale, sono estremamente suscettibili della variazione di valore delle criptovalute. Considerata l’elevata volatilità di questo *asset*, va da sé che questi strumenti sono percepiti come altamente rischiosi. Il tasso contrattuale più elevato rispetto a quello di mercato andrà a costituire una componente positiva di reddito da contabilizzare nel Conto Economico. Questa elevata volatilità fa sì che, quando non valutabili attraverso il metodo del *fair value* perché in assenza di un mercato di riferimento, si debba effettuare, molto più spesso rispetto a quanto avviene per i classici *asset*, un *impairment test* secondo quanto previsto dallo IAS 36. I *security tokens* rappresentano, nel mondo delle cripto-attività, ciò che più si avvicina al concetto di azione. Per questo motivo ci si chiede se essi siano dotati di quei diritti amministrativi tipici delle azioni come, ad esempio, diritto di partecipazione

all'assemblea degli azionisti e diritto di voto. Questa problematica è anche strettamente correlata all'eventualità di dover considerare la società emittente come una controllata e quindi procedere con la redazione del bilancio consolidato secondo quanto previsto dall'IFRS 10, rubricato "Consolidamento". Un'altra fattispecie potrebbe essere quella in cui il token dia diritto di voto solo su una determinata *business unit* dell'emittente e di conseguenza si avrebbe il poter di prendere delle decisioni in riferimento a quella singola unità di *business*. Quando la società emittente è molto frammentata, e la società che ha sottoscritto il *token* possiede un'influenza ovvero un controllo sull'emittente, allora il consolidamento è obbligatorio ai sensi dell'IFRS 10.

5. Sulla rappresentazione contabile delle cripto-passività nelle ICO. Proposte di disclosure in bilancio delle cripto-attività

La possibilità di utilizzare le cripto-attività nell'ambito delle transazioni economiche di un'impresa ha condotto a delle ambiguità in merito all'inquadramento giuridico dei diritti sottostanti a ciascuno strumento crittografico e parimenti alla loro rappresentazione contabile in bilancio. Gli approcci descritti nei paragrafi precedenti non possono che acclarare una oggettiva difficoltà nel raggiungere una definizione condivisa ed un approccio trasversale al fenomeno delle criptovalute e dei *digital token* utilizzati nell'ambito di un'attività imprenditoriale.

Stante l'attuale incertezza interpretativa, non può non condividersi l'orientamento secondo cui ai fini della rappresentazione in bilancio è necessario comprendere la sostanza economica ed il reale funzionamento delle cripto-attività (Caponera e Gola 2019).

	Cripto-attività	Payment token	Utility token	Security token	
Soggetto emittente	Profilo oggettivo	<i>Non viene assunta alcuna obbligazione nei confronti del sottoscrittore.</i>		<i>Obbligo di fornire beni e/o servizi al sottoscrittore-detentore</i>	<i>Obblighi correlati alle obbligazioni e/o azioni emesse al sottoscrittore-detentore.</i>
	Principio contabile di riferimento	Internazionale	IFRS 15 - Ricavi da contratti con i clienti	IFRS 15 - Ricavi da contratti con i clienti IAS 37 - Accantonamenti Passività potenziali e attività potenziali	IAS 32 - Strumenti finanziari: presentazione IFRS 9 - Strumenti finanziari
		Nazionale	OIC 34 - Ricavi	OIC 34 - Ricavi	OIC 19 - Debiti
Soggetto sottoscrittore	Profilo soggettivo	<i>Dipende dall'orizzonte temporale dell'investimento da parte del sottoscrittore/detentore</i>		<i>Dipende dall'orizzonte temporale dell'investimento da parte del sottoscrittore/detentore</i>	<i>Dipende dall'orizzonte temporale dell'investimento da parte del sottoscrittore/detentore</i>
	Principio contabile di riferimento	Internazionale	IAS 38 - Immobilizzazioni immateriali IAS 2 - Rimanenze	IFRS 15 - Costi per l'adempimento dei contratti	IFRS 9 - Strumenti finanziari
		Nazionale	OIC 24 - Immobilizzazioni immateriali OIC 13 - Rimanenze	OIC 34 - Costi per l'ottenimento del contratto	OIC 20 - Titoli di debito OIC 21 - Partecipazioni

Figura 15 La rappresentazione contabile delle cripto-attività in bilancio. Ns. elaborazione

Pur nondimeno, la Figura 15, presenta un'analisi sintetica di quanto meglio discusso nei paragrafi precedenti in merito alle finalità e agli orientamenti maggiormente diffusi tra gli emittenti ed i sottoscrittori/detentori di cripto-attività, in funzione del profilo oggettivo collegato all'investimento, quindi i diritti e gli obblighi sottostanti alle criptoattività, la liquidità del mercato, l'esistenza di quotazioni, nonché in funzione delle finalità perseguite dal soggetto sottoscrittore/detentore, ovvero il suo utilizzo effettivo (Casò 2021).

In tale contesto, appare in linea con quanto previsto dai principi contabili internazionali e nazionali, nonché con la funzione economica svolta dalle criptovalute, ritenere l'esistenza di un'incompatibilità assoluta tra queste ultime e la nozione di fondi ovvero di disponibilità liquide.

Si pone difatti, l'esigenza di valutare caso per caso l'orizzonte temporale dell'investimento da parte del sottoscrittore-detentore, distinguendo tra: *traders/exchangers* ovvero coloro i quali svolgono attività di compravendita di criptovalute, *investors* ovvero coloro i quali svolgono attività di investimento, ed infine i detentori, ovvero coloro i quali acquisiscono criptovalute con finalità di detenzione ovvero di utilizzo quale strumento di scambio con controparti consapevoli nell'ambito di un accordo contrattuale.

Gli organismi contabili internazionali e nazionali⁶⁶ per la categoria dei *payment token* convergono verso l'applicazione del contenuto del principio contabile internazionale IAS 2, ovvero OIC 13 in ambito nazionale, in tema di rimanenze, se detenute per la vendita nell'ambito dell'attività ordinaria, oppure - in tutti gli altri casi - come attività immateriali da contabilizzare secondo lo IAS 38, ovvero OIC 24 in ambito nazionale, per i soggetti qualificati quali *investors* e detentori la questione è più suscettibile di interpretazione.

Ciò in quanto l'assimilazione ad attività intangibili ovvero tra le rimanenze, con la conseguente valutazione al costo oppure al *fair value*, rischierebbe di creare una rappresentazione non veritiera del reale valore delle criptovalute, in quanto la scelta discrezionale dell'uno ovvero dell'altro metodo non condurrebbe ad una uniformità in merito alla valutazione economica, inoltre non verrebbe catturata la volatilità insita alle criptovalute. Nel caso di applicazione del principio delle attività immateriali, si propone

⁶⁶ Instituto de Contabilidad y Auditoria de Cuenta, RFA: RMR/38-14 pubblicato il 5 marzo 2014, nell'ambito del trattamento contabile delle criptovalute e più nello specifico di bitcoin

di effettuare degli emendamenti, qualora si adotti il metodo di valutazione del *fair value*, essendo prevista la rilevazione delle relative variazioni di valore in riserva a patrimonio netto e non a conto economico, non verrebbe evidenziata la volatilità del valore delle criptovalute.

Di contro, qualora la strategia di investimento induca a ritenere assimilabile il contenuto dello IAS 2, si concorda nel valutare le rimanenze nell'ambito dell'attività dei *broker-trader*, i quali valutano le rimanenze al *fair value* al netto dei costi di vendita, iscrivendo le variazioni a Conto economico nel periodo della variazione, secondo quanto previsto al par. 3, lett. b) dello IAS 2.

Nel mese di luglio 2020 l'*European Financial Reporting Advisory Group* (in breve "EFRAG") ha pubblicato un *discussion paper*⁶⁷ avente ad oggetto le modalità di contabilizzazione delle cripto-attività⁶⁸ (e parimenti passività⁶⁹) da parte dei titolari e degli emittenti di criptovalute, che redigono il bilancio in base agli IFRS, estendendo la posizione del Comitato risalente al 2019 ed analizzata nel paragrafo precedente, il quale si limitava a trattare esclusivamente la rappresentazione contabile dal lato del possessore della criptovaluta, e non anche dal lato dell'emittente di una ICO⁷⁰.

Difatti, in quest'ultimo caso, il *white paper* che definisce l'ICO qualifica in modo univoco e non replicabile i diritti (del detentore-possessore) e parimenti gli obblighi (in capo all'emittente).

Insito nelle modalità di rappresentazione contabile in capo al soggetto emittente, specificamente nella categoria degli *utility token*, vi è la definizione di cripto-passività, intesa quale obbligazione attuale dell'entità a trasferire una risorsa economica come risultato di eventi passati. In assenza di riferimenti normativi uniformi e di principi contabili trasversali, l'EFRAG, nell'ambito delle operazioni di ICO, ha individuato due ipotesi:

⁶⁷ EFRAG, (2020), Accounting for crypto-assets (liabilities): holder and issuer perspective.

⁶⁸ L'EFRAG definisce una cripto-attività come una rappresentazione digitale del valore o dei diritti contrattuali creati, trasferito e memorizzato su alcuni tipi di tecnologia di contabilità distribuita (DLT) di rete (ad es. Blockchain) e autenticato attraverso la crittografia.

⁶⁹ L'EFRAG definisce le "cripto-passività" come obblighi che derivano dal rilascio di cripto-attività che comportano l'obbligo attuale per l'entità emittente di trasferire o concedere l'accesso a una risorsa economica in formato digitale o forma non digitale.

⁷⁰ Più nello specifico, il *discussion paper* analizza il caso del possesso per conto terzi, ad integrazione della posizione più generale assunta dal documento dell'IFRIC del 2019, al fine di individuare chi abbia effettivamente il controllo economico sull'attività, sulla base dei termini e delle condizioni contrattuali, di leggi o regolamenti delle diverse giurisdizioni, o di come viene gestito dal depositario l'attività, e conseguentemente individuare il corretto trattamento contabile, così in (Pedotti 2022).

- 1) nella prima sono incluse obbligazioni che possono assumere la qualificazione di crediti, obbligazioni implicite o obbligazioni di prestazione verso entità emittenti, e derivano dall'emissione di *utility*, *security tokens* o *token* ibridi;
- 2) nella seconda non esistono obbligazioni a seguito dell'emissione della cripto-attività; in quest'ultimo caso l'ICO determina per il soggetto emittente la rilevazione di un componente positivo ovvero negativo da imputare a conto economico, e derivano dall'emissione di *payment token*.

Considerata la mancanza di orientamenti specifici nei principi contabili internazionali, l'ente emittente dovrà rifarsi al contenuto dello IAS 8 e quindi sviluppare una propria *accounting policy* che fornisca l'informativa rilevante per gli utilizzatori del bilancio (Pedotti 2022). In tale caso, dovrà considerare:

- i requisiti previsti da principi che trattano tematiche simili;
- le definizioni, i documenti di altri *standard setter* che usano *framework* contabili analoghi, la dottrina contabile e le prassi di settore generalmente accettate, nonché il *Conceptual Framework for Financial Reporting* pubblicato dallo IASB nel settembre 2010 ed integrato nel marzo 2018.

Secondo l'EFRAG, dunque, esistono diversi approcci contabili per gli emittenti di ICO, che possono essere applicati singolarmente ovvero congiuntamente:

- IFRS 9, considerando l'emissione di *security* e di *asset-based tokens* passività finanziaria;
- IAS 32, considerando l'emissione di *security* e di *asset-based tokens* strumento di capitale;
- IFRS 15, considerando le emissioni di *utility tokens* a potenziali clienti come anticipo per beni o servizi futuri (ad esempio nel caso di accesso ad una piattaforma);
- IAS 37, considerando le emissioni di *utility tokens* verso detentori che non si qualificano clienti come un'obbligazione, registrando quindi un accantonamento (come nel caso di obbligazioni implicite).

Parimenti, in relazione alle modalità di rappresentazione contabile delle cripto-attività, in capo ai soggetti qualificati *investors* ovvero per i semplici detentori ed utilizzatori, parrebbe legittima l'equiparazione alla categoria delle attività finanziarie che non costituiscono immobilizzazioni, all'interno dell'attivo circolante, secondo quanto

previsto dall'IFRS 9, in tema di strumenti finanziari, in cui la classificazione iniziale dipende dal *business model* e dalle caratteristiche dei flussi di cassa sottesi alle previsioni contrattuali dello strumento finanziario. L'IFRS 9 prevede che un'entità deve procedere alla valorizzazione delle attività finanziarie secondo il metodo del *fair value*, registrando le variazioni a Conto economico (c.d. "FVTPL"), specie per quelle cripto-attività detenute con finalità di *trading*. Parimenti, in ambito nazionale dall'OIC 21, così come disciplinato all'art. 2426, n. 9) c.c.⁷¹.

Lungo tale scenario, le informazioni integrative al bilancio costituiscono strumento di *cripto-disclosure*, risultando quanto mai indispensabili per fornire maggiore chiarezza ai fruitori del bilancio. Secondo Valentinetti e Rea (2022) il sistema informativo del bilancio rappresenta lo strumento finale di un processo di derivazione diretta rispetto alle rilevazioni in contabilità generale. In conseguenza di ciò, è possibile individuare una relazione indiretta ovvero mediata anche tra blockchain ed il bilancio d'esercizio.

Come previsto dal paragrafo 112 dello IAS 1, le note al bilancio devono presentare informazioni sui criteri di redazione del bilancio e sui principi contabili specifici utilizzati in conformità ai paragrafi 117–124, nonché fornire le informazioni richieste dagli IFRS che non sono presentate altrove nel bilancio e fornire informazioni che non sono presentate altrove nel bilancio, ma che sono rilevanti per la comprensione di ognuna di esse (Capaccioli 2021). Secondo il Comitato, oltre all'informativa altrimenti richiesta dagli IFRS in specifici principi contabili, un'entità sottoscrittrice-detentrica di cripto-attività è tenuta a fornire le informazioni aggiuntive, e più nello specifico:

- le informazioni integrative richieste dai paragrafi 36-39 dello IAS 2 per le criptovalute possedute per la vendita nel normale svolgimento dell'attività;
- le informazioni integrative richieste dai paragrafi 118-128 dello IAS 38 per le criptovalute non possedute per la vendita nel normale svolgimento dell'attività.

Ancora, come previsto dal paragrafo 122 dello IAS 1, un'entità deve dare evidenza dei giudizi che il *management* ha formulato, ad eccezione delle stime, in merito alle decisioni in ordine alla rappresentazione contabile delle cripto-attività detenute, qualora esse abbiano avuto un effetto significativo in bilancio.

⁷¹ Secondo l'art. 2426, n. 9): "*le rimanenze i titoli e le attività finanziarie che non costituiscono immobilizzazioni sono scritti al costo di acquisto o di produzione, calcolato secondo il n. 1, ovvero al valore di realizzazione desumibile dall'andamento del mercato, se minore; tale minore valore non può essere mantenuto nei successivi bilanci se ne sono venuti meno i motivi. I costi di distribuzione non possono essere computati nel costo di produzione*".

Infine, il paragrafo 21 dello IAS 10, rubricato “*Eventi successivi alla chiusura dell’esercizio*” richiede che un’entità deve fornire i dettagli di eventuali eventi significativi intervenuti dopo la data di chiusura del bilancio che non comportano rettifica, ma siano comunque rilevanti, incluse le informazioni sulla natura dell'evento e una stima del suo effetto finanziario, ovvero in alternativa una dichiarazione che tale stima non può essere effettuata.

Capitolo 4

L'inquadramento della blockchain nella prospettiva aziendale: verifica empirica e nuovi scenari di valutazione economica

1. Una verifica empirica. La modalità di diffusione della tecnologia blockchain nei contesti aziendali	118
1.1 La formulazione delle domande di ricerca e la metodologia.....	121
1.2 Analisi descrittive del campione selezionato.....	126
1.3 I risultati dell'indagine empirica e la discussione dei risultati nell'ottica della teoria della contingenza.....	128
1.4 Le implicazioni manageriali, i limiti e gli scenari futuri di ricerca	131
2. L'atipicità giuridica nella valutazione economica delle criptoattività.....	133
3. La valutazione economica delle cripto-attività.....	135
4. La blockchain e la strategia di valore aggiunto nell'ambito della valutazione economica.....	138

1. Una verifica empirica. La modalità di diffusione della tecnologia blockchain nei contesti aziendali

La natura reticolare delle applicazioni digitali attraverso la tecnologia blockchain può ben essere inquadrata ricorrendo alla legge di Metcalfe (1995), attraverso cui il valore di una rete è da considerarsi in relazione alla dimensione della rete medesima (Alabi 2017).

In tal senso, il valore della rete è proporzionale al quadrato dei nodi della rete e quindi il valore di una rete cresce in misura pari al quadrato del numero di nodi della rete stessa, contribuendo alla generazione del c.d. effetto *network* (Alabi 2020).

Così come affermato nel Capitolo 1, in relazione al grado di apertura ed in funzione dell'utilizzo della tecnologia blockchain, è possibile distinguere tra blockchain pubbliche e private. Parimenti, in relazione alla *governance* e quindi alla gerarchia di controllo dell'infrastruttura, nonché alla validazione delle informazioni immesse nella piattaforma dai nodi della rete, è possibile distinguere tra reti *permissionless*, *permissioned*, ovvero soluzioni ibride definite *consortium*.

L'analisi sulle modalità di applicazione della tecnologia blockchain non può non poggiare sulla premessa secondo cui l'eterogenea stratificazione delle *supply chain* nei diversi settori economici spesso segue logiche, relazioni e strutture assai diverse tra loro, ragion

per cui proporre una rigida standardizzazione non risulterebbe coerente con la flessibilità dell'oggetto d'indagine (MacCarthy, et al. 2016).

Secondo Pilkington (2018) le tecnologie basate su *Distributed Ledger Technology* (DLT) si prefiggono di sconvolgere i modelli di *business* tradizionali ed i processi gestionali esistenti, creando sistemi informativi trasparenti idonei ad essere condivisi da tutti i membri di una rete. L'intromissione della tecnologia blockchain lungo la *supply chain*, ormai sempre più internazionale e globalizzata, permette il coordinamento delle informazioni, delle merci e dei beni, riducendo i costi connessi alle spese generali di funzionamento, i costi sopportati in relazione alle frodi, agli errori ed i costi amministrativi (Boucher 2017).

I potenziali benefici di una struttura basata su blockchain sono stati resi ancor più evidenti nel corso della pandemia da COVID-19, ovvero nel periodo compreso tra il 2020 ed il 2021. Difatti, lo scenario del *lockdown* ha evidenziato la necessità di dotarsi di mercati di approvvigionamento diversificati e parimenti di processi integrati di digitalizzazione, quali *driver* per costruire *supply chain* più resilienti e flessibili (Lin e Lang 2020).

Secondo Wamba e Queiroz (2020) il maggior numero dei progetti blockchain è ancora nella fase di progettazione, dovendo ancora diventare commerciale, ovvero rimane ancorata ad un mercato di nicchia, non essendo stata implementata su larga scala.

