

Corso di laurea magistrale in Ingegneria Gestionale

Tesi di Laurea Magistrale

L'impatto della Blockchain e del Metaverso nei diversi settori industriali

Relatrice Candidato

Prof.ssa Raguseo Elisabetta Davide Furloni

Anno Accademico 2022/2023

Indice

Introdu	uzione	8
Capitolo	o 1 - La Tecnologia Blockchain	12
1.1.	Definizione della blockchain e l'arrivo del Web 3.0	12
1.1	1.1. Crittografia	14
1.2.	Principali componenti della blockchain	15
1.3.	Tipologie di blockchain	22
1.4.	Token	24
1.5.	Bitcoin (BTC)	25
1.5	5.1. Come avvengono le transazioni tra wallet Bitcoin?	26
1.5	5.2. Vantaggi e Svantaggi BTC	27
1.6.	Ethereum (ETH)	28
1.7.	NFT	30
1.7	7.1. Esempi di NFT	30
1.8.	Caratteristiche principali della blockchain	32
1.9.	Problematiche della blockchain	34
Capitolo	o 2 - Applicazione della blockchain nei diversi settori industriali	35
2.1.	Selezione dei casi di studio	35
2.2.	Supply Chain Management e blockchain	35
2.3.	Blockchain nel settore finanziario	38
2.4.	Blockchain nel settore assicurativo	40
2.5.	Blockchain nel settore automotive	42
2.6.	Blockchain nel settore immobiliare	47
2.7.	Blockchain nel settore sanitario	49
2.8.	Blockchain nel settore energetico	57
2.9.	Blockchain nel settore alimentare	60
2.10.	,	
Capitolo	o 3 - Metaverso e Blockchain: una realtà sempre più digitalizzata	70
3.1.	Che cosa è il Metaverso?	70
3.2.	Caratteristiche del Metaverso	71
3.3.	Principali Metaversi	
3.3	3.1. There	
3.3	3.2. Second Life	74

	3.3.3	3. Roblox	75
	3.3.4	1. Decentraland	76
	3.3.5	5. Meta	78
3	.4.	Selezione dei casi studio	81
3	.5.	Metaverso nel settore finanziario	82
3	.6.	Metaverso nel settore automotive	84
3	.7.	Metaverso nel settore immobiliare	86
3	.8.	Metaverso nel settore sanitario	88
3	.9.	Metaverso nel settore alimentare	90
3	.10.	Metaverso nel settore fashion & luxury	93
3	.11.	Vantaggi e svantaggi del Metaverso	95
3	.12.	Use Case NIKE x RTFKT	96
3	.13.	Use Case Collezione Genesi Dolce & Gabbana	98
	3.13.	.1. Report sulle statistiche dell'asta di Dolce & Gabbana	98
Сар	itolo 4	4 - Conclusioni	101
Bib	liograf	fia	104