Per tale ragione risulta interessante indagare le motivazioni che sottendono all'applicazione della tecnologia blockchain nei diversi contesti aziendali, fornendo un'analisi intersettoriale e intrasettoriale che evidenzia le modalità attraverso cui le organizzazioni identificano la blockchain lungo tre diverse aree di applicazione all'interno della gestione della *supply chain*: la tracciabilità delle informazioni e dei prodotti lungo la catena di approvvigionamento e nei mercati post-vendita, l'automazione dei processi, ovvero l'incremento di digitalizzazione e l'ottimizzazione dei flussi informativi, ed infine la valorizzazione dell'esperienza di acquisto del cliente mediante la dimostrazione della provenienza delle materie prime e del prodotto (Wafaa, MacCarthy e Treiblmaier 2022). Se la blockchain rappresenta la tecnologia di base, le criptoattività rappresentano gli strumenti che permettono di realizzare operativamente le finalità perseguite.

La letteratura esistente evidenzia concordemente l'esigenza delle aziende di dotarsi di un'infrastruttura digitale connessa, sicura e trasparente, tanto a beneficio dei clienti,

quanto in relazione al rispetto di normative ormai sempre più rivolte al mantenimento di pratiche di sostenibilità ambientale, sociale ed economica.

L'approccio verso la pianificazione delle risorse aziendali sulla base di *software ERP* è suscettibile di manomissione ovvero di rischi in termini di sicurezza ed immutabilità delle informazioni (Tian 2017), pertanto la tecnologia blockchain può ben sopperire a tali limitazioni attraverso la logica della decentralizzazione e l'immutabilità dei flussi informativi, verso la creazione di valore condiviso, con l'obiettivo di creare scenari di collaborazione basati sulla trasparenza, sulla minimizzazione dei costi fissi e sulla fiducia tra i diversi attori economici (Seebacher e Schuritz 2017).

L'implementazione di un sistema volto a garantire la sicurezza, la sostenibilità, la tracciabilità ed il monitoraggio dei prodotti richiede il controllo e la gestione di una elevata mole di dati, provenienti dall'intera catena di approvvigionamento, distribuzione e commercializzazione, secondo cadenze temporali definite *apriori* in grado di raccogliere le informazioni e trasferirle su una piattaforma informatica secondo processi automatizzati (Demestichas, et al. 2020), ovvero ancora traducendosi nell'ambito dei codici QR, della *Radio Frequency Identification* (RFID), dei sensori *wireless* (WSN), e ancora dell'*Internet of Things* (IoT) (Wortmann e Flüchter 2015, Chan 2015, Surasak, et al. 2019, Tian 2017), al fine di evitare caratterizzazioni monopolistiche delle informazioni, spesso arbitrarie e comunque asimmetriche e opache che potrebbero comportare problemi di fiducia nell'ambito della *supply chain*, quali: frode, corruzione, manomissione e falsificazione delle informazioni (Tian 2017).

Secondo Kshetri (2018) le proprietà della blockchain della immutabilità consente l'accesso a tutti i vari attori all'interno della *supply chain*, al fine di monitorare le informazioni relative agli ordini, alle spedizioni, alle consegne, ovvero allo stato di avanzamento dei lavori, eliminando la necessità di intermediari e migliorando le prestazioni della catena di approvvigionamento attraverso una minimizzazione dei costi. Wang *et. al* (2018) hanno evidenziato che sebbene esista un intento squisitamente speculativo da parte di molte aziende, riguardo l'impatto della tecnologia blockchain nell'ambito della *supply chain*, la sua conoscenza e quindi la diffusione è ancora limitata. Ragion per cui gli studiosi evidenziano come sia da rintracciare nella fiducia il fattore più influente che guida l'interesse degli operatori economici verso blockchain. Tale fiducia si declina nell'affidabilità delle informazioni, nella sicurezza e nella protezione dei dati.

Il ruolo della blockchain è quindi quello di fornire piattaforme senza soluzione di continuità ed informazioni simmetriche verso tutti gli attori economici della *supply chain*. Inoltre, le motivazioni che possono indurre verso un'adozione generalizzata della blockchain sono: la sicurezza e l'affidabilità delle informazioni, le disconnessioni geografiche e la complessità della catena di fornitura, nonché la sicurezza e l'autenticità del prodotto e delle materie prime, ovvero, infine, la lotta alla contraffazione e quindi la sicurezza pubblica.

Anche Jardim *et al.* (2021) identificano alcuni *driver* nell'applicazione della tecnologia blockchain lungo la *supply chain*, più nello specifico segnalano l'attitudine ad automatizzare i processi aziendali attraverso protocolli crittografati, nonché i vantaggi in termini di minimizzazione dei costi, incremento della trasparenza, della tracciabilità dei prodotti e delle materie prime, l'esistenza di un'unica fonte di dati piuttosto che una frammentazione, a beneficio dell'integrità e della sicurezza dei flussi informativi.

L'analisi della letteratura esistente evidenzia le potenzialità della tecnologia blockchain all'interno dei contesti aziendali, seppure le motivazioni ed i *driver* individuati risultino caratterizzati da un approccio ancora carente di prove derivanti da applicazioni sul campo, specie in relazione alla sostenibilità e alla profittabilità derivante dall'adozione di tale tecnologia.

Ragion per cui è possibile comprendere le potenzialità applicative della blockchain ricorrendo ad un approccio sistematico dei fattori che determinano l'adozione e quindi il successo della tecnologia, analizzando casi concreti in cui la tecnologia è stata introdotta quale strumento di progresso nella gestione della *supply chain*, per il controllo ed il monitoraggio dell'intero sistema informativo aziendale.

1.1 La formulazione delle domande di ricerca e la metodologia

Stante il diverso approccio descritto, è possibile indagare i percorsi e le modalità attraverso cui la tecnologia blockchain contribuisce alla creazione di valore nell'ambito dei contesti aziendali analizzando un campione rappresentativo di aziende e progetti.

L'obiettivo principale dell'analisi risiede nella descrizione e nella valutazione dell'impatto delle applicazioni blockchain all'interno dei contesti aziendali. Difatti, le caratteristiche precipue considerate nei capitoli precedenti del presente lavoro di ricerca

possono ben coniugarsi con l'esigenza di un monitoraggio costante delle informazioni lungo la *supply chain*. Ciò che pare rilevante è il cambiamento di paradigma che si realizza attraverso tale tecnologia, più specificamente il controllo delle informazioni avviene attraverso la decentralizzazione, e non già l'accentramento dei nodi della rete – fornitori, clienti, finanziatori, istituzioni.

La tecnologia blockchain fornisce uno strumento sicuro per la condivisione istantanea di informazioni tra gli *stakeholder* distribuiti lungo la catena di approvvigionamento, facilitando la gestione della filiera ed incrementando la visibilità, la tracciabilità e la trasparenza della catena di approvvigionamento, specie in una prospettiva globale (Wamba e Queiroz 2020).

Poiché la blockchain è una tecnologia emergente, ancora in una fase iniziale di crescita, l'esperienza della sua declinazione in applicazioni *software* presenti nel mondo reale, con specifico riguardo alle aziende operanti in settori tradizionali, è limitata (Xu, et al. 2019). La limitatezza nelle applicazioni si riscontra parimenti nella difficoltà di reperire fonti informative di rilevanza scientifica che analizzino compiutamente il fenomeno declinandolo nel processo di programmazione e gestione aziendale.

Il presente contributo intende esplorare le applicazioni della tecnologia blockchain nell'ambito dei diversi contesti aziendali.

Nello specifico:

RQ1: Qual è l'obiettivo cui mirano le aziende che hanno introdotto al proprio interno la tecnologia blockchain?

RQ2: In che modo viene trasformato il sistema informativo aziendale quale area maggiormente influenzata dalla tecnologia blockchain?

RQ3: Esiste una maggiore incidenza nelle applicazioni della tecnologia blockchain in funzione del settore di appartenenza delle aziende?

Nonostante le molteplici potenzialità descritte in capo alla tecnologia blockchain, esiste ancora uno studio limitato sulle effettive applicazioni nei molteplici settori economici, ragion per cui risultano ancora poco indagate le motivazioni che inducono all'adozione della tecnologia blockchain per la gestione della *supply chain*, ovvero ancora le principali

aree di applicazione ed infine i fattori di contingenza che ne influenzano l'introduzione lungo la filiera (Lacity 2018, Wafaa, MacCarthy e Treiblmaier 2022).

L'analisi empirica mira a fornire una visione organica sull'utilizzo della tecnologia blockchain nella *supply chain* di diversi settori economici.

In primo luogo, i risultati osservati confermano alcune delle motivazioni identificate dalla letteratura scientifica, pur individuandone altre, ulteriori, tra le quali è possibile annoverare la garanzia di qualità, la fidelizzazione dei clienti ed ulteriormente il *risk management*.

Al fine di appropiare le domande di ricerca, sono state osservate le modalità di applicazione della tecnologia blockchain nell'ambito dei tradizionali contesti aziendali selezionando 25 progetti, ricorrendo a fonti secondarie di informazioni, aventi quale minimo comun denominatore:

- l'orizzonte geografico non circoscritto a specifici confini territoriali, al pari della tecnologia blockchain *open source* accessibile in qualunque località senza vincoli spaziali e temporali;
- l'orizzonte temporale dei progetti operativi selezionati compreso nel triennio 2020 – 2023;
- l'utilizzo della blockchain all'interno di un programma già in fase operativo e non limitato a proclami forieri di suscitare il mero interesse dei *social media* con logiche ricadute nella visibilità aziendale;
- le fonti secondarie da cui sono stati tratti i progetti analizzati, sono rappresentate da portali *web* di informazione e divulgazione scientifica nell'ambito delle nuove tecnologie applicate alle *supply chain*. Più nello specifico: ledgerinsights e cointelegraph.

L'utilizzo di fonti secondarie è in linea con alcuni contributi scientifici (Wamba e Queiroz 2020), seppure laddove possibile sono state utilizzate informazioni dirette provenienti da informazioni pubblicate su siti internet delle aziende analizzate.

La difficoltà nel reperire le fonti può giustificarsi tanto nell'ambito della embrionalità dei progetti, quanto, si presume, nella diffidenza a divulgare informazioni sensibili su

percorsi di sperimentazione tecnologica suscettibili di emulazione, specie laddove non è ancora intervenuta la proprietà intellettuale.

L'approccio metodologico adottato è consistito nel raccogliere, nella prima fase, i dati da diverse fonti secondarie, e quindi nel collazionarli secondo una visione organica e coerente.

Successivamente, si è provveduto a svolgere delle analisi descrittive al fine di generare le informazioni principali sulle tendenze generali dei dati estratti, passando dall'analisi del settore, del progetto, dell'orizzonte temporale, del tipo di organizzazione, dello stadio di attuazione, della piattaforma blockchain utilizzata ed infine della motivazione e delle finalità, laddove spesso se ne riscontrava più d'una.

Sono state rilevate delle difficoltà nello svolgimento della presente analisi anzitutto nella raccolta e nel collazionamento dei dati.

Ciò in quanto le fonti consultate erano molteplici e talune includevano informazioni aggiuntive non presenti in talaltre.

Di conseguenza la veridicità dei dati e delle informazioni è suscettibile di ulteriori verifiche, stante in ogni caso l'accuratezza nel monitoraggio e nell'analisi dei progetti selezionati anche attraverso il ricorso a validazioni incrociate su più piattaforme di informazione, al fine di minimizzare i *bias* potenziali.

Sulla base di tali parametri, restando fermo l'obiettivo di ricerca teso ad individuare le modalità di utilizzo più diffuse e ricorrenti della rete blockchain e delle proprietà in essa insite nell'ambito dei contesti aziendali e, più specificamente, nella *supply chain*, sono stati selezionati progetti promossi da aziende multinazionali operanti in settori economici tradizionali, caratterizzati da una diffusione internazionale e dalla compresenza di un *partner* esperto nel settore delle tecnologie innovative basate su blockchain in grado di automatizzare i processi di gestione aziendale.

Vengono di seguito rappresentati i risultati.

Progetto	Piattaforma blockchain	Regione	Anno	Settore economico	Value creation	Obiettivo	
1	DIC Corporation	GreenToken di SAP	Asia	2022	Farmaceutico	data coordination	Sostenibilità e tracciabilità delle informazioni
2	US Air Force	SIMBA Chain	America	2022	Aeronautica	data coordination	Efficienza e sicurezza nazionale
3	Tata Steel	iov42	Europa	2022	Siderurgia	data coordination	Efficienza e tracciabilità delle informazioni
4	De Beers	Tracr	Europa	2022	Diamanti	data visibility	Efficienza e fidelizzazione dei clienti
5	Marubeni	Covantis	Mondo	2018	Agroalimentare	data coordination	Efficienza e tracciabilità delle informazioni
6	Blue Korintji Coffee, NOKA e Alko Sumatra Kopi (ALKO)	n.d.	Asia	2021	Agroalimentare	data visibility	Efficienza e tracciabilità delle informazioni
7	Mitsubishi Chemicals	Circularise	Mondo	2021	Farmaceutico	data coordination	Sostenibilità e tracciabilità delle informazioni
8	Global Shipping Business Network (GSBN)	n.d.	Asia	2021	Logistica	data coordination	Efficienza e tracciabilità delle informazioni
9	Tesla	Re Source	Mondo	2020	Automotive	data visibility	Sostenibilità e tracciabilità delle informazioni
10	Tech Mahindra	StaTwig	Mondo	2021	Servizi	data visibility	Efficienza, sicurezza nazionale e lotta alla contraffazione
11	Birra Peroni	EY OpsChain Traceability	Europa	2021	Agroalimentare	data visibility	Efficienza e tracciabilità delle informazioni
12	BMW	Coinweb e BNB Chain	Mondo	2022	Automotive	data visibility	Sostenibilità e tracciabilità delle informazioni
13	Jaguar Land Rover	Circular	Mondo	2021	Automotive	data coordination	Sostenibilità, tracciabilità e garanzia di qualità
14	Denim	Circularise	Mondo	2020	Abbigliamento	data visibility	Sostenibilità, tracciabilità e garanzia di qualità
15	Porsche	CircularTree	Europa	2020	Automotive	data visibility	Sostenibilità, tracciabilità e garanzia di qualità
16	Aglive	n.d.	Australia	2020	Agroalimentare	data visibility	Efficienza e tracciabilità delle informazioni e lotta alla contraffazione
17	Consorzio Arance Rosse di Sicilia IGP	ROUGE	Europa	2019	Agroalimentare	data visibility	Efficienza e tracciabilità delle informazioni e lotta alla contraffazione
18	Carrefour e Nestlé	IBM Food Trust	Mondo	2019	Agroalimentare	data visibility	Efficienza e fidelizzazione dei clienti
19	Pfizer	VitaDAO	Mondo	2023	Sanitario	data visibility	Efficienza, sicurezza nazionale e lotta alla contraffazione
20	Tesco	Keep Sea Blue	Mondo	2023	GDO	data coordination	Sostenibilità
21	Diesel	HAPE	Mondo	2023	Abbigliamento	data visibility	Sostenibilità, tracciabilità e garanzia di qualità
22	Mediterranean Shipping Company	WAVE BL	Europa	2022	Logistica	data coordination	Efficienza e risk management
23	Nike.Swoosh	RTFKT Studios	Mondo	2023	Abbigliamento	data visibility	Efficienza e risk management
24	GameStop	Immutable X	Mondo	2023	Gaming	data visibility	Efficienza e fidelizzazione dei clienti
25	JCB	IDEMIA	Asia	2023	Finanziario	data visibility	Efficienza e tracciabilità delle informazioni

Tabella 5 Risultati dell'analisi empirica. Ns. elaborazione

I progetti selezionati ed analizzati presentano un'eterogeneità di settori economici di destinazione, sviluppandosi tanto in quello agroalimentare, oggetto di specifico *focus* nell'ambito del presente lavoro di ricerca, quanto in quello sanitario, della logistica e finanziario.

Il 72% delle aziende selezionate risultano quotate in mercati regolamentari, con una maggiore concentrazione sui mercati asiatici, mentre il rimanente 28% non risulta quotato in quanto rappresentati da consorzi appositamente costituite per lo sviluppo del progetto ovvero da amministrazioni pubbliche.

L'orizzonte temporale di riferimento è il quinquennio 2019-2023, mentre il perimetro territoriale è quanto più possibile quello internazionale.

Si osserva che il maggior numero di progetti analizzati presenta aziende focali *leader* del settore d'appartenenza e *partner* specializzati nel settore dello sviluppo delle tecnologie emergenti, e più specificamente, nelle *Distributed Ledger Technology* (DLT), ed inoltre i progetti blockchain propongono reti *permissioned* in cui l'identificazione preventiva è condizione necessaria per verificare e, soprattutto, validare le informazioni lungo la "catena di blocchi".

1.2 Analisi descrittive del campione selezionato

Sulla base delle premesse avanzate nel presente paragrafo, è possibile rilevare che oltre il 60% dei progetti selezionati ambisce a creare un rapporto diretto tra l'utilizzo della tecnologia blockchain, sulla scorta delle tecnologie "integrative" quali l'intelligenza artificiale, la realtà virtuale, l'*Internet of Things* e la robotica, con i consumatori e gli utenti finali, stante il richiamo sempre più cogente da parte dei regolatori internazionali verso *standard* di sviluppo sostenibile lungo tre dimensioni – economica, sociale ed ecologica – al fine di ridurre la povertà, le diseguaglianze ed affrontare i cambiamenti climatici, così come promosso dai 17 Obiettivi per lo Sviluppo Sostenibile – *Sustainable Development Goals, SDGs* – dell'Agenda 2030 per lo Sviluppo sostenibile, sottoscritta il 25 settembre 2015 da 193 Paesi membri delle Nazioni Unite e successivamente approvata dall'Assemblea Generale dell'ONU.

Nello specifico, il progetto condotto dall'azienda DIC Corporation, orientandosi verso obiettivi di sostenibilità ambientale mira a realizzare, in collaborazione con SAP SE, multinazionale europea per la produzione di *software* gestionali, un sistema di tracciabilità dei rifiuti in plastica, secondo un approccio orientato al prodotto in una logica di *data coordination*, al fine di incentivarne il riciclaggio, garantendo una maggiore circolarità nel mercato degli imballaggi alimentari. Secondo quanto riportato nel manifesto iniziale, il nuovo progetto utilizzerà il sistema GreenToken implementato da SAP SE con l'obiettivo di tracciare le materie prime lungo la catena di approvvigionamento, migliorando la visibilità dei processi di produzione e rendendo trasparenti i dati relativi alle proprietà fisiche e alla qualità delle risorse utilizzate.

Parimenti, il progetto promosso dalla US Air Force operante nel settore della difesa aeronautica militare statunitense, in collaborazione con la *start up* SIMBA Chain, orientandosi verso obiettivi di efficienza nella gestione delle risorse secondo un approccio orientato ad accentrare il governo dei flussi informativi interni.

La collaborazione con il Dipartimento della Difesa americano già in precedenza ha teso razionalizzare ed automatizzare il processo di *budgeting* nella gestione della *supply chain* attraverso la creazione di *digital token*, i quali attuano una funzione di monitoraggio della spesa evidenziando possibili scostamenti tra costi stimati ed effettivi, rilevando le transazioni sul registro immutabile idoneo a tenere traccia di componenti, elementi ovvero articoli lungo la *supply chain* e durante il ciclo di vita in modo facilmente verificabile.

Ancora, nell'ambito dell'industria siderurgica, la tecnologia blockchain ha dimostrato le sue potenzialità, anzitutto rappresentando una valida alternativa alla documentazione cartacea o informatica negli scambi commerciali convenzionali, facilitando la riconciliazione in entrata ed in uscita, nonché garantendo l'autenticità del flusso di elaborazione delle informazioni attraverso una minimizzazione dei costi tradizionali di transazione. Successivamente la blockchain è stata utilizzata per migliorare la tracciabilità nella catena di approvvigionamento dell'acciaio attraverso l'introduzione di passaporti digitali dei prodotti che mirano ad incentivare la strategia di decarbonizzazione con specifico riguardo al mercato del Regno Unito⁷².

Sempre in un'ottica di trasformazione digitale dell'industria di riferimento, con l'obiettivo di sensibilizzare e fidelizzare i clienti, l'azienda *leader* del settore dei diamanti De Beers, ha sviluppato un'applicazione blockchain – *data visibility* – direttamente rivolta ai clienti, attuali e potenziali, definita *Tracr* che si propone di tracciare la pietra preziosa selezionata dal cliente al momento dell'ordine d'acquisto, dalla fase della estrazione e fino all'ultima fase di commercializzazione e vendita presso il negozio fisico di prossimità.

L'obiettivo della tracciabilità lungo l'intera *supply chain* mira a garantire una maggiore efficienza, sostenibilità ed economicità delle risorse e dei prodotti impiegati nell'ambito del proprio processo produttivo, seppure rilevi sottolineare come il monitoraggio della

⁷² L'organizzazione Technology Connected operante in Galles ha costituito il network Blockchain Connected che mira a promuovere l'adozione delle tecnologie e delle organizzazioni *Blockchain-based* nei molteplici settori industriali presenti sul territorio, stimolando altresì la ricerca e la formazione specialistica.

catena del valore implica maggiore fiducia, qualità e sicurezza sull'ecosistema sovrastante (Saberli, et al. 2019, Xu, et al. 2019)

La ricerca futura potrebbe concentrarsi sulla progettazione di meccanismi di consenso standardizzati ed accettati trasversalmente dagli operatori economici, ovvero sulla progettazione di un'adeguata *governance* che consenta di monitorare e controllare gli accessi, ed infine sul ruolo delle istituzioni, specie quelle internazionali ed europee, al fine di promuovere una regolamentazione chiara nella gestione della catena di approvvigionamento (Zhang e Ling 2023).

In definitiva, l'approccio verso il governo dei processi aziendali cui aspira l'infrastruttura blockchain, mira tanto ad un'ottica orientata al prodotto attraverso la pianificazione e la gestione integrata della catena di approvvigionamento, della logistica e della distribuzione, quanto ad un'ottica orientata alle informazioni attraverso la gestione completa ed integrata dei flussi di dati che transitano sin dalla fase dell'approvvigionamento, dell'ordine, della consegna e della fatturazione e pagamento, verso la platea di *stakeholder* esistenti e potenziali.

1.3 I risultati dell'indagine empirica e la discussione dei risultati nell'ottica della teoria della contingenza

I risultati osservati confermano alcune delle motivazioni identificate dalla letteratura scientifica, pur individuandone altre, ulteriori, tra le quali è possibile annoverare la garanzia di qualità, la fidelizzazione dei clienti ed ulteriormente il *risk management*. Seguendo l'approccio di (Wamba e Queiroz 2020) è possibile ricorrere alla teoria della contingenza (Afifi e Stonebraker 2004), ampiamente utilizzate negli studi di *supply chain management* al fine di evidenziare la capacità di risposta delle organizzazioni alle sfide ed ai cambiamenti provenienti dall'ambiente esterno, tra cui evidentemente gli stimoli provenienti da fenomeni quali la digitalizzazione ed il progresso tecnologico.

Dall'analisi dei casi selezionati, è possibile osservare che la concreta modalità di utilizzo della rete blockchain e delle proprietà in essa insite e, più specificamente, nella *supply chain*, ritrova una duplice ricorrenza che si manifesta in relazione al grado di apertura e di condivisione delle informazioni lungo i confini *inter* e *intra* aziendali, orientati al

consumatore finale ovvero ai *partner* di produzione, logistica, distribuzione e commercializzazione.

In tal senso è possibile distinguere tra:

- *Data visibility*: l'utilizzo dell'infrastruttura blockchain è tesa alla condivisione delle informazioni verso i consumatori e gli utenti finali dei prodotti ovvero dei servizi offerti dall'azienda. In tal senso la blockchain è integrata con tecnologie come l'Intelligenza artificiale (Kietzmann J. 2018), la realtà virtuale (Farshid M. 2018), l'*Internet of Things* (Atzori L. 2010) e la robotica (Huang F. 2019), le quali hanno progressivamente offuscato le logiche tradizionali di competizione e quindi i vantaggi competitivi tipici delle aziende sul mercato;
- *Data coordination*: l'utilizzo dell'infrastruttura blockchain è tesa alla condivisione delle informazioni verso altre aziende che si pongono lungo la filiera di produzione, logistica, distribuzione e commercializzazione, stimolando processi di pianificazione integrata delle informazioni attraverso protocolli informatici automatizzati all'interno dei quali vengono scanditi in modo immutabile e condiviso i processi adottati da ogni entità coinvolta nella gestione dei flussi informativi.

Tale scenario enfatizza un approccio reticolare che può avvenire *on-chain*, ovvero all'interno della medesima infrastruttura blockchain, mediante la creazione di specifici *smart contract* che disciplinano le transazioni economiche tra i vari attori – aziende – coinvolte nel processo di produzione, logistica, distribuzione e commercializzazione, diversamente *off-chain* ricorrendo ai tradizionali mezzi di condivisione e di regolazione delle informazioni – *Enterprise Resource Planning* (ERP) – attraverso cui presidiare l'efficienza e l'efficacia della gestione concentrandosi sull'attività di organizzazione, gestione e controllo delle risorse impiegate.

L'efficienza e la tracciabilità risultano essere i fattori abilitanti della tecnologia blockchain al fine di migliorare la trasparenza e la sicurezza dei prodotti e, più in generale, del sistema informativo aziendale.

I risultati osservati mostrano anche come variano le motivazioni principali in tutti i settori. Ad esempio, la sostenibilità e la tracciabilità delle informazioni sono motivazioni più ricorrenti nel settore agroalimentare, mentre la garanzia di qualità e la fidelizzazione del cliente sono motivazioni più rilevanti nel settore industriale e della logistica. Parimenti, è possibile ritenere coerente che la sicurezza nazionale e del processo decisionale sia una

motivazione più ricorrente nell'industria aeronautica e sanitaria. Garantire la sostenibilità e l'autenticità del prodotto sono tra le principali motivazioni tanto nell'industria dell'abbigliamento quanto in quella dell'agroalimentare.

Ciò che pare essere presente in maniera trasversale tra i diversi settori economici studiati risiede nella ricerca di efficienza dei processi che governano la gestione delle informazioni che transitano all'interno della *supply chain* in vista della minimizzazione dei costi di transazione derivanti dall'asimmetria informativa esistente tra gli attori economici coinvolti.

Dall'analisi dei progetti blockchain selezionati è inoltre possibile osservare che le aree specifiche di applicazione convergono verso:

- Soluzioni blockchain destinate a rappresentare un efficace sistema di tracciabilità dei prodotti;
- Soluzioni blockchain destinate ad abilitare, supportare ovvero integrare e migliorare specifici processi aziendali;
- Soluzioni blockchain destinate a realizzare una migliore esperienza d'acquisto per il cliente, supportato da garanzia di autenticità e trasparenza del prodotto ovvero del servizio.

Seguendo un approccio contingente in contrapposizione ad uno universalistico è opportuno precisare che la tecnologia di gestione delle risorse e quindi delle informazioni più efficace all'interno di un'organizzazione è direttamente dipendente dall'insieme di circostanze presenti nell'ambiente esterno in quel particolare momento nel tempo (Woodward 1958, Thompson 1967). Ragion per cui la relazione causa-effetto rappresentata dall'impatto dei cambiamenti provenienti dall'ambiente esterno sulle caratteristiche strutturali di una forma organizzativa è suscettibile di condizionare ed influenzare lo sviluppo e l'implementazione di nuove tecnologie e nuovi sistemi di controllo (Mintzberg e Westley 1992).

Conseguentemente, l'introduzione di nuove tecnologie, come ad esempio la blockchain, all'interno dei sistemi informativi aziendali, potrebbe rappresentare la soluzione alla sfida competitiva internazionale, divenendo lo strumento per il riposizionamento strategico

delle aziende operanti nella *long supply chain* al fine di realizzare un miglioramento del processo di programmazione, pianificazione e gestione delle informazioni.

1.4 Le implicazioni manageriali, i limiti e gli scenari futuri di ricerca

L'intrinseca natura multidisciplinare delle applicazioni blockchain, il loro impatto in molteplici settori economici ed aree funzionali richiede un approccio trasversale tanto teorico al fine di incentivare la conoscenza e quindi la diffusione della tecnologia, quanto pratico per estrinsecare le sue potenzialità e le implicazioni, specie nella fase di iniziale sviluppo industriale (Casino, Dasaklis e Patsakis 2019, Saberi, et al. 2019).

La diversificazione dei risultati e l'eterogeneità dei settori economici analizzati conferiscono una visione d'insieme sulle implicazioni manageriali per gli attori economici. Ciò in quanto, le informazioni rinvenute sulla base dei 25 casi aziendali esaminati segnalano che l'utilizzo della tecnologia blockchain abbraccia una molteplicità di aree e sottendono diversi obiettivi, tra i quali una maggiore informazione circa le proprietà fisiche e non fisiche del prodotto ovvero del servizio, una migliore stratificazione rivolta all'esperienza di acquisto del cliente ed un'implementazione dei processi aziendali che scandiscono il sistema informativo.

Sulla base dei risultati osservati le implicazioni manageriali che ne discendono coincidono anzitutto con una più approfondita comprensione del fenomeno sotteso all'applicazione della tecnologia blockchain all'interno dei diversi contesti aziendali, rappresentando un modello per stimolare un processo interno di valutazione di fattibilità e convenienza, in vista di una migliore comunicazione con gli *stakeholder*.

L'analisi delle condizioni dall'ambiente esterno può ben rappresentare un segnale di stimolo verso un processo di graduale applicazione delle soluzioni blockchain all'interno della *supply chain*, al fine di raggiungere una migliore comprensione del valore aziendale effettivo.

Inoltre, considerata l'effervescenza del campo d'indagine relativo alle applicazioni della tecnologia blockchain lungo le *supply chain*, i risultati della presente indagine possono ben essere estesi attraverso ulteriori ricerche sui medesimi casi aziendali con un approccio longitudinale al fine di verificare lo stadio di attuazione della tecnologia dopo un quinquennio.

Le limitazioni sono connesse al campione selezionato che, può ben essere esteso tanto in funzione puramente numerica quanto in ottica dei settori economici selezionati, rappresentando le basi per future direttrici di ricerca, parallelamente allo sviluppo della tecnologia ed alla diffusione delle potenzialità insite dalla sua applicazione.

Ancora le fonti consultate, seppure sottoposte ad un'analisi incrociata di veridicità, possono essere suscettibili di approfondimento qualora venissero effettuate interviste dirette su larga scale, ovvero qualora esistesse una piattaforma di censimento diretto dei progetti blockchain attivati dalle varie realtà imprenditoriali, sulla base di un perimetro territoriale definito ma non limitato, all'interno del quale inserire le informazioni sul progetto, sui *partner* tecnologici, sulle finalità e gli obiettivi perseguiti.

Ulteriori proposte alla ricerca futura sul tema possono proporsi in relazione ad un'analisi più organica. Difatti, l'interesse suscitato tanto negli attori economici quanto nei *media* può dissolversi integralmente qualora risulti limitato a generici proclami sensazionalistici non supportati da piani operativi. In tal senso, indagare circa le determinanti strutturali delle aziende che intendono approcciarsi all'implementazione della tecnologia blockchain potrebbe avere come direttrice la valutazione delle aziende a più alta intensità tecnologica rispetto a quello tradizionalmente più caratterizzate da protocolli e procedure standardizzate, valutando se esiste una correlazione tra l'intensità tecnologica esistente e l'adozione della tecnologia blockchain.

Ulteriormente, verificare se l'incremento delle catene di approvvigionamento su scala globale, parimenti ad una marginalizzazione della localizzazione geografica e delle dimensioni, risulti in progressione con l'applicazione della blockchain e con la regolamentazione normativa al fine di garantire la tracciabilità e la sostenibilità dei prodotti ovvero dei servizi offerti al mercato.

La presente indagine fornisce uno scenario circa l'attuale stato d'applicazione della tecnologia blockchain, idonea ad essere utilizzata al fine di perfezionare, sperimentare ed estendere la teoria esistente, con rilevanti implicazioni manageriali nell'ambito del processo di programmazione, gestione e controllo delle risorse e dei flussi informativi aziendali.

2. L'atipicità giuridica nella valutazione economica delle cryptoattività

Il progressivo orientamento verso scenari di marginalizzazione delle modalità tradizionali di circolazione del valore trova una rigidità nell'applicazione all'interno dei contesti aziendali in quanto porta con sé la scarsa conoscenza degli utenti verso processi di digitalizzazione ed universalizzazione dei beni e dei servizi in *asset* dematerializzati e disintermediati (Carrière, et al. 2023).

Secondo il report dell'Osservatorio Blockchain & Distributed Ledger Technology del Politecnico di Milano (d'ora in avanti anche "Osservatorio"), le principali criticità emerse dall'analisi dei processi che governano la *supply chain* in diversi settori economici sono:

- la scarsa visibilità dell'offerta ed il limitato grado di digitalizzazione delle imprese;
- la presenza di processi inefficienti di produzione, distribuzione, commercializzazione e comunicazione;
- gli elevati costi da sostenere per la risoluzione di controversie con gli *stakeholders*.

In tal senso, il fattore produttivo immateriale rappresentato dal coordinamento dei processi aziendali risulta attenuato e non ancora maturo. Attraverso la blockchain è possibile agire sul sistema informativo aziendale garantendo maggiore trasparenza, coordinazione ed immutabilità alle transazioni condotte verso gli *stakeholder* lungo la *supply chain*, ovvero agire sul sistema produttivo, definendo i processi di tracciabilità lungo le diverse fasi della filiera al fine di ottenere una mappatura immutabile degli eventi, dei soggetti e delle azioni intervenute nel solco di un monitoraggio continuo del prodotto ovvero del servizio offerto.

Secondo l'Osservatorio dal 01.03.2016 al 31.07.2021 sono stati avviati, già in fase operativa, da parte di aziende che operano in settori tradizionali, 174 progetti che impiegano la tecnologia blockchain lungo la propria *supply chain*, con un incremento di oltre il 90% nel periodo compreso tra il 2016 ed il 2021.

Tra questi, 48 sono progetti nati nel territorio europeo, 38 in Asia e 32 in America. Circa il 26% dei progetti analizzati risulta operante nel settore dell'agroalimentare, il 18% nel settore finanziario ed il 14% nell'ambito del settore della logistica, con una maggiore concentrazione verso la commistione della tecnologia blockchain con il sistema informativo aziendale, piuttosto che con il sistema produttivo, ad eccezione del settore agroalimentare, all'interno del quale la tecnologia blockchain è stata maggiormente

utilizzata al fine di creare dei protocolli di tracciabilità dei prodotti lungo la filiera, definendone gli ingredienti qualificatori e le fasi di trattamento.

Le principali finalità sottese all'introduzione della tecnologia blockchain si ascrivono al perseguimento di obiettivi di efficienza⁷³, di trasparenza ed autenticità dei processi e delle informazioni.

I *digital token* vengono utilizzati soltanto dal 10% dei progetti in fase operativa mentre la percentuale prevalente non ha emesso alcuna categoria di *token* (Osservatorio Blockchain & Distributed Ledger Technology, Politecnico di Torino; 2022).

Ciò a ragion veduta pare potersi ascrivere a pieno titolo nella scarsa conoscenza del fenomeno delle criptoattività nell'ambito dei contesti aziendali, nonché ancora nella limitata e frastagliata regolamentazione normativa tanto di ordine europeo quanto nazionale.

Ragion per cui, se la rappresentazione contabile attiene alla fase della rilevazione dei fatti gestionali (Sorci 2002, Montrone, Ricciardi e Rubino 2019), la valutazione, nell'ambito della gestione straordinaria dell'azienda, è un processo estimativo che si concretizza nell'attribuire una specifica configurazione di valore ad un'azienda, ovvero ad uno specifico *asset*, considerando i risultati economici, finanziari e patrimoniali, unitamente al posizionamento competitivo, alle caratteristiche del mercato, ai clienti ed ai canali distributivi che definiscono l'ambiente esterno nel quale l'azienda svolge la propria attività economica (Fazzini 2018, Ceppellini e Lugano 2020).

Il risultato di tale processo culmina nel documento che contiene un giudizio sul valore di uno specifico *asset* (azienda, partecipazione, strumento finanziario, bene materiale o immateriale) oppure di una passività (Ciocca e Cioccarelli 2018).

La misurazione del valore è di interesse nell'ambito delle garanzie societarie, specie verso gli *stakeholder* e i soci di minoranza (Comuzzi 2005), ancora in occasione di acquisizioni e cessioni d'azienda, nonché nella formazione del bilancio d'esercizio e/o intermedio, specie in relazione alla misurazione del *fair value* in luogo del principio del costo, secondo l'approccio più orientato al mercato, scandito dai principi contabili internazionali in cui il valore contabile di uno specifico *asset* è approssimato al valore economico

⁷³ Secondo Pastore (2019) l'efficienza è "intesa quale attitudine del sistema aziendale a conseguire i risultati programmati con un impiego ottimale di risorse, riducendo al minimo gli sprechi, le duplicazioni, i tempi di esecuzione dei compiti, e quindi, in ultima analisi, i costi".

(Pozzoli 2021), ed infine nella misurazione periodica delle *performance* dell'azienda in un'ottica tanto strategica e quanto gestionale (Bini e Guatri 2007, Comuzzi 2016).

Il quadro eterogeneo che discende dai tentativi di classificazione delle cripto-attività, così come descritti nell'ambito del Capitolo 3 del presente lavoro di ricerca, impone un'attenta, quanto preliminare, identificazione dell'oggetto sottostante il processo di valutazione economica.

Ciò in quanto, le molteplici funzioni cui potenzialmente assolvono le cripto-attività, correlati ai casi d'utilizzo della tecnologia blockchain, aumentano significativamente il rischio intrinseco della valutazione di tali *asset* (*inherent risk*) (Agnoli e Zamboni 2021). L'elevato grado di diversità nella natura e nella funzione economica dei *digital token*, unitamente allo stadio embrionale assolto da tali *asset* nell'ambito delle transazioni economiche, specie in quelle societarie, limita lo sviluppo di metodologie di valutazione idonee a rappresentare modelli predittivi di riferimento coerenti nella stima dei prezzi dei *digital token*.

Secondo Valentinetti e Rea (2022), nell'ambito delle rilevazioni contabili, la tecnologia blockchain garantirebbe un valido supporto alla maggiore accuratezza ed obiettività nell'applicazione dei differenti criteri di valutazione – costo storico o *fair value* – stante la necessità di contestualizzare gli aspetti definitori secondo la logica dell'*accounting judgement*, sottesa ad una solida conoscenza delle regole contabili condivise.

Le applicazioni della tecnologia blockchain sono, ad oggi, in continua evoluzione, suscettibile di estensione a innumerevoli settori merceologici, rimanendo ancorate alle metodologie di valutazione del modello di *business* sottostante, e quindi potendone incrementare il valore complessivo dell'entità soltanto al crescere delle sue potenzialità (Moro Visconti 2019)

3. La valutazione economica delle cripto-attività

La tecnologia blockchain abilita l'economia verso percorsi di condivisione basati sull'accesso paritario e decentralizzato alle informazioni, travalicando l'assetto tradizionale centralizzato da un'autorità intermedia.

È ormai noto che la tecnologia blockchain permette la registrazione dei dati all'interno di un blocco immutabile retroattivamente se non attraverso la variazione della sequenza

dei blocchi successivi, grazie allo schema di validazione con chiavi crittografate ed alla necessità di ottenere un consenso maggioritario tra i nodi partecipanti alla rete (Norman, Karavas e Reed 2018).

Come illustrato nell'ambito della verifica empirica, le strategie di differenziazione tecnologica innescate dalle applicazioni della tecnologia blockchain, spaziando in molteplici ed eterogenei settori economici ed aree aziendali, permettono di contribuire alla ri-definizione di nuovi modelli di valutazione, delineando *business* innovativi per i quali maggiore è la pervasività della blockchain, più ampio sarà il valore stesso della tecnologia e quindi l'impatto nell'abilitazione ovvero nel ri-collocamento di prodotti e processi.

L'avvento dell'*Internet of value* ha contribuito a modificare le modalità di scambio del valore – declinato nell'accezione di risorse quali ad esempio: pagamenti, azioni e titoli di credito, voti, punti fedeltà, proprietà intellettuale, musica, scoperte scientifiche – rendendolo digitale e dematerializzato, la blockchain permetterà, specie alle aziende, la circolazione delle risorse in modo disintermediato, trasparente e immediato, grazie all'utilizzo sistematizzato e sistematico dei dati (Saber, et al. 2019).

La diversa configurazione della rete blockchain, considerata isolatamente, non evidenzia l'emergere un'azienda in sé, bensì uno strumento di cui l'azienda può servirsi in un'ottica di bene semi-pubblico condiviso, nel cui ambito si estrinseca un processo di co-creazione di valore tra i diversi *stakeholders*, i quali partecipano alla costruzione della catena in uno scenario di *open innovation* (Moro Visconti 2019).

Nell'ambito della valutazione della tecnologia blockchain è dirimente la qualificazione tra rete pubblica e privata, ed ancora tra *permissionless*, *permissioned* o ibride.

In relazione alla *governance* e quindi alla gerarchia di controllo dell'infrastruttura, nonché alla validazione delle informazioni immesse nella piattaforma dai nodi della rete, è possibile distinguere tra reti *permissionless*, *permissioned*, ovvero soluzioni ibride definite *consortium*.

Le reti blockchain pubbliche *permissionless*, realizzando in pieno la decentralizzazione, quale prerogativa della tecnologia, sono caratterizzate dal fatto che ogni utente gode dei medesimi diritti e ha eguali responsabilità, potendo esplorare, verificare e validare in ogni momento qualsiasi transazione.

Di contro, le reti blockchain pubbliche o private *permissioned* o ibride *consortium* sono caratterizzate dal fatto che l'identificazione preventiva è condizione necessaria per verificare e, soprattutto, validare le informazioni lungo la “catena di blocchi” e conseguentemente per la visualizzazione e la scrittura nella rete.

Seguendo l'impostazione di Moro Visconti (2020), definire un modello di quantificazione del valore per le reti blockchain pubbliche *permissionless* condiviso da tutti i partecipanti alla rete risulta aleatorio e squisitamente simbolico, difatti ciascun membro parametrerà il proprio valore sulla base del risparmio in termini di costi di transazione, velocità delle informazioni e *networking*, risultando difficile giungere ad una definizione di valore condiviso.

Mentre la quantificazione del valore per le reti blockchain *permissioned*, pubbliche o private, ovvero ibride *consortium* può seguire quella del *database* o *dei big data* (Incorvaia 2020, Zhang, et al. 2020), quale struttura di dati utilizzate per memorizzare le informazioni in un elaboratore elettronico e fruibili attraverso l'utilizzo di specifiche chiavi d'accesso, fermo restando le peculiarità distintive della tecnologia blockchain consistenti nell'immutabilità e nella decentralizzazione, rispetto invece alla mutabilità e alla centralizzazione insita nel database, posto che in quest'ultimo strumento le informazioni immesse sono suscettibili di modificazioni in qualsiasi momento successivo, diversamente rispetto alla catena di blocchi (Zhang e Wen 2016).

Adottando tale approccio, di conseguenza il metodo basato sul costo storico difficilmente può trovare applicazione nella valutazione della tecnologia blockchain, posto che le sue applicazioni all'interno dei contesti aziendali incorporano informazioni intrinsecamente collegate ad ulteriori strumenti d'analisi – *big data* e IoT – realizzando in ultima analisi una **strategia di valore aggiunto**, all'interno della quale il valore collaterale delle applicazioni blockchain dipende dalla complementarità ed integrazione rispetto ad ulteriori applicazioni piuttosto che sulla sua stessa esistenza (Moro Visconti 2020). L'impatto in termini di performance delle applicazioni blockchain viene amplificato dalla complementarità con altri beni immateriali e materiali (Thum-Thyssen et al., 2019).

Da tale osservazione scaturisce che la valutazione *ex se* della tecnologia blockchain comporta profili di incertezza e di aleatorietà che riverberano effetti anche in relazione al processo di stima dei flussi di cassa, positivi o negativi, che derivano dal suo sfruttamento in termini di benefici incrementali.

Ancor più specificamente, l'aleatorietà si manifesta in modo più marcato nel processo di stima dei flussi di cassa positivi scaturenti dalle applicazioni della tecnologia blockchain, la quale non può qualificarsi se non attraverso la natura giuridica dell'operazione che sottende realizzare.

In tal senso il metodo di valutazione che utilizza la strategia di valore aggiunto pone l'enfasi sull'impatto in termini di *performance* discendente dall'introduzione della tecnologia blockchain lungo le strategie aziendali, rispetto allo scenario opposto, nell'ottica della complementarità ed integrazione tra le tecnologie esistenti. Tanto maggiore sarà l'integrazione, tanto più sarà il valore aggiunto prodotto. Parimenti, tanto minore sarà l'integrazione tecnologica, tanto più basso sarà il valore aggiunto misurabile.

4. La blockchain e la strategia di valore aggiunto nell'ambito della valutazione economica

La tecnologia blockchain trova la sua piena applicazione allorquando riesce a coniugare l'innovazione di prodotto ovvero di processo nell'ambito di una procedura di validazione dei dati il cui beneficio principale consiste nell'incrementare il valore delle informazioni di cui il medesimo prodotto ovvero processo si serve.

Tant'è che l'oggetto di valutazione economica rivolta alla tecnologia blockchain può focalizzarsi tanto nel considerare blockchain come un bene patrimoniale, immateriale ed intangibile, la cui titolarità è in capo agli azionisti e dunque incorporato in una entità giuridica, ovvero nel considerare il valore aggiunto che blockchain è in grado di allocare ad un utente esterno per mezzo della sua fruizione e del suo utilizzo.

Da oramai parecchi decenni, il progressivo processo di personalizzazione dell'offerta di beni e servizi, in un contesto globale e decentralizzato, ha condotto gli studiosi e le aziende a ritenere che il vantaggio competitivo (Porter 2001) fosse sempre più da rintracciare nella presenza e nello sfruttamento di beni immateriali (Shapiro e Varian 1998), piuttosto che in beni materiali.

A conferma di ciò la motivazione principale alla base della crescita degli investimenti immateriali⁷⁴ può ben rintracciarsi nella unicità ed univocità delle risorse intangibili possedute ovvero sfruttate, che mirano ad incrementare il valore complessivo d'azienda, diversamente dalla generalizzabilità ed omogeneità scaturente da investimenti in beni materiali maggiormente replicabili (Lev e Gu 2016).

La valorizzazione in bilancio dell'*asset* intangibile e ancor più in particolare delle applicazioni basate sulla tecnologia blockchain sconta la genericità definitoria rintracciabile nel principio contabile IAS 38, che riconduce le attività immateriali ad entità non monetarie identificabili e prive di consistenza fisica.

Il medesimo principio contabile, al par. 12, stabilisce che l'identificabilità è riconducibile a due caratteristiche peculiari: la separabilità, quale attitudine dell'attività ad essere separata o scissa, venduta, trasferita, concessa in licenza, affittata o scambiata, individualmente o insieme a un contratto correlato; mentre l'altra caratteristica coincide con l'esistenza di diritti contrattuali o altri diritti legali, che qualificano in maniera oggettiva l'attività immateriale.

Sulla base di tali considerazioni, l'inclusione delle applicazioni blockchain all'attributo della separabilità desta delle perplessità, specie in relazione alla blockchain pubblica *permissionless*, nella quale si realizza al massimo la strategia di valore aggiunto.

Dunque, il valore collaterale delle applicazioni blockchain dipende dalla complementarità ed integrazione rispetto ad ulteriori applicazioni piuttosto che sulla sua stessa esistenza. Indi, difficilmente per blockchain pubbliche *permissionless* è possibile separare, scindere o trasferire valore astraendolo rispetto alla complessiva applicazione cui è destinato, ed ulteriormente arduo, per le medesime ragioni, appare la possibilità di stimare un valore di mercato congruo ed oggettivo, tanto in relazione ai costi sostenuti, quanto nell'ambito dei ricavi conseguiti in diretta conseguenza del suo utilizzo.

Parimenti, è plausibile rintracciare il requisito dell'esistenza di diritti contrattuali o altri diritti legali, che qualificano in maniera oggettiva blockchain, soltanto qualora si consideri l'infrastruttura della blockchain privata *premissioned* o ibrida *consortium*, all'interno della quale i diritti di proprietà potrebbero essere meglio identificabili.

⁷⁴ Per ulteriori approfondimenti McKinsey Global Institute, *Getting tangible about intangibles The future of growth and productivity?*, Discussion paper, 2021

La controllabilità dei presidi di controllo informativi specie per *supply chain* internazionali consente l'identificazione, la creazione ed il rafforzamento di *network* strategici e rendite relazionali tra gli attori economici, che mirano alla frammentazione del valore complessivo, nel senso non già di una disaggregazione, quanto piuttosto nel senso di una marginalità integrata all'interno della quale ciascuna entità appartenente alla rete blockchain aggiunge, detiene e condivide valore economico e sociale con le altre entità, realizzando risultati positivi diretti scaturenti dalla maggiore trasparenza dei dati utilizzati, ovvero indiretti mediante la minimizzazione dei costi di transazione, delle asimmetrie informative nonché delle frodi (Moro Visconti 2019).

I membri della rete blockchain perseguono interessi comuni attraverso l'utilizzazione della tecnologia e traggono da essa benefici diretti o indiretti, sebbene in tale contesto il beneficio non coincide con la remunerazione per quest'ultimi, in quanto essa scaturisce in larga misura dalla creazione e diffusione di criptoattività sotto forma di *digitl token* o criptovalute che vengono scambiate sul mercato replicando l'andamento di un *asset* sottostante.

Inoltre, la tecnologia blockchain e le applicazioni che poggiano su di essa, si caratterizzano in relazione al fatto che rappresentano entità non assoggettate ad una data di scadenza fissa, per lo più legale, bensì rappresentano entità a vita utile indefinita.

Secondo l'*International Valuation Standard* 210, in linea con lo IAS 38, nell'ambito delle attività immateriali, quelle *technology based* sono legate all'utilizzo di una tecnologia sottostante e derivano da contratti o diritti extracontrattuali sull'utilizzo di tecnologia brevettata, tecnologia non brevettata, *database*, formule, progetti, *software* o processi.

Gli approcci tradizionali di valutazione economica delle attività immateriali sono rappresentati dall'*International Valuation Standard* 105 e dal principio contabile IFRS 13, sulla base dell'approccio teso alla massimizzazione dell'utilizzo di *input* osservabili rilevanti e la minimizzazione dell'utilizzo di *input*, invece, non osservabili.

La categorizzazione dei metodi di valutazione avviene sulla base della distinzione tra:

- *cost approach* il quale considera il valore di un bene intangibile quale sommatoria dei costi sostenuti per la sua realizzazione;
- *income approach*: il quale considera il valore di un bene intangibile quale valore attuale della sua capacità di generare flussi di cassa futuri in funzione della vita utile residua.

- *market approach*: il quale considera il valore di un bene intangibile in relazione ai valori espressi da transazioni comparabili sul mercato.

Le metriche proposte trovano un'attenuante applicativa in relazione al valore incrementale generato mediante l'utilizzo della tecnologia blockchain, posto che l'approccio di mercato risulta ancora difficile da utilizzare per blockchain private *permissioned*, ovvero non adatto per blockchain pubbliche *permissionless* in quanto il mercato è ancora embrionale ed in contrasto con le peculiarità della tecnologia.

Parimenti, il *cost approach* sconta delle limitazioni in relazione all'ardua quantificazione e qualificazione dei costi sostenuti per la realizzazione della rete, specie in un'ottica di *network* in cui i costi vengono frazionati in funzione della condivisione del progetto e della co-creazione di valore, diversamente da piattaforme in cui il raggio d'azione dell'utilizzatore è limitato alla consultazione delle informazioni e non già, anche, all'inserimento di nuovi, ulteriori, dati.

Infine, l'*income approach*, seppure rappresenti il metodo migliore per stimare il reddito incrementale realizzato in via indiretta in termini di minori costi fissi e risparmi in termini di costi-opportunità e costi di transazione, evidenzia delle perplessità in merito alla stima di flussi di cassa futuri guidati da ragionevolezza e rigore metodologico. Proprio l'aleatorietà dei flussi di cassa prospettici sconta l'elevata volatilità ed embrionalità del mercato, il quale, più di altri, è soggetto ad elementi di flessibilità difficilmente prevedibili in fase di progettazione. Al fine di minimizzare i rischi del mercato è opportuno codificare in specifici *smart contract*, che poggiano proprio sulla tecnologia blockchain, clausole specifiche che disciplinano gli effetti, in termini economici, prodotti al verificarsi di eventi non previsti e non prevedibili nella fase di negoziazione.

La trasversalità ontologica della tecnologia blockchain induce i valutatori a considerare le procedure al lordo di quelle utilizzate tradizionalmente per l'analisi economica dei *big data*, con la differenza che, relativamente alla blockchain, occorre considerare e quantificare più intensamente il valore aggiunto apportato ad altri *asset* intangibili.

Alla luce di quanto evidenziato, la valutazione economica di reti blockchain, a differenza degli approcci tradizionali guidati dall'analisi di dati storici in funzione dell'attendibile previsione di dati prospettici, dovrebbe essere guidata da indicatori di lungo periodo che misurino le prestazioni rese dalla blockchain a servizio dell'attività caratteristica

aziendale, nonché il tasso di crescita evidenziato dalla strategia perseguita e quindi il successo della sua esecuzione.

Più specificamente, la misurazione del tasso medio di crescita dei clienti, del tasso di abbandono, le *performace* realizzate in relazione ai risultati di prodotti in fase di prototipazione o sviluppo, ed ancora, il grado di saturazione della capacità disponibile in capo alle entità che operano nel settore della logistica.

L'esigenza degli operatori economici, specie quelli che operano in mercati transnazionali, è rivolta verso l'adozione di *standard* di certificazione condivisi relativamente agli stadi di evoluzione dei prodotti, dei servizi e dei processi, lungo la *supply chain*.

Secondo Svensson (2000) i principali fattori di vulnerabilità della *supply chain* possono classificarsi in fattori di disturbo atomistici – diretti – ed olistici – indiretti.

I primi fanno riferimento ad un approccio circostanziato a variabili a basso valore aggiunto localizzati su specifici attori della filiera, mentre i secondi sposano un approccio trasversale, richiedendo una valutazione globale dell'intera catena di approvvigionamento e fornitura al fine di valutare il rischio complessivo.

In tal senso, travalicando la valutazione *ex se* della tecnologia blockchain, è interessante, seppure ancora poco esplorato dalla ricerca scientifica, il tema dell'apporto all'incremento di valore in capo ai modelli di *business* per gli utilizzatori della tecnologia blockchain, nell'ambito dei costi sostenuti, ma ancor di più nella sfera dei ricavi conseguiti.

Secondo Moro Visconti (2020) al fine di verificare il valore connesso all'utilizzo della tecnologia blockchain in capo ai modelli di *business* degli utilizzatori è possibile adottare l'approccio differenziale noto con il termine *with or without*, per mezzo del quale l'eventuale incremento di valore è pari al differenziale, in termini di minori costi o maggiori ricavi, nell'ipotesi in cui venga immessa la tecnologia blockchain all'interno dei processi aziendali e nell'ipotesi contraria.

In conclusione, i benefici discendenti dall'embrionale tecnologia blockchain risaltano nell'ambito della *supply chain*, non rintracciandosi tanto nella certificazione oggettiva di veridicità delle informazioni immesse nella rete, quanto piuttosto nella validazione condivisa dagli appartenenti alla rete medesima, ed ancora, nella maggiore disintermediazione, nell'elevata condivisione e co-creazione delle informazioni, nella trasparenza ed immutabilità.

Tali caratteristiche hanno quale precipuo obiettivo quello di ridurre le asimmetrie informative ed i comportamenti opportunistici, mitigando i potenziali rischi derivanti da una posizione oligopolistica ascritta a pochi, ristretti, operatori economici, ed elevando invece la democraticità, intesa in termini di partecipazione diretta alla co-creazione di valore economico e sociale.

Parimenti, nel processo di adozione allargata della tecnologia blockchain, gli ostacoli che allo stato attuale è possibile riscontrare coincidono con la frammentazione normativa, specie in un contesto transazionale, e discendono principalmente dall'eterogeneità nella natura e nella funzione economica delle applicazioni blockchain, in primo luogo verso i *digital token*, oltre che dalla scarsa conoscenza e dall'assenza di un mercato di riferimento quantomeno assimilabile.

Conclusioni

La tecnologia blockchain, nell'ambito delle nuove tecnologie di digitalizzazione a servizio delle aziende, risulta essere l'abilitatore di un nuovo paradigma all'interno del quale si realizza una collaborazione tra gli utenti/operatori economici in settori eterogenei basati sulla trasparenza e sulla fiducia.

L'esistenza di tale fenomeno innovativo emergente richiede una visione in *network* da parte degli operatori economici finalizzata alla creazione di valore condiviso sulla base di una strategia di valore aggiunto secondo un approccio olistico in cui ciascuna tecnologia è integrata all'interno del sistema aziendale.

Si è osservato che il ricorso alla cooperazione in rete tra i diversi attori economici è foriero di condurre ad un miglioramento nella qualità, nella sicurezza, nella trasparenza e nella tracciabilità dei prodotti, nonché al perseguimento di un'innovazione tecnologica di processo, grazie al miglioramento delle attività di produzione, di commercializzazione e di penetrazione, specie su mercati transnazionali, conservando la salvaguardia e la sostenibilità economica ed ambientale.

Gli elementi qualificatori e qualificativi della tecnologia blockchain permettono di gestire i dati elementari, trasformandoli in informazioni complessive, sulla base della trasparenza, dell'immutabilità, della fiducia e della tracciabilità.

L'ambito di applicazione della tecnologia blockchain non può rimanere circoscritto al settore finanziario, dovendosi considerare un fenomeno più ampio, specie grazie alle applicazioni che scaturiscono dalla medesima tecnologia, come gli *smart contract*, all'interno dei quali le informazioni vengono codificate in contratti intelligenti auto-eseguibili che facilitano l'esecuzione di un accordo tra soggetti destinatari di asimmetrie informative, senza il coinvolgimento di una terza parte, ovvero attraverso l'integrazione della blockchain con i *token*, intesi quali strumenti rappresentativi di valore, sottesi a diritti patrimoniali, finanziari e sociali sottostanti, quali unità di informazioni digitale che contengono gli elementi propri di un diritto di proprietà, risultanti dalla sommatoria delle potenzialità di uno *smart contract* e delle criptovalute.

Nell'ambito della tecnologia DLT, all'interno del contesto blockchain, le criptoattività ne rappresentano gli strumenti di applicazione, ponendosi quale strumento alternativo di investimento rispetto agli *asset class* tradizionali, ovvero fungendo quale modalità di

raccolta di capitale, e dunque emissione di strumenti rappresentativi di un diritto giuridico e di credito sottostante.

Verso tali strumenti è ampio, allo stato attuale, il dibattito tanto in capo agli studiosi, quanto tra i regolatori nazionali e transazionali. Difatti, la possibilità di utilizzare le criptoattività nell'ambito delle transazioni economiche ha condotto a delle ambiguità in merito all'inquadramento giuridico dei diritti sottostanti ciascuno strumento crittografico e parimenti alla loro rappresentazione contabile in bilancio. Tale ambiguità interpretativa ha evidenziato un'oggettiva difficoltà nel raggiungere una definizione condivisa ed un approccio trasversale al fenomeno delle criptovalute e dei *digital token* utilizzati nell'ambito di un'attività imprenditoriale.

I benefici incrementali scaturenti dall'applicazione della blockchain, allo stato attuale, generano un plusvalore indiretto che si traduce in una minimizzazione dei costi ovvero nell'incremento dei ricavi, sottesi al processo di raccolta, elaborazione, interpretazione, archiviazione e certificazione dei dati, così come in una maggiore sicurezza e qualità dei risultati, nonché in un ritorno economico degli investimenti effettuati in *network*.

L'interesse suscitato tra gli attori economici e nei media può dissolversi integralmente qualora risulti limitato a generici proclami non supportati da piani operativi. In tal senso, appare opportuno intraprendere un percorso volto ad indagare le determinanti strutturali delle aziende che intendono approcciarsi all'implementazione della tecnologia blockchain, approfondendo la comprensione del fenomeno sotteso all'applicazione della tecnologia blockchain all'interno dei diversi contesti aziendali, al fine di stimolare un processo di valutazione sulla fattibilità tecnica e sulla convenienza economica e finanziaria, in vista di una migliore integrazione dei processi aziendali e di una comunicazione più efficiente ed efficace con gli *stakeholder*.

Bibliografia

- Aberer K., e Hauswirth M., *An Overview of Peer-to-Peer Information Systems*, WDAS, (2002) 171-188.
- Abernathy W., Clark K., *Innovation: Mapping the winds of creative destruction*, Research policy, 14, n. 1 (1985), 3-22.
- Abeyratne S.A., R.P. Monfared., *Blockchain ready manufacturing supply chain using distributed ledger*, International Journal of Renewable Energy Technology, 5, (2016), 1-10.
- Afifi R., P.W. Stonebraker., *Toward a contingency theory of supply chains*, Management Decision, 42, n. 9, (2004), 1131-1144.
- Agnoli N., M. Zamboni, *La valutazione di criptoattività nei conferimenti in società di capitali*, Amministrazione e Finanza, IPSOA, 5, (2021), 41-47.
- Ahumada O., R.J. Villalobos, *Application of planning models in the agri-food supply chain: A review*, European Journal of Operational Research, 196, n. 1, (2009), 1-20.
- Alabi K., *Digital blockchain networks appear to be following Metcalfe's Law*, Electronic Commerce Research and Applications, (2017), 23-29.
- Alabi K., *A 2020 perspective on "Digital blockchain networks appear to be following Metcalfe's Law"*, Electronic Commerce Research and Applications, (2020), 1-3.
- Albort-Morant G., D. Ribeiro-Soriano, *A bibliometric analysis of international impact of business incubators*, Journal of Business Research, 69, n. 5, (2016), 1775-1779.
- Aldrighetti A., M. Canavari, M.K. Hingley, *A Delphi Study on Blockchain Application to Food Traceability*, International Journal Food System Dynamics, 12, n. 1, (2021), 6-18.
- Alharby M., Van Moorsel A., *The Impact of Profit Uncertainty on Miner Decisions in Blockchain Systems*, Eletronic Notes in Theoretical Computer Science, (2018), 151-167.
- Ali M.H., L. Chung, A. Kumar, S. Zailani, K.H. Tan, *A sustainable Blockchain framework for the halal food supply chain: Lessons from Malaysia*, Technological Forecasting and Social Change, 170, n. 120870, (2021), 170.
- Allen J., M. Rauchs, A. Blandin, K. Bear, *Legal and regulatory considerations for digital assets*, Cambridge Centre for Alternative Finance, 2020.
- Amit R., Zott C., *Value creation in e-business*, Strategic Management Journal, 22, n. 6-7 (2001), 493-520.
- Anascavage R., N. Davis, *Blockchain Technology: A Literature Review*, SSRN Journal, (2018), 1-10.
- Ankenbrand T., Bieri D., Cortivo R., Hoehener J., Hardjono T., *Proposal for a Comprehensive (Crypto) Asset Taxonomy*, Crypto Valley Conference on Blockchain Technology (CVCBT), (2020), 16-26.

- Annunziata F., *Verso una disciplina europea delle cripto-attività. Riflessioni a margine della recente proposta della Commissione UE*, <https://www.dirittobancario.it/>. 15 Ottobre 2020. <https://www.dirittobancario.it/art/verso-una-disciplina-europea-delle-cripto-attivita-riflessioni-margine-recente-proposta-commissione/>.
- Aria M., Cuccurullo C., *bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis*, *Journal of Informetrics*, 11, n. 4, (2017), 959-975.
- Arrow K., *The limits of organizations*, Bologna, Il Mulino, 2004.
- Astill J., *Transparency in food supply chains: A review of enabling technology solutions*, *Trends in Food Science & Technology*, 91, (2019), 240-247.
- Atzori L., Iera A., Morabito G., *The internet of things: A survey*, *Computer Networks*, 54, n. 15 (2010), 2787-2805.
- Baccini A., *Valutare la ricerca scientifica. Uso e abuso degli indicatori bibliometrici*, Bologna, Il Mulino, (2010).
- Bagnoli C., Bravin A., Massaro M., Vignotto A., *Business Model 4.0: i modelli di business vincenti per le imprese italiane nella quarta rivoluzione industriale*, Edizioni Ca' Foscari - Digital Publishing, (2018).
- Bagnoli C., Massaro M., Ruzza D., Toniolo K., *Il ruolo della blockchain per l'innovazione dei modelli di business*, (a cura di) Culasso F. e Pizzo M., *Identità, innovazione e impatto dell'azionalismo italiano. Dentro l'economia digitale*, XXXIX CONVEGNO NAZIONALE AIDEA, Torino, AIDEA, (2019), 290-304.
- Bălan C., *The disruptive impact of future advanced ICTs on maritime transport: a systematic review*, *Supply Chain Management*, 25, n. 2, (2020), 157-175.
- Balzarova M.A., *Blockchain technology – a new era of ecolabelling schemes?*, *Corporate Governance*, 21, n. 1, (2021), 159-174.
- Banca d'Italia, *Comunicazione della Banca d'Italia in materia di tecnologie decentralizzate nella finanza e cripto-attività*, (2022).
- Bao H., Roubaud D., *Non-Fungible Token: A Systematic Review and Research Agenda*, *Journal of Risk and Financial Management* 15, n. 215 (2022), 1-9.
- Barney J.B., *Firm resources and sustained competitive advantage*, *Journal of Management*, 17, n. 1, (1991), 99-120.
- Bassett R., *Qualitative Data Analysis Software: Addressing the Debates*, *Journal of Management Systems*, 16, n. 4, (2004), 33-39.
- Bassoli E., *La disciplina giuridica della seconda vita in Internet: l'esperienza Second Life*, *Informatica e diritto*, XVIII, n. 1, (2009), 165-189.
- Battelli E., *Epistemologia dei beni immateriali: inquadramento sistematico e spunti critici*, *Giustizia Civile*, (2022), 49.
- Beck R., Müller-Bloch C., King J.L., *Governance in the blockchain economy: A framework and research agenda*, *Journal of the Association for Information Systems*, 19, n. 10, (2018), 1020-1034.

- Bellini E., Iraqi Y., Damiani E., *Blockchain-Based Distributed Trust and Reputation Management Systems: A Survey*, IEEE, 8, (2020), 21127-21151.
- Bellman R., Clark C.E., Malcolm D.G., Craft C.J., Ricciardi F.M., *On the Construction of a Multi-Stage, Multi-Person Business Game*, Operations Research, 5, n. 4, (1957), 469-503.
- Benston G.J., C.W. Smith, *A Transactions Cost Approach to the Theory of Financial Intermediation*, (a cura di) Benston G.J. e Smith C.W., *Papers and Proceedings of the Thirty-Fourth Annual Meeting of the American Finance Association Dallas*, Dallas, Texas, Wiley, (1976), 215-231.
- Bianchi S., Ballarin F., *Criptovalute: implicazioni per gli IFRS adopters*, Amministrazione & Finanza, IPSOA, Wolter Kluwers, 7, (2018), 7-11.
- Bini M., Guatri L., *La valutazione delle aziende*, Milano, Egea, (2007).
- Boell S.K., Cecez-Kecmanovic D., *A hermeneutic approach for conducting literature reviews and literature searches*, Communications of the Association for information Systems, 34, n. 12, (2014), 257-286.
- Borges dos Santos R., Torrisi N. M., Palucci Pantoni R., *Third Party Certification of Agri-Food Supply Chain Using*, Sensors, 21, n. 5307, (2021), 1-20.
- Boucher P., *How blockchain technology could change our lives*, Scientific Foresight Unit (STOA), DG EPRS, European Parliament, (2017).
- Bradford S.C., *Sources of information on specific subjects*, Journal of Information Science, 10, n. 4, (1934), 176-180.
- Branciarri S., *Teoria dell'informazione, sistemi informativi per l'esterno, giustapposizione di esigenze civili e fiscali*, Studi Urbinati, Scienze umane e sociali, anno LXVII, Università degli Studi di Urbino, n. 35, (1996).
- Brandão A., São Mamede H., Gonçalves R., *Systematic Review of the Literature, Research on Blockchain Technology as Support to the Trust Model Proposed Applied to Smart Places*, Trends and Advances in Information Systems and Technologies, Springer, (2018), 1163-1174.
- Brink J., M. Holmen, *Capabilities and radical changes of the business models of new bioscience firms*, Creativity and Innovation Management, 18, n. 2, (2009), 109-120.
- Broadus R.N., *Toward a definition of "bibliometrics"*, Scientometrics, 12, (1987), 373-379.
- Brukhanskyi R., I. Spilnyk, *Cryptographic Objects in the Accounting System*, 2019 9th International Conference on Advanced Computer Information Technologies (ACIT), Ceske Budejovice, Repubblica Ceca, IEEE, (2019).
- Buterin V., *A next-generation smart contract and decentralized application platform [White Paper]*, https://www.weusecoins.com/assets/pdf/library/Ethereum_white_paper-a_next_generation_smart_contract_and_decentralized_application_platform-vitalik-buterin.pdf. 2014.
- Cachin C., *Distributing trust on the Internet*, International Conference on Dependable Systems and Networks, IEEE, (2001), 183-192.

- Caldarelli G., Catanzaro M., *Networks: A Very Short Introduction*, Oxford University Press, (2012).
- Callon M., Courtial J.P., Laville F., *Co-word analysis as a tool for describing the network of interactions between basic and technological research: The case of polymer chemistry*, *Scientometrics*, 22, (1991), 155-205.
- Cambridge Centre for Alternative Finance, *2nd Global Enterprise Blockchain Benchmarking Study*, University of Cambridge - Judge Business School, (2019).
- Canabal A., White G. O., *Entry mode research: Past and future*, *International Business Review*, 17, n. 3, (2008), 267-284.
- Capaccioli S., *Diritto tributario*, In *Criptovalute, cryptoattività e bitcoin*, di S. Capaccioli, 413-415. Milano, Giuffrè, (2021).
- Capaccioli S., *Introduzione. Paradigma interpretativo delle cryptoattività*, In *Cryptoattività, cryptovalute e bitcoin*, di S. Capaccioli, 1-17, Milano, Giuffrè, (2021).
- Caponera A., Gola C., *Aspetti economici e regolamentari delle «cripto-attività»*, *Questioni di Economia e Finanza (Occasional Papers)*, Roma, Banca d'Italia, (2019), 1-59.
- Carriere P., *Il fenomeno delle cripto-attività (crypto-assets) in una prospettiva societaria*, *Banca, Impresa Società, Rivista Quadrimestrale*, (2020), 461-520.
- Carriere P., *Le «criptovalute» sotto la luce delle nostrane categorie giuridiche*, *Rivista di diritto bancario*, (2019), 117-168.
- Carrière P., De Luca N., De Mari M., Gasparri G., Poli T.N., *Tokenizzazione di azioni e azioni tokens*, *Quaderni di finanza, CONSOB*, (2023).
- Casadesus-Masanell R., Ricart J.E., *From Strategy to Business Models and onto Tactics*, *Long Range Planning*, 43, n. 2-3, (2010), 195-215.
- Casado-Vara R., Prieto J., De la Prieta F., Corchado J., *How blockchain improves the supply chain: case study alimentary supply chain*, *Procedia Computer Science*, 134, (2018), 393-398.
- Casino F., Dasaklis T.K., Patsakis C., *A systematic literature review of blockchain-based applications: Current status, classification and open issues*, *Telematics and Informatics*, 36, (2019), 55-81.
- Casò M., *La rilevazione contabile dei crypto-assets : un metodo di analisi per la rappresentazione contabile in base ai principi OIC ed IAS/IFRS*, *Strumenti finanziari e fiscalità*, 54, (2021).
- Cassella M., Bozzarelli O., *Nuovi scenari per la valutazione della ricerca tra indicatori bibliometrici citazionali e metriche alternative nel contesto digitale*, *Biblioteche Oggi*, 29, n. 2 (2011), 66-78.
- Castillo-Vergara M., Alvarez-Marin A., Placencio-Hidalgo D., *A bibliometric analysis of creativity in the field of business economics*, *Journal of Business Research*, 85, (2018), 1-9.
- Catalini C., Gans J., *Some Simple Economics of the Blockchain*, *Rotman School of Management Working Paper*, n. 2874598, MIT Sloan Research Paper n. 5191-16, (2019).
- Cepellini P., Lugano R., *Operazioni straordinarie*, Milano, IPSOA, Wolters Kluwer, (2020).

- Centorrino G., Noto G., Rupo D., *Management control in inter-firm relationships: Opportunities and challenges of blockchain technology adoption*, Management control, Franco Angeli, 3, (2022), 65-88.
- Chan H., *Internet of Things Business Models*, Journal of Service Science and Management, 8, n. 4 (2015), 552-568.
- Chang Y., Iakovou E., Shi W., *Blockchain in global supply chains and cross border trade: a critical synthesis of the art, challenges and opportunities*, International Journal of Production Research, 58, n. 7 (2020), 2082-2099.
- Chen X., Han T., *Disruptive Technology Forecasting based on Gartner Hype Cycle*, Technology & Engineering Management Conference, (2019), 1-6.
- Chen Y., *Blockchain tokens and the potential democratization of entrepreneurship and innovation*, Business Horizons, 61, (2018), 567-575.
- Chen Y., Bellavitis C., *Blockchain disruption and decentralized finance: The rise of decentralized business models*, Journal of Business Venturing Insights, 13, n. e00151, (2020), 1-9.
- Chen Y., Li Y., Li C., *Electronic agriculture, blockchain and digital agricultural democratization: Origin, theory and application*, Journal of Cleaner Production, 268, n. 122071, (2020), 1-15.
- Chesbrough H., Rosenbloom R.S., *The Role of the Business Model in Capturing Value from Innovation: Evidence from Xerox Corporation's Technology Spin-Off Companies*, Industrial and Corporate Change, 11, (2002), 529-555.
- Chiap G., Ranalli J., Bianchi R., *Blockchain. Tecnologia e applicazioni per il business*. . Hoepli, 2019.
- Chierici M., *La blockchain: una lettura giuridica per uno sguardo verso il futuro*, Ciberspazio e diritto: rivista internazionale di informatica giuridica, 19, n. 3 (2018), 385-419.
- Chowdhury M.J.M., Ferdous S., Biswas K., Chowdhury N., Kayes A.S.M., *A Comparative Analysis of Distributed Ledger Technology Platforms*, IEEE Access, 7, (2019), 167930-167943.
- Christensen C., Bower J., *Disruptive Technologies: Catching the Wave*, Harvard Business Review, (1995), 43-53.
- Cian G., Trabucchi A., *Commentario breve al diritto civile - XV edizione*, Milano, CEDAM, (2022).
- Cinque A., *La Blockchain. Smart contract - cripto-attività - applicazioni pratiche*, Pisa, Pacini Editore Srl, (2022).
- Ciocca A., Cioccarelli A., *Valutazione d'azienda e di società*, In Operazioni straordinarie, di Ceppellini Lugano & Associati Società tra Professi, 315-322, Milano, IPSOA Wolters Kluwer, (2018).
- Cipollone P., *Crypto-assets e questioni legate alla digitalizzazione della finanza*, Banca D'Italia, (2022).
- Clack C.D., Bakshi V.A., Braine L., *Smart Contract Templates: foundations, design landscape and research directions*, ArXiv, (2017), 1-15.

- Coase R.H., *The nature of the firm*, *Economica*, 4, n. 16, (1937), 386-405.
- Coffey A., Beverley H., Paul A., *Qualitative Data Analysis: Technologies and Representations*, *Sociological Research Online*, 1, n. 1 (1996), 80-91.
- Cole R., Stevenson M., Aitken J., *Blockchain technology: implications for operations and supply chain management*, *Supply Chain Management*, 24, n. 4 (2019), 469-483.
- Collart A.J., Canales E., *How might broad adoption of blockchain-based traceability impact the U.S. fresh produce supply chain?*, *Agricultural & Applied Economics Association*, (2021), 1-18.
- Collins J.A., Fauser B.C.J.M., *Balancing the strengths of systematic and narrative reviews*, *Human Reproduction Update*, 11, n. 2 (2005), 103-104.
- Commissione Europea (1), *Proposta di Regolamento del Parlamento Europeo e del Consiglio relativo ai mercati delle cripto-attività e che modifica la direttiva (UE) 2019/1937*, COM(2020) 593, (2020).
- Commissione Europea (2), *Proposta di regolamento del Parlamento europeo e del Consiglio su un regime pilota per le infrastrutture di mercato basate sulla tecnologia di registro distribuito*, COM(2020) 594, (2020).
- Commissione Europea (3), *Proposta di regolamento del Parlamento europeo e del Consiglio relativo alla resilienza operativa digitale per il settore finanziario e che modifica i regolamenti (CE) n. 1060/2009, (UE) n. 648/2012, (UE) n. 600/2014 e (UE) n. 909/2014 - COM(2020)595*, (2020).
- Commissione Europea (4), *Proposta di direttiva del Parlamento europeo e del Consiglio che modifica le direttive 2006/43/CE, 2009/65/CE, 2009/138/UE, 2011/61/UE, 2013/36/UE, 2014/65/UE, (UE) 2015/2366 e (UE) 2016/2341 - COM(2020)596*, (2020).
- Comuzzi E., *Valore e performance. Misurazione e modelli multidimensionali. Strumenti per il controllo strategico e operativo in contesti complessi*, Torino, G. Giappicchelli Editore, (2016).
- CONSOB, *Le offerte iniziali e gli scambi di cripto-attività*, (2020).
- CONSOB, *Le offerte iniziali e gli scambi di cripto-attività*, Documento per la Discussione 19 marzo 2019, (2019).
- Council of Supply Chain Management Professionals, *Terms and Glossary*, (2013), www.cscmp.org (consultato il giorno Settembre 10, 2021).
- Dan Y., Chang H., Chieh A., *A reflective review of disruptive innovation theory*, *Portland International Conference on Management of Engineering & Technology - PICMET*, (2008), 402-414.
- Dasaklis T.K., Casino F., Patsakis C., Douligeris C., *A Framework for Supply Chain Traceability Based on Blockchain Tokens*, *Business Process Management Workshops. Lecture Notes in Business Information Processing*, Springer, (2019).
- De Angelis C., Elmo G.C., Fondacaro R., Risso M., *L'impiego della tecnologia blockchain nella filiera agroalimentare: opportunità e sfide*, (a cura di) Culasso F. e Pizzo M., *Identità, innovazione e impatto dell'aziendalismo italiano. Dentro l'economia digitale*, XXXIX CONVEGNO NAZIONALE AIDEA, Torino, AIDEA, (2019), 749-757.

- De Bellis N., *Bibliometrics and Citation Analysis: From the Science Citation Index to Cybermetrics*, Lanham, Scarecrow Press, (2009).
- De Caria R., *L'impatto della tokenizzazione sui diritti di proprietà*, MEDIA LAWS 3, (2021), 90-107.
- De Filippi P., *The Interplay between Decentralization and Privacy: The Case of Blockchain Technologies*, Journal of Peer Production, (2016).
- De Filippi P., Hassan S., *Blockchain technology as a regulatory technology: From code is law to law is code*, First Monday, 21, n. 12, (2016).
- De Robbio A., *L'Open Access come strategia per la valutazione delle produzioni intellettuali*, In CIBER 1999-2009, di P. Gargiulo e D. Bogliolo, 104-124, Milano, Ledizioni, (2009).
- Deloitte e Politecnico di Milano, *The Blockchain Galaxy. A comprehensive research on distributed ledger technologies*, (2020).
- Demestichas K., Peppes N., Alexakis T., Adamopoulou E., *Blockchain in Agriculture Traceability Systems: A Review*, Applied Sciences, 10, n. 12, (2020).
- Dey K., Shekhawat U., *Blockchain for sustainable e-agriculture: Literature review, architecture for data management, and implications*, Journal of Cleaner Production, 316, n. 128254 (2021), 316,.
- Dicuonzo G., Fusco A., Badia F., Dell'Atti V., *Blockchain nel settore agroalimentare: analisi di una best practise*, (a cura di) Lombardi R., Chiuochi M.T., Mancini D., *Smart technologies, Digitalizzazione e Capitale intellettuale: sinergie e opportunità*, Franco Angeli, Milano, (2020) 274-288.
- Donthu N., Kumar S., Pandey N., Lim W.M., *Research constituents, intellectual structure, and collaboration patterns in Journal of International Marketing: An analytical retrospective*, Journal of International Marketing, 29, n. 2, (2021), 1-25.
- Donthu N., Kumar S., Mukherjee D., Pandey N., Lim W.M., *How to conduct a bibliometric analysis: An overview and guidelines*, Journal of Business Research, 133, (2021), 285-296.
- Dowling M., *Is non-fungible token pricing driven by cryptocurrencies?*, Finance Research Letters, 44, (2022), 1-6.
- Doz Y., Kosonen M., *Embedding Strategic Agility: A Leadership Agenda for Accelerating Business Model Renewal*, Long Range Planning, 43, n. 2-3 (2010), 370-382.
- Dretske F., *Epistemology and information*, Philosophy of Information, Handbook of the Philosophy of Science, (2008), 29-47.
- Drucker P., *The Practice of Management*, New York, Harper and Row Publishers, (1954).
- Durach C.F., Blesik T., Von Doring M., Bick M., *Blockchain Applications in Supply Chain Transactions*, Journal of Business Logistics, 42, n. 1, (2021), 7-24.
- Dutta P., Choi T.S., Somani S, Butala R., *Blockchain technology in supply chain operations: Applications, challenges and research opportunities*, Transportation Research Part E 142, n. 102067, (2020), 1-33.
- EBA, *Report with advice for the European Commission*, (2019).

ECB Crypto-Assets Task Force, *ECB Occasional Paper Series Crypto-Assets: Implications for financial stability, monetary policy, and payments and market infrastructures*, ECB, (2019).

Edmonson A.C., McManus S.E., *Methodological fit in management field research*, *Academy of Management Review*, 32, n. 4, (2007), 1155-1179.

Edwards F.R., Hanley K., Litan R., Weil R.L., *Crypto Assets Require Better Regulation. Statement of the Financial Economists*, *Financial Analysts Journal*, 75, n. 2, (2019), 14-19.

EFRAG, *Accounting for crypto-assets (liabilities): holder and issuer*, European Financial Reporting Advisory Group, (EFRAG), (2020), 1-152.

Egitto L., *Blockchain, proprietà intellettuale e industriale: applicazioni concrete e potenziali applicativi*, In *Blockchain e Smart Contract*, di Battaglini R. e Giordano M.T., 471, Milano, Giuffrè Francis Lefebvre S.p.A., (2019).

Eisenhardt K.M., *Building Theories from Case Study Research*, *The Academy of Management Review*, 14, n. 4, (1989), 532-550.

Ellegaard O., Wallin J.A., *The bibliometric analysis of scholarly production: How great is the impact?*, *Scientometrics*, 105, (2015), 1809-1831.

ESMA, *Advice. Initial Coin Offerings and Crypto-Assets*, (2019).

Etemadi N., Galvez Y.B., Strozzi F., *Blockchain technology for cybersecurity applications in the food supply chain: A systematic literature review*, Conference XXV Summer School “Francesco Turco” – Industrial Systems Engineering, (2020).

European Union Blockchain Observatory and Forum, *Blockchain Innovation in Europe*. EU Blockchain Observatory & Forum, (2018).

Faini F., *Blockchain e diritto. La “catena del valore” tra documenti informatici, smart contracts e data protection*, *Responsabilità Civile e Previdenza*, (2020), 297-308.

Fairfield J.A.T., *Bitproperty*, *Southern California Law Review*, 88, (2015), 805-874.

Fantacci L., *La moneta*, Venezia, Marsilio Editori S.p.A., (2005).

Farshid M., Pashen J., Eriksson T., Kietzmann J., *Go boldly!: Explore augmented reality (AR), virtual reality (VR), and mixed reality (MR) for business*, *Business Horizons*, 61, n. 5, (2018), 657-663.

Fazzini M., *Business valuation. Theory and practice*, New York, Plagrave Macmillan, (2018).

Feng H., Wang X., Wang Y., Zhang J., Zhang X., *Applying blockchain technology to improve agri-food traceability: A review of development methods, benefits and challenges*, *Journal of Cleaner Production*, 260, n. 121031, (2020), 1-15.

Ferreira A., *Emerging Regulatory Approaches to Blockchain-based Token Economy*, *The Journal of The British Blockchain Association*, 3, n. 1, (2020), 1-9.

Feyen E., Kawashima Y., Mittal R., *Crypto-Assets Activity around the World. Evolution and Macro-Financial Drivers*, Policy Research Working Paper, World Bank Group, (2022).

FINMA, *Guidelines for enquiries regarding the regulatory framework for initial coin offerings (ICOs)*, Berna, (2018).

- Firsova N., Abrahám J., *Economic perspectives of the Blockchain technology: Application of a SWOT analysis*, Terra Economicus, 19, n. 1, (2021), 78-90.
- Florysiak D., Schandlbauer A., *The Information Content of ICO White Papers*, Foreign Exchange Models (Topic), (2019).
- Foss N. J., Saebi T., *Business models and business model innovation: Bringing organization into the discussion*, In Business model innovation: the organizational dimension, di Foss N. J. e Saebi T., Oxford University Press, (2015).
- Foss N.J., Saebi T., *Fifteen Years of Research on Business Model Innovation: How Far Have We Come, and Where Should We Go?*, Journal of Management, 43, n. 1, (2017), 200-227.
- Franza E., *Nuove modalità di finanziamento: la blockchain per startup e piccole e medie imprese. Rischi e possibili vantaggi*, Diritto Bancario, 14 maggio 2019.
- Frigerio C., Rajola F., *Blockchain, la nuova rivoluzione tecnologica?*, Vita e pensiero, 2 (2019), 69-76.
- Fu H., Zhao C., Cheng C., Ma H., *Blockchain-based agri-food supply chain management: case study in China*, International Food and Agribusiness Management Review, 23, n. 5, (2020), 667-679.
- Gallo P., *DTL, Blockchain e Smart contract*, In *Diritto del Fintech*, (a cura) di Cian M. e Sandei C., 137-147, Milano, Cedam, (2020).
- Gambardella A., McGahan A.M., *Business-model innovation: general purpose technologies and their implications for industry structure*, Long Range Planning, 43, n. 2-3, (2010), 262-271.
- Gambaro A., *I beni*, In *Trattato di diritto civile e commerciale*, di Cicu A., Messineo F., Mengoni L. e Schlensinger P., 16-19, Milano, Giuffrè Editore, (2012).
- Garaviglia R., *Tutto su blockchain. Capire la tecnologia e le nuove opportunità*, Hoepli, (2018).
- Garay-Rondero C.L., Martinez-Flores J.L., Smith N.R., Caballero Morales S.O., e Aldrette-Malacara A., *Digital supply chain model in Industry 4.0.*, Journal of Manufacturing Technology Management, Emerald, 31, n. 35, (2020), 887-933.
- Gasparri G., *Riflessioni sulla natura giuridica del bitcoin tra aspetti strutturali e profili funzionali*, Il Diritto bancario, 2 Dicembre 2021. <https://www.dirittobancario.it/art/riflessioni-sulla-natura-giuridica-del-bitcoin-tra-aspetti-strutturali-e-profilo-funzionali/>.
- George G., Bock A.J., *The business model in practice and its implications for entrepreneurship research*, Journal of Entrepreneurship: Theory & Practice, 35, (2011), 83-111.
- George R.V., Harsh H.O., Ray P., Babu A.K., *Food quality traceability prototype for restaurants using blockchain and food quality data index*, Journal of Cleaner Production, 240, n. 118021 (2019), 1-8.
- Giuliani M., Marasca S., *La valutazione della ricerca tramite indici bibliometrici: riflessioni da una prospettiva economico-aziendale*, Management Control, 1, (2015), 133-155.
- Giuliano M., *La blockchain e gli smart contracts nell'innovazione del diritto nel terzo millennio, Il diritto dell'informazione e dell'informatica*, (2018), 989-1039.

- Giuliano M., *Le risorse digitali nel paradigma dell'art. 810 cod. civ. ai tempi della blockchain. Parte prima*, Nuova giurisprudenza civile commentata, 5, (2021), 1462.
- Glänzel W., *Bibliometrics As a Research Field. A course on theory and application of bibliometric indicators*, 35, (2003).
- Gohil D., Thakker S. V., *Blockchain-integrated technologies for solving supply chain challenges*, Modern Supply Chain Research and Applications, 3, n. 2 (2021), 78-97.
- Gourisetti S.N.G., Cali U., Choo K.K., Escobar E., Gorog C., Lee A., Lima C., Mylrea M., Pasetti M., Rahimi F., Reddi R., Sani A.S., *Standardization of the Distributed Ledger Technology cybersecurity stack for power and energy applications*, Sustainable Energy, Grid and Networks, 28 (2021).
- Greco G., *Valute virtuali e valute complementari, tra sviluppo tecnologico e incertezze regolamentari*, Rivista di diritto bancario, (2019), 61-97.
- Greenspan G., <https://www.multichain.com/blog/2015/07/bitcoin-vs-blockchain-debate/>, 19 Luglio (2015).
- Grover P., Kar A., Ilavarasan V., *Blockchain for Businesses: A Systematic Literature Review*, Kuwait: 17th Conference on e-Business, e-Services and e-Society (I3E), (2018).
- Guerra K.K., Boys K.A., *A new food chain: Adoption and policy implications to blockchain use in agri-food industries*, Agricultural & Applied Economics Association, 43, n. 3, (2021), 1-26.
- Guido R., Mirabelli G., Palermo E., Solina V., *A framework for food traceability: case study – Italian extra-virgin olive oil supply chain*, International Journal of Industrial Engineering and Management, 11, n. 1, (2020), 50-60.
- Haber S., Stornetta W.S., *How to time-stamp a digital document*, Journal of Cryptology, 3, n. 2 (1991), 99-111.
- Halldorsson A., Kotzab H., Mikkola J.H., Skjøtt-Larsen T., *Complementary theories to supply chain*, Supply Chain Management: An International Journal, 12, n. 4 (2007), 284-296.
- Harshitha M.S., Shashidhar R., Roopa M., *Block Chain Based Agricultural Supply Chain-A Review*, Global Transitions Proceedings, (2021), 1-10.
- Hart C., *Doing a Literature Review. Realising the social science research imagination*, Londra, SAGE, (1998).
- Hastig G.M., Sodhi M.S., *Blockchain for Supply Chain Traceability: Business Requirements and Critical Success Factors*, Production and Operations Management, 29, n. 4, (2020), 935-954.
- Helliar C.V., Crawford L., Rocca L., Teodori C., Veneziani M., *Permissionless and permissioned blockchain diffusion*, International Journal of Information Management, 54, n. 102136, (2020), 1-15.
- Henderson P.B., Cortina T.J., Wing J.M., *Computational thinking*, Proceedings of the 38th SIGCSE technical symposium on Computer science education, (2007), 195-196.
- Hileman G., *Alternative Currencies: A Historical Survey and Taxonomy*, Centre for Macroeconomics, London School of Economics, (2013).

- Hirata E., Lambrou M., Watanabe D., *Blockchain technology in supply chain management: insights from machine learning algorithms*, *Maritime Business Review*, 6, n. 2, (2021), 114-128.
- Hong W., Mao J., Wu L., Pu X., *Public cognition of the application of blockchain in food safety management. Data from China's Zhihu platform*, *Journal of Cleaner Production*, 303, n. 127044 (2021), 1-9.
- Hou R., Li S., Chen H., Ren G., Gao W., Liu L., *Coupling mechanism and development prospect of innovative ecosystem of clean energy in smart*, *Journal of Cleaner Production*, 319, n. 128466 (2021), 319.
- Huang F., Vasarhelyi M. A., *Applying robotic process automation (RPA) in auditing: A framework*, *International Journal of Accounting Information Systems*, 35, (2019).
- Huang R.H., Yang D., Fai Yang Loo F., *The Development and Regulation of Cryptoassets: Hong Kong Experiences and a Comparative Analysis*, *European Business Organization Law Review*, n. 12, (2020), 1-28.
- Hughes A., Park A., Kietzmann J., Archer-Brown C., *Beyond Bitcoin: What blockchain and distributed ledger technologies mean for firms*, *Business Horizons*, 62, n. 3 (2019), 273-281.
- Iansiti M., Lakhani K., *The Truth About Blockchain*, *Harvard Business Review*, 95, (2017), 118-127.
- Incorvaia A., *L'iscrizione in bilancio dei cryptoassets secondo i principi contabili internazionali IAS/IFRS. Un'analisi sulle corrette metodologie da applicare in sede initial recognition e successive valutazioni*, *Rivista dei Dottori Commercialisti*, 1, n. Gennaio-Marzo (2020), 21-33.
- International Telecommunication Union, *Recommendation ITU-T Y.2060. Overview of the Internet of things*, Ginevra, ITU-T, (2012).
- International Trade Center, *Traceability in food and agricultural products - Bulletin 91/2015*, (2015).
https://www.intracen.org/uploadedFiles/intracenorg/Content/Exporters/Exporting_Better/Quality_Management/Redesign/EQM%20Bulletin%2091-2015_Traceability_FINAL%2014Oct15_web.pdf (consultato il giorno Settembre 6, 2021).
- Inzitari B., *Digesto delle discipline privatistiche*, Moneta, (Milano), UTET, (1994).
- Ivanov D., Dolgui A., Soklov B., *The impact of digital technology and Industry 4.0 on the ripple effect and supply chain risk analytics*, *Internationale Journal of Production Research*, 57, n. 3 (2019), 829-846.
- Jannarelli A., Macario F., *Della Proprietà: Vol. I - Artt. 810 - 868 c.c.*, In *Commentario del Codice Civile*, di Jannarelli A. e Macario F., 455, Torino, UTET Giuridica, (2012).
- Jardim L., Pranto S., Ruivo P., Oliveira T., *What are the main drivers of Blockchain Adoption within Supply Chain? – an exploratory research*, *Procedia Computer Science*, 181, (2021), 495-502.
- Jensen M.C., Meckling W.H., *Theory of the firm: managerial behavior, agency costs and ownership structure*, *Journal of Financial Economics*, 3, n. 4, (1976), 305-360.

- Kamble S.S., Gunasekaran A., Gawankar S.A., *Achieving sustainable performance in a data-driven agriculture supply chain: A review for research and applications*, International Journal of Production Economics, 219, (2020), 179-194.
- Kamble S.S., Gunasekaranb A., Sharma R., *Modeling the blockchain enabled traceability in agriculture supply chain*, International Journal of Information Management, 52, n. 101967, (2020), 1-16.
- Karlstrøm H., *Do libertarians dream of electric coins? The material embeddedness of Bitcoin*, Journal of Social Theory, 15, n. 1, (2014), 23-36.
- Kayikci Y., Subramanian N., Dora M., Bhatia M.S., *Food supply chain in the era of Industry 4.0: blockchain technology implementation opportunities and impediments from the perspective of people, process, performance, and technology*, Production & Planning Control, (2020), 1-21.
- Khan S.N., Faiza L., Guegan C., Benkhelifa E., Beni-Hani A., *Blockchain smart contracts: Applications, challenges, and future trends.*» *Peer-to-Peer Networking and Applications*, 14 (2021), 2901-2925.
- Kietzmann J., Paschen J., Treen E., *Artificial intelligence in advertising: How marketers can leverage artificial intelligence along the consumer journey*, Journal of Advertising Research, 58, n. 3, (2018), 263-267.
- Kim H., Laskowski M., *Toward an ontology-driven blockchain design for supply-chain provenance*, Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management, 25, n. 1, (2018), 18-27.
- Kim H., Laskowski M., *Agriculture on the Blockchain: Sustainable Solutions for Food, Farmers, and Financing*, In Supply Chain Revolution, (a cura di) Tapscott D., Barrow Books, (2018).
- Kohler S., Pizzol M., *Technology assessment of blockchain-based technologies in the food supply chain*, Journal of Cleaner Production, 269, n. 122193 (2020), 1-10.
- Konstantinos C., Michael D., *Blockchains and Smart Contracts for the Internet of Things*, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., (2016), 2292-2303.
- Kouhizadeh M., Saberi S., Sarkis J., *Blockchain technology and the sustainable supply chain: Theoretically exploring adoption barriers*, International Journal of Production Economics, 231, n. 107831, (2021), 1-21.
- Kshetri N., *1 Blockchain's roles in meeting key supply chain management objectives*, International Journal of Information Management, 39, (2018), 80-89.
- Kumar A., Liu R., Shan Z., *Is Blockchain a Silver Bullet for Supply Chain Management? Technical Challenges*, Decision Sciences, 51, n. 1, (2019), 1-30.
- Kütük M.E., Sorge C., *Bitcoin im deutschen Vollstreckungsrecht*, Multimedia und Recht, (2014), 643-646.
- La Sala G., *Intermediazione, disintermediazione, nuova intermediazione: i problemi regolatori*, In Diritto del Fintech, (a cura di) Cian M. e Sandei C., 3-22, Vicenza, CEDAM, (2020).
- Lacity M.C., *Addressing key challenges to making enterprise blockchain applications a reality*, MIS Quarterly Executive, 17, n. 3, (2018), 201-222.

- Lambert S., Davidson R.A., *Applications of the business model in studies of enterprise success, innovation and classification: An analysis of empirical research from 1996 to 2010*, *European Management Journal*, 31, (2013), 668-861.
- Lamport L., Shostak R., Pease R., *The Byzantine Generals Problem*, *ACM Transactions on Programming Languages and Systems*, 4, n. 3, (1982), 382-401.
- Latorraca S., *La disciplina contabile*, *Il quotidiano del commercialista*, Eutekne, (2022), 1521.
- Laurence T., *Blockchain for Dummies*, John Wiley & Sons, (2017).
- Law A., *Smart contracts and their application in supply chain management*, Massachusetts Institute of Technology, (2017).
- Leduc G., Kubler S., Georges J.P., *Innovative blockchain-based farming marketplace and smart contract performance evaluation*, *Journal of Cleaner Production*, 306, n. 127055, (2021), 1-15.
- Lemme G., *Criptomoneta e distacco dalla moneta legale: il caso bitcoin*, *Rivista di diritto bancario* IV trimestre, (2016), 381-433.
- Lener R., *Cryptocurrencies and crypto-assets in the Italian and EU perspective*, *Vestnik of Saint Petersburg University Law*, (2022), 219-229.
- Leung Xi Y., Sun J., Bai B., *Bibliometrics of social media research: A co-citation and co-word analysis*, *International Journal of Hospitality Management*, 66, (2017), 35-45.
- Lev B., Feng G., *The End of Accounting and the Path Forward for Investors and Managers*, Wiley Finance, (2016).
- Lewenberg Y., Bachrach Y., Sompolinsky Y., Zohar A., Rosenschein J. S., *Bitcoin mining pools: A cooperative game theoretic analysis*, *Proceedings of the 2015 international conference on autonomous agents and multiagent systems*, Istanbul, AAMAS, (2015), 919-927.
- Lewis A., *A gentle introduction to digital tokens*, <https://bitsonblocks.net/2015/09/28/a-gentleintroduction-to-digital-tokens/>, (2015).
- Lin J., Lang C., *Global Supply Chains in a Post-Pandemic World*, *Harvard Business Review*, Ottobre 2020, <https://hbr.org/2020/09/global-supply-chains-in-a-post-pandemic-world>.
- Lin W., Ortega D.L., Ufer D., Caputo V., Awokuse T., *Blockchain-based traceability and demand for U.S. beef in China*, *Agricultural and Applied Economics Association*, (2020), 1-20.
- Linciano N., Caivano V., Costa D., Di Rocco S., Gentile M., *Emerging trends in sustainable investing and cryptoasset markets*, *CONSOB*, (2022).
- Linden A., Fenn J., *Understanding Gartner's hype cycles*, *Strategic Analysis Report*, Gartner Inc., (2003), 3-12.
- Linder J., Cantrell S., *Changing Business Models: Surveying the Landscape*, Accenture Institute for Strategic Change, (2000).
- Liu W., Shao X.F., Wu C.H., Qiao P., *A systematic literature review on applications of information and communication technologies and blockchain technologies for precision agriculture development*, *Journal of Cleaner Production*, 298, n. 126763, (2021).

- Lohmer J., Bugert N., Lasch R., *Analysis of resilience strategies and ripple effect in blockchain-coordinated supply chains: An agent-based simulation study*, International Journal of Production Economics, 228, n. 107882, (2020), 1-13.
- MacCarthy B.L., Blome C., Olhager J., Srari J.S., Zhao X., *Supply chain evolution—theory, concepts and science*, International Journal of Operations and Production Management, 36, n. 12, (2016), 1696-1718.
- Magretta G., *Why Business Models Matter*, Harvard Business Review, (2002), 86-92.
- Malarvizhi P., *Interventions to Scale-Up Palmpreneurship in Tamilnadu*, International Journal of Recent Technology and Engineering, (IJRTE), 8, n. 2S8, (2019), 1-4.
- Malone T., *Do Some Business Models Perform Better than Others?*, Munich Personal RePEc Archive, (2007), 1-38.
- Mangla S.K., Kazancoglu Y., Ekinci E., Liu M., Ozbiltekin M., Sezer M.D., *Using system dynamics to analyze the societal impacts of blockchain technology in milk supply chainsrefer*, Transportation Research Part E, 149, n. 102289, (2021), 1-21.
- Masi D., *Le cryptoattività: proposte di qualificazione giuridica e primi approcci regolatori*, Banca Impresa Società - Il Mulino, (2021), 241-270.
- Massa L., Tucci C. L., *Business Model Innovation*, In The Oxford Handbook of Innovation Management, (a cura di) Gann D., Phillips N., Dogson M. Oxford Academic, (2014).
- Massaro M., Dumay J., Guthrie J., *On the shoulders of giants: undertaking a structured literature review in accounting*, Accounting, Auditing & Accountability Journal, (Emerald Group Publishing Limited) 29, n. 5 (2016): 767-801.
- Massey R., Dalal D., Dakshinamoorthy A., *Initial coin offering: A new paradigm*, Deloitte, (2017).
- Masudin I., Ramadhani A., Restuputri D.P., Amallynda I., *The Effect of Traceability System and Managerial Initiative on Indonesian Food Cold Chain Performance: A Covid-19 Pandemic Perspective*, Global Journal of Flexible Systems Management, 22, (2021), 331-356.
- Maull R., Godsiff P., Mulligan C., Brown A., Kewell B., *Distributed ledger technology. Applications and implications*, Strategic Change, 26, (2017), 481-489.
- Medaglia R., Damsgaard J., *Blockchain and the United Nations Sustainable Development Goals: Towards an Agenda for IS Research*, Dubai, PACIS 2020 Proceedings, (2020).
- Metcalfe R., *Metcalfe's law: A network becomes more valuable as it reaches more users*, Infoworld, 17, (1995)
- Mintzberg H., Westley F., *Cycles of Organizational Change*, Strategic Management Journal, 13 (1992), 39-59.
- Mitchell D., Coles C., *The ultimate competitive advantage of continuing business model innovation*, Journal of Business Strategy, 24, n. 5, (2003), 15-21.
- Momtaaz P., *Initial Coin Offerings*, PLOS ONE, (2020), 1-30.
- Montecchi M., Plangger K., Etter M., *It's real, trust me! Establishing supply chain provenance using blockchain*, Business Horizons, 62, n. 3, (2019), 283-293.

- Montrone A., Ricciardi A., Rubino F., *Economia aziendale*. Milano, Franco Angeli, (2019).
- Morabito V., *Business Innovation Through Blockchain*, New York, Spring, (2017).
- Morkunas V.J., Paschen J., Boon E., *How blockchain technologies impact your business model*, *Business Horizons*, 62, n. 3 (2019), 295-306.
- Moro Visconti R., *La valutazione delle blockchain: internet of value, network digitali e smart transaction*, *Diritto industriale*, 3, n. 301, (2019), 1-5.
- Moro Visconti R., *Blockchain Valuation: Internet of Value and Smart Transactions*, (a cura di) Moro Visconti R., *The Valuation of Digital Intangibles, Technology, Marketing and Internet*, 401-420, Palgrave Macmillan, (2020).
- Morone R.M., *Diritto civile e processuale*, In *Criptovalute, criptoattività e bitcoin*, (a cura di) Capccioli S., 95-105, Milano, Giuffrè, (2021).
- Müller L., Meyer S.D., Gschwend C., Henschel P., *Conceptual Framework for Legal & Risk Assessment of Blockchain Crypto Property (BCP)*, *MME Magazine*, (2019).
- Muthukrishnan H., *Advent Of Disruptive Technologies – Assimilation Of Block Chain And Iot And It's Challenges In Relevance For The Upliftment Of Digital Relationship*, *International Journal of Scientific and Technology Research*, 9, n. 4, (2020), 672-676.
- Nabil E.I., Claus P., *A review of distributed ledger technologies*, *OTM Confederated International Conferences "On the Move to Meaningful Internet Systems"*, Springer, Cham, (2018), 277-288.
- Nakamoto S., *Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system*, (2008), <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>.
- Narayanan A., Bonneau J., Felten E., Miller A., Goldfeder S., *Bitcoin and Cryptocurrency Technologies: A Comprehensive Introduction*, Princeton University Press, (2016).
- Nguyen C. T., Hoang D. T., Nguyen D. N., Niyato D., Nguyen H. T., Dutkiewicz E., *Proof-of-stake consensus mechanisms for future blockchain networks: fundamentals, applications and opportunities*, *IEEE*, 7, (2019), 85727-85745.
- Niknejad N., Ismail W., Bahari M., Hendradi R., Selleh A.Z., *Mapping the research trends on blockchain technology in food and agriculture industry: A bibliometric analysis*, *Environmental Technology & Innovation*, 21, n. 101272, (2021), 1-12.
- Nonaka I., *The knowledge-creating company*, in *The economic impact of knowledge*, Routledge, (2009).
- Nonaka I., Takeuchi H., *L'impresa saggia. Come le imprese creano l'innovazione continua*, (a cura di) Di Corno F., Guerini Next, (2021).
- Norman M.D., Karavas Y.G., Reed H., *The Emergence of Trust and Value in Public Blockchain Networks*, Cambridge: IX International Conference on Complex Systems, (2018).
- O' Leary D., *Gartner's hype cycle and information system research issues*, *International Journal of Accounting Information Systems*, 9, n. 4, (2008), 240-252.
- OCSE, *Regulatory Approaches to the Tokenisation of Assets*, *OECD Blockchain Policy Series*, (2021).

- OCSE, Eurostat, *Oslo Manual 2018: Guidelines for Collecting, Reporting and Using Data in Innovation*, Parigi, OCSE, (2018).
- OCSE-FAO, *Agricultural Outlook 2021-2030*, Parigi, OCSE, (2021).
- Oliveira L., Bauer I., Schwabe G., Zavolokina L., *To Token or not to Token: Tools for Understanding Blockchain Tokens*, International Conference of Information Systems, San Francisco, USA, ICIS, (2018) 1-18.
- Osservatorio Blockchain & Distributed Ledger Technology, Politecnico di Torino, *Blockchain: the hype is over, get ready for ecosystems*, Torino, Osservatori.net digital innovation, (2021).
- Osservatorio Blockchain & Distributed Ledger Technology, Politecnico di Torino, *Blockchain e Supply chain: le opportunità della filiera*, Torino, Osservatori.net digital innovation, (2022).
- Osterwalder A., Pigneur Y., Tucci C.L., Clarifying business models: origins, present, and future of the concept, *Communications of AIS* 15 (2005), 1-43.
- Page M.J., *The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews*, *BMJ* 372, n. 71, (2021), 1-9.
- Palmatier R.W., Houston M.B., Hulland G., *Review articles: purpose, process, and structure*, *Journal of the Academy of Marketing Science*, 46 (2018), 1-5.
- Panetta K., *5 Trends Emerge in the Gartner Hype Cycle for Emerging Technologies*, Gartner. 2018.
- Parlamento Europeo, *Risoluzione del Parlamento Europeo del 3 ottobre 2018 sulle tecnologie di registro distribuito e blockchain: creare fiducia attraverso la disintermediazione*, (2018).
- Parola L., Merati P., Gavotti G., *Blockchain e smart contract: questioni giuridiche aperte*, *I Contratti*, IPSOA, Wolter Kluwers, 6, (2018), 681-688.
- Parrondo L., *DLT-based Tokens Classification towards Accounting Regulation*, Proceedings of the 2nd International Conference on Finance, Economics, Management and IT Business (FEMIB 2020), Praga, Repubblica Ceca, Science and Technology Publications, Lda, (2020), 15-26.
- Passaretta M., *Diritto civile e processuale*, In *Criptoattività, criptovalute e bitcoin*, (di S. Capaccioli, 95-105. Giuffrè Francis Lefebvre, (2021).
- Pastore P., *L'organizzazione aziendale. Principi, strutture, evoluzione*, In *Economia aziendale*, (a cura di) di Montrone A., Ricciardi A. e Rubino F., 125-133, Milano, Franco Angeli, (2019).
- Paul J., Criado A.R., *The art of writing literature review: What do we know and what do we need to know?*, *International Business Review*, 29, n. 4, (2020), 1-7.
- Paul J., Lim M.W., O'Cass A., Hao A.W., Bresciani S., *Scientific procedures and rationales for systematic literature reviews (SPAR-4-SLR)*, *International Journal of Consumer Studies*, (2021), 1-17.
- Pearson S., May D., Leontidis G., Swainson M., Brewer S., Bidaut L., Frey J.G., Parr G., Maull R., Zisman A., *Are Distributed Ledger Technologies the panacea for food traceability?*, *Global Food Security*, 20, (2019), 145-149.
- Pedotti P., *Gli aspetti contabili delle criptovalute*, *Amministrazione e Finanza*, IPSOA, Wolter Kluwers, 5, (2022), 35-40.

Perez C., *Technological revolutions and techno-economic paradigms*, Cambridge Journal of Economics, 34, n. 1, (2010), 185-202.

Perri L., *What's New in the 2022 Gartner Hype Cycle for Emerging Technologies*, [www.gartner.com](https://www.gartner.com/en/articles/what-s-new-in-the-2022-gartner-hype-cycle-for-emerging-technologies#:~:text=What's%20New%20in%20the%202022%20Gartner%20Hype%20Cycle%20for%20Emerging%20Technologies&text=Emerging%20technologies%20for%202022%20fit, automat). 22 Agosto 2022. <https://www.gartner.com/en/articles/what-s-new-in-the-2022-gartner-hype-cycle-for-emerging-technologies#:~:text=What's%20New%20in%20the%202022%20Gartner%20Hype%20Cycle%20for%20Emerging%20Technologies&text=Emerging%20technologies%20for%202022%20fit, automat>.

Pilkington M., *Blockchain technology: principles and applications*, Research handbook on digital transformations, Olleros F. X., Zhegu M., Cheltenham, United Kingdom, Edward Elgar Publishing, (2018), 1-39.

Porter M., *Strategy and the Internet*, Harvard Business Review, 79, n. 3, (2001), 63-78.

Pournader M., Shi Y., Seuring S., Lenny Koh S.C., *Blockchain applications in supply chains, transport and logistics: a systematic review of the literature*, International Journal of Production Research, 58, n. 7, (2020), 2063-2081.

Power M., *Infrastructures of traceability*, In *Thinking Infrastructures. Research in the Sociology of Organizations*, (a cura di) Kornberger M., 115-130, Bingley, Emerald Group Publishing Limited, (2019).

Pozzoli S., *Valutazione d'azienda*, Milano, IPOSA, Wolters Kluwer, (2021).

Presti C., *L'azienda intelligente: opportunità e minacce per la creazione di valore*, Management control, Franco Angeli, 3, (2022), 5-12.

Pritchard A., *Statistical Bibliography or Bibliometrics*, Statistical Bibliography or Bibliometrics, 4, n. 7, (1969), 348-349.

Prodan M., Prodan A., Purcarea A.A., *Three New Dimensions to People, Process, Technology Improvement Model*, New Contributions in Information Systems and Technologies, Advances in Intelligent Systems and Computing (Springer), 453, (2015), 481-490.

Puschmann T., *Fintech, Business & Information Systems Engineering*, 59, (2017), 69-76.

Qi T., Wang T., Zhu J., Bai R., *The correlation and volatility between bitcoin and the blockchain index*, International Journal of Crowd Science, 4, n. 2, (2020), 103-115.

Qiao R., Zhu S., Qin J., *Optimization of dynamic data traceability mechanism in Internet of Things based on consortium blockchain*, International Journal of Distributed Sensor Networks, 14, n. 12 (2018), 1-15.

Quayson M., Bai C., Sarkis J., *Technology for Social Good Foundations: A Perspective From the Smallholder Farmer in Sustainable Supply Chains*, IEEE, Transactions On Engineering Management, 68, n. 3, (2021), 1-5.

Rampone F., Associazione Blockchain Italia, <https://associazioneblockchain.it/>, 11 Marzo 2020. <https://associazioneblockchain.it/wp-content/uploads/2020/03/20.04.15-I-token.-Una-prospettiva-giuridica.pdf>.

Rampone F., *Giuristi e informatici: the code is NOT law*, Ciberspazio e diritto : rivista internazionale di informatica giuridica, 21, n. 2, (2020), 303-313.

- Raskin M., *The law and legality of smart contracts*, Georgetown law technology review, 1, n. 2 (2017), 305-341.
- Rathi K.G., Patil H.V., Tribhuwan M.V., *Blockchain with IoT: A New Hope in Agriculture*, International Journal of Recent Technology and Engineering, IJRTE, 8, n. 1, (2019), 1-5.
- Reid F., Harrigan M., *An Analysis of Anonymity in the Bitcoin System*, In Security and Privacy in Social Networks, (a cura di) Elovici Y., Cremers A., Aharony N., Pentland A., Altshuler Y. Springer, (2013).
- Rejeb A., Rejeb K., *Blockchain and supply chain sustainability*, LogForum - Scientific Journal of Logistics, 16, n. 3, (2020), 363-372.
- Research and Markets, *Blockchain in Agriculture and Food Supply Chain Market by Application (Product Traceability, Payment and Settlement, Smart Contracts, and Governance, Risk and Compliance Management), Provider, Organization Size, and Region - Global Forecast to 2025*. Research and Markets, (2020).
- Resta G., *Nuovi beni immateriali e numerus clausus dei diritti esclusivi*, In *Diritti esclusivi e nuovi beni immateriali*, (a cura di) Resta G., 21-28, Milano, Utet Giuridica, (2010).
- Ricciardi A., *L'analisi di bilancio per la valutazione dei rischi*, Franco Angeli, (2022).
- Rinaldi G., *Approcci normativi e qualificazione giuridica delle criptomonete*, Contratto e impresa, 1, (2019), 257-296.
- Rindfleisch A., Heide J.B., *Transaction cost analysis: Past, present, and future applications*, Journal of Marketing, 61, n. 4, (2018), 30-54.
- Risius M., Spohrer K., *A Blockchain Research Framework*, Business & Information Systems Engineering, 59, n. 6, (2017), 385-409.
- Rizal B., Ubacht F., J., Janssen M., *Unraveling Transparency and Accountability in Blockchain*, Proceedings of the 20th Annual International Conference on Digital Government Research, New York, Association for Computing Machinery, (2019), 204-213.
- Roberto F., Maglio R., Rey A., *Blockchain technology applications in the hospitality and tourism industry: insights from the LockTrip project*, (a cura di) Culasso F. e Pizzo M., *Identità, innovazione e impatto dell'aziendalismo italiano. Dentro l'economia digitale*, XXXIX CONVEGNO NAZIONALE AIDEA, Torino, AIDEA, (2019), 645-659.
- Rocca L., Teodori C., Veneziani M., *Blockchain, impatto sul sistema aziendale. Un caso operativo*, (a cura di) Lombardi R., Chiucchi M.T., Mancini D., *Smart technologies, Digitalizzazione e Capitale intellettuale: sinergie e opportunità*, Franco Angeli, Milano, (2020), 193- 202.
- Rocha T., Costa P., Sousa V., Coelho P., Sousa F., Cardoso N., *SmartAgriChain: A Blockchain Based Solution for Agrifood Certification and Supply Chain Management*, International Journal of Environment, Agriculture and Biotechnology, 6, n. 3, (2021), 1-11.
- Rogerson M., Parry G.C., *Blockchain: case studies in food supply chain visibility*, Supply Chain Management, 25, n. 5, (2020), 601-614.
- Rowe F., *What literature review is not: diversity, boundaries and recommendations*, European Journal of Information Systems, 23, n. 3 (2014), 241-255.

- Saberi S., Kouhizadeh M., Sarkis J., Shen L., *Blockchain technology and its relationships to sustainable supply chain management*, International Journal of Production Research, 57, n. 7 (2019), 2117-2135.
- Salamone L., *La nozione di «strumento finanziario» tra unità e molteplicità*, Rivista del diritto commerciale e del diritto generale delle obbligazioni, (1998), 716.
- Sandei C., *Initial Coin Offering e appello al pubblico risparmio*, In *Diritto del Fintech*, (a cura di) Cian M., Sandei C., 277-302, Cedam, (2020).
- Santoni L., *Operazioni in criptovaluta e abusivismo finanziario: Nota a Cass. Pen., Sez. II, 25 settembre 2020*, n. 26807, Rivista di Diritto del Risparmio, 2, (2021), 1-10.
- Santoro P., *Dottrine generali del diritto civile*, Napoli, Jovene, (1981).
- Saurabh S., Dey K., *Blockchain technology adoption, architecture, and sustainable agrifood supply chains*, Journal of Cleaner Production, 284, n. 124731, (2021), 1-13.
- Sazandrishvili G., *Asset Tokenization on Blockchain Explained in Plain English*, Medium, 18 Maggio 2018.
- Schär F., *Decentralized finance: on blockchain-and smart contract-based financial markets*, Federal Reserve Bank of St. Louis Review, 103, n. 2 (2021), 153-174.
- Schollmeier R., *A definition of peer-to-peer networking for the classification of peer-to-peer architectures and applications*, Proceedings First International Conference on Peer-to-Peer Computing, (2001), 101-102.
- Schuelke-Leech B.A., *A model for understanding the orders of magnitude of disruptive technologies*, Technological Forecasting & Social Change, 129, (2018), 261-274.
- Sciarra M., *Trust who? and trust what? Complementary and substitute forms of trust in the era of blockchain*, (a cura di) Culasso F. e Pizzo M., *Identità, innovazione e impatto dell'aziendalismo italiano. Dentro l'economia digitale*, XXXIX CONVEGNO NAZIONALE AIDEA, Torino, AIDEA, (2019), 274-285.
- Scuderi A., Foti V.T., Timpanaro G., *The supply chain value of pod and pgi food products through the application of blockchain*, Calitatea - Acces la succes - SRAC 20, n. S2, (2019), 580-587.
- Seebacher S., Schuritz R., *Blockchain technology as an enabler of service systems: a structured literature review*, Exploring Services Science. Lecture Notes in Business Information Processing. Cham, Springer, (2017), 12-23.
- Shafer S.M., Smith H.J., Linder J.C., *The power of business models*, Business Horizons, 48, n. 3 (2005), 199-207.
- Shannon C.E., Weaver W., *The mathematical theory of communication*, University of Illinois Press, (1949).
- Shapiro C., Varian H.R., *Information rules. A Strategic Guide to the Network Economy*, Harvard Business School Press, (1998).
- Shew A.M., Snell H.A., Nayga R.M., Lacity M.C., *Consumer valuation of blockchain traceability for beef in the United States*, Applied Economic Perspectives and Policy, (2021), 1-25.

- Shumpeter J.A., *The Theory of Economic Development: An Inquiry into Profits, Capital, Credit, Interest and Business Cycle*, University of Illinois at Urbana-Champaign's Academy for Entrepreneurial Leadership Historical Research Reference in Entrepreneurship, (1934).
- Simchi-Levi D., Kaminsky P., Simchi-Levi E., *Designing and Managing the Supply Chain Concepts, Strategies and Case Studies*, New York, Mc-Graw-Hill Publishing, (2003).
- Simpson A., Tamayo A., *Real effects of financial reporting and disclosure on innovation*, Accounting and Business Research, 50, n. 5, (2020), 401-421.
- Singh T., John T.S., *Decrypting Crypto: an introduction to cryptoassets and a study of select valuation approaches*, Chartered Business Valutors Institute, Journal of business valuation, (2019), 13-18.
- Sixt E., Himmer K., Accounting and Taxation of Cryptoassets, https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3419691. 12 Luglio 2019.
- Small H., *Co-citation in the scientific literature: A new measure of the relationship between two documents*, Journal of the American Society for Information Science, 24, (1973), 265-269.
- Sodhi M.M.S., Seyedghorban Z., Tahernejad H., Samson D., *Why emerging supply chain technologies initially disappoint: Blockchain, IoT, and AI*, Production and Operations Management, 31 (2022), 2517-2537.
- Sorci C., *Lezioni di economia aziendale*, Milano, Giuffrè, (2002).
- Sorescu A., Warren N.L., Ertekin L., *Event study methodology in the marketing literature: An overview*, Journal of the Academy of Marketing Science, 45, n. 2, (2017), 186-207.
- Sterley A., *Cryptoassets: Accounting for an Emerging Asset Class*, The CPA Journal, (2019), <https://www.cpajournal.com>.
- Sudhindra S., Ganesh L.S., Arshinder K., *Knowledge transfer: An information theory perspective*, Knowledge Management Research and Practice, 15, n. 3, (2017), 400-412.
- Sura A., *Cryptoassets e initial coin offering: il bilancio alla prova degli strumenti di finanza innovativa*, La Gestione straordinaria delle imprese, 6, (2021), 127-133.
- Surasak T., Wattanavichean N., Preuksakarn C., Huang S.C.H., *Thai Agriculture Products Traceability System using Blockchain and Internet of Things*, International Journal of Advanced Computer Science and Applications, 10, n. 9 (2019), 578-583.
- Svensson, G., *A conceptual framework for the analysis of vulnerability in supply chains*, International Journal of Physical Distribution & Logistics Management, 30, n. 9, (2000), 731-750.
- Szabo N., *Smart contract*, (1994).
- Tama B.A., Kweka J., Park Y., Rhee K.H., *A critical review of blockchain and its current applications*, 17 International Conference on Electrical Engineering and Computer Science. ICECOS, (2017), 109-113.
- Tandon A., Dhir A., Islam N., Mantymaki M., *Blockchain in healthcare: a systematic literature review, synthesizing framework and future research agenda*, Computers in Industry, 122, n. 103290 (2020).

- Tapscott D., Tapscott A., *Blockchain Revolution: How the Technology Behind Bitcoin Is Changing Money, Business, and the World*, New York, Penguin, (2016).
- Tassey G., *Standardization in technology-based markets*, *Research Policy*, 29, n. 4, (2000), 587-602.
- Teece D. J., *Business models, business strategy and innovation*, *Long Range Planning*, 43, n. 2-3 (2010), 172-194.
- Tern S., *Survey of Smart Contract Technology and Application Based on Blockchain*, *Open Journal of Applied Sciences*, 11 (2021), 1135-1148.
- Tezel A., Febrero P., Papadonikolaki E., Yitmen I., *Insights into Blockchain Implementation in Construction: Models for Supply Chain Management*, *Journal of Management in Engineering*, 37, n. 4, (2021).
- Thompson J.D., *Organizations in Action*, New York, McGraw-Hill, (1967).
- Tian F., *A supply chain traceability system for food safety based on HACCP, blockchain & Internet of things*, *International Conference on Service Systems and Service Management*, (2017), 1-6.
- Tian F., *An agri-food supply chain traceability system for China based on RFID & blockchain technology*, *13th International Conference on Service Systems and Service Management*, IEEE, (2016), 1-6.
- Timmers P., *Business Models for Electronic Markets*, *Electronic Markets*, 8, n. 2, (1998), 1-7.
- Tiscini R., Testarmarta S., Ciaburri M., Ferrari E., *The blockchain as a sustainable business model innovation*, *Management Decision*, 58, n. 8, (2020), 1-22.
- Tomassini A., *Criptovalute, NFT e metaverso*, Milano, Giuffrè Francis Lefebvre, (2022).
- Tönnessen S., Beinke J.H., Teuteberg F., *Understanding token-based ecosystems – a taxonomy of blockchain-based business models of start-ups*, *Electronic Markets*, 30, (2020), 307-323.
- Treiblmaier H., *The impact of the blockchain on the supply chain: a theory-based research framework and a call for action*, *Supply Chain Management*, 23, n. 6, (2018), 545-559.
- Tsolakis N., Niedenzu D., Simonetto M., Dora M., Kumar M., *Supply network design to address United Nations Sustainable Development Goals: A case study of blockchain implementation in Thai fish industry*, *Journal of Business Research*, 131 (2021), 495-519.
- Thum-Thysen A., Voigt P., Bilbao-Osorio B., Maier C., Ognyanova D., *Investment dynamics in Europe: Distinct drivers and barriers for investing in intangible versus tangible assets?*, *Structural Change and Economic Dynamics*, 51, (2019), 77-88.
- Upadhyay A., Mukhuty S., Mukhuty V., Mukhuty Y., *Blockchain technology and the circular economy: Implications for sustainability and social responsibility*, *Journal of Cleaner Production*, 293, n. 126130, (2021), 1-7.
- Valentinetti D., Rea M. A., *Blockchain e bilancio di esercizio: verso una convergenza di interessi "distribuita"?*, *Management control*, Franco Angeli, 2, (2022), 15-40.

- Van Leeuwen T., *Descriptive Versus Evaluative Bibliometrics*, In *Handbook of Quantitative Science and Technology Research*, (a cura di) Moed H.F., Glänzel W., Schmoch U., 373-388, Dordrecht, Springer, (2004).
- Viriyasitavat W., Xu D., Hoonsopon D., Bi Z., *Blockchain Technology for Applications in Internet of Things—Mapping From System Design Perspective*, IEEE Internet of Things Journal, 6, n. 5 (2019), 8155-8168.
- Vom Broke J., Riemer K., Plattfaut R., Simons A., Niehaves B., Cleven A., *Standing on the Shoulders of Giants: Challenges and Recommendations of Literature Search in Information*, Communications of the Association Information Systems, 37, n. 9 (2015), 205-224.
- Vu N., Ghadge A., Bourlakis M., *Blockchain adoption in food supply chains: a review and implementation framework*, Production planning & Control - The Management of Operations, (2021), 1-18.
- Wafaa A.H.A., MacCarthy B., Treiblmaier H., *Why, where and how are organizations using blockchain in their supply chains? Motivations, application areas and contingency factors*, International Journal of Operations & Production Management, 42, n. 12, (2022), 1995-2028.
- Walport M., *Distributed ledger technology: beyond blockchain*, (a cura di) Government Office for Science, 2016. <https://www.gov.uk/government/publications/distributed-ledgertechology-blackett-review>.
- Wamba S.F., Queiroz M.M., *Blockchain in the operations and supply chain management: benefits, challenges and future research opportunities*, International Journal of Information Management, 52, (2020), 1-9.
- Wang Y., Hugh Han J., Beynon-Davies P., *Understanding blockchain technology for future supply chains: a systematic literature review and research agenda*, Supply Chain Management, 24, n. 1 (2018), 62-84.
- Wang Y., Singgih M., Wang J., Rit M., *Making sense of blockchain technology: How will it transform supply chains?*, International Journal of Production Economics, (2019), 221-236.
- Wernerfelt B., *A Resource-based view of the firm*, Strategic Management Journal, 5, n. 2, (1984), 171-180.
- Westerlund M., Nene S., Leminen S., Rajahonka M., *An Exploration of Blockchain-based Traceability in Food Supply Chains: On the Benefits of Distributed Digital Records from Farm to Fork*, Technology Innovation Management Review, 11, n. 6 (2021), 1-13.
- Wing J., *Computational Thinking*, Communications of the ACM 49, n. 3 (2007), 33-35.
- Winter S., Szulanski G., *Replication as Strategy*, Organization Science, 12, n. 6 (2001), 730-743.
- Wirtz B.W., Pistoia A., Ullrich S., Gottel V., *Business Models: Origin, Development and Future Research Perspectives*, Long Range Planning, 49, n. 1 (2016), 36-54.
- Wognum (Nel) P.M., Bremmers H., Trienekens J.H., Van der Vorst J.G.A.J., Bloemhof J.M., *Systems for sustainability and transparency of food supply chains – Current status and challenges*, Advanced Engineering Informatics, 25 (2011), 65-76.
- Woodward J., *Management and technology*, Londra, H.M. Stationery Off, (1958).

- Wortmann F., Flüchter K., *Internet of things*, Business & Information Systems Engineering, 57, n. 3, (2015), 221-224.
- Wright A., De Filippi P., *Decentralized Blockchain Technology and the Rise of Lex Cryptographia*, (2015).
- Xu M., Chen X. e Kou, G., *A systematic review of blockchain*, Financial Innovation, Springer, 5, n. 27, (2019), 2-14.
- Xu X., Lu Q., Liu Y., Zhu L., Yao H., Vasilakos A., *Designing blockchain-based applications a case study for imported product traceability*, Future Generation Computer Systems, 92, (2019), 399-406.
- Yatsyk T., Shvets V., *Cryptoassets as an emerging class of digital assets in the financial accounting*, Economic annals - XXI 183, n. 5-6 (2020), 106-115.
- Yli-Huumo J., Ko D., Choi S., Park S., Smoland K., *Where is current research on Blockchain technology? A systematic review*, PLOS ONE, 11, n. 10, (2016), 1-27.
- Young Lee J., *A decentralized token economy: How blockchain and cryptocurrency can revolutionize business*, Business Horizons, 62, n. 6 (2019), 773-784.
- Zardini A., Rossignoli C., Bullini Orlandi L., Meneghini M., *Innovazione e tradizione: la tecnologia blockchain a tutela della tracciabilità nel mercato agri-food*, (a cura di) Culasso F. e Pizzo M., *Identità, innovazione e impatto dell'aziendalismo italiano. Dentro l'economia digitale*, XXXIX CONVEGNO NAZIONALE AIDEA, Torino, AIDEA, (2019), 21-25.
- Zhang X., Zhong S., Wang T., Chieh Chao H., Wang J., *Blockchain-based Systems and Applications: A Survey*, Journal of Internet Technology, 21, n. 8 (2020), 1-14.
- Zhang X., Ling L., *A Review of Blockchain Solutions in Supply Chain Traceability*, Tsinghua Science and Technology, 28, n. 3 (2023), 500-510.
- Zhao G., *Blockchain technology in agri-food value chain management: A synthesis of applications, challenges and future research directions*, Computers in Industry, 109 (2019), 83-99.
- Zheng Z., Xie S., Dai H.N., Chen X., Wang H., *Blockchain challenges and opportunities: a survey*, International Journal of Web and Grid Services, 14, n. 4 (2018), 352-375.
- Zhu L., Li F., *Agricultural data sharing and sustainable development of ecosystem based on block chain*, Journal of Cleaner Production, 315, n. 127869 (2021), 315,.
- Zott C., Amit R., Massa L., *The business model: recent developments and future research*, Journal of management, 37, n. 4, (2011), 1019-1042.