Indice delle figure

Figura 1: Bridging Web2 to Web3 Fonte: MyLime	13
Figura 2: Crittografia Simmetrica Fonte: Crittografia in Java	14
Figura 3: Crittografia Asimmetrica Fonte: Weturtle, Introduzione alla Crittografia	15
Figura 4: I Componenti della Transazione Fonte: Blockchain4Innovation	16
Figura 5: Rappresentazione della Struttura a Blocchi della Blockchain Fonte: Overview of Blockcha	ain
Technology: Architecture, Consensus, and Future Trends	
Figura 6: Dall'unione di più Blocchi si costruisce blockchain Fonte: Blockchain4Innovation	17
Figura 7: Hash: cosa sono e come funzionano Fonte: Kaspersky	
Figura 8: Cos'è la Distributed Ledger Technology (DLT)? Fonte: Tutto Crypto	
Figura 9: Permissionless o Permissioned Ledger Fonte: blockchain4innovation	
Figura 10: Permissioned e Permissionless blockchain: le regole per l'Accesso e il Controllo Fonte:	
blockchain4innovation	
Figura 11: Token Fungibili e non Fungibili Fonte: Borsaltaliana	
Figura 12: Grafico circolazione Bitcoin Fonte: Blockchair	
Figura 13: Ordine di Pagamento Blockchain Fonte: Financial Times	
Figura 14: National energy use in TWh Fonte: University of Cambridge Bitcoin Electricity Consupti	
Index	
Figura 15: Che mi dici del consumo energetico di Ethereum? Fonte: Ethereum.org	
Figura 16:Pak's 'The Merge' Fonte: NFT Magazine	
Figura 17:Everydays: The First 5000 Days Fonte: NFT Magazine	
Figura 18: CryptoPunk #7804 Fonte: NFT Magazine	
Figura 19: Differenze sistemi centralizzati, decentralizzati e distribuiti Fonte: YourTarget	
Figura 20: Blockchain in Supply Chain Management Fonte: ibdi.it	
Figura 21: Blockchain's economic impact around the world Fonte:PwC	
Figura 22: Ottieni il meglio dai due mondi: assicurati per primo i nostri NFT Fonte: NFTelepass	
Figura 23: MOBI announces the first Vehicle Identity (VID) Standard based on Blockchain Fonte:IE	
Figura 24: Domanda di sharing nei capoluoghi Fonte: Ansa	
Figura 25: Manomissione dei dati Fonte: BMW	
Figura 26: The Benefits of blockchain for the real estate industry Fonte:Devtechnosys	
Figura 27: Projected global digital health Fonte: Statista 2021	
Figura 28: Finanziamenti digital health 2021, Fonte: Rock Health	
Figura 29: Estimated value of healthtech startups and venture capital investments in Europe, Fon	
	51
Dealroom and Google Finance Figura 30: Trake and trace blockchain system Fonte: Accenture/DHL/	
Figura 31: Screen applicazione mobile Modum, Fonte: modum.ioio	
Figura 32: Inaugurazione Hanger21 a Milano, Fonte: Blockchain4innovation	
Figura 33: Consumer e Prosumer, Fonte: AnterItalia	
Figura 34: Blockchain la rivoluzione è iniziata Fonte: Foodweb.it	
Figura 35: I codici QR di Foodchain, Fonte: FoodChain	
Figura 36: Il valore aggiunto della moda sostenibile per l'economia mondiale, Fonte: THE GLOBAL	
FASHION	
Figura 37: Una rivoluzione nel settore del lusso, Fonte: auraluxuryblockchain.com	
Figura 38: HYPE CYCLE FOR NFT IN FASHION & LUXURY, Fonte: Metaverseboi	
Figura 39: Una riunione nel Metaverso, Fonte: Futureagency	
Figura 40: I diversi tipi di Metaverso, Fonte: METAV.RS	
Figura 41: Metaverso There, Fonte: There	74

Figura 42: Metaverso Second Life, Fonte: SecondLife.com	74
Figura 43: Metaverso Roblox, Fonte: Multiplayer.it	75
Figura 44: Gucci Garden On Roblox, Fonte: Gucci	
Figura 45: Metaverse Fashion Week, Fonte: Decentraland	77
Figura 46: Visore Meta Quest Pro, Fonte: Meta	
Figura 47: Meta Quest 2, Fonte: Meta	80
Figura 48: Occhiali intelligenti Ray-Ban, Fonte: Meta	81
Figura 49: Adidas nel Metaverso, Fonte: Adidas	82
Figura 50: Metaverso nel settore finanziario, Fonte: The Korea Times	83
Figura 51: Nissan sbarca nel Metaverso, Fonte: Nissan	85
Figura 52: Skodaverse, Fonte: Skoda	86
Figura 53: I nuovi scenari del metaverso nel mercato immobiliare, Fonte: Magazine WINDTRE .	87
Figura 54:Case Western Reserve University, Fonte: HolaAnatomy	88
Figura 55: Patient using SnowWorld, Fonte: University of Washington	89
Figura 56: Medcare Hospital, Fonte: Aster DM Healthcare	89
Figura 57: Il Metaverso nel Mondo della Salute, Fonte: Key4biz	90
Figura 58: Loft Italy porta il turismo enogastronomico nel metaverso, Fonte: Blockchain4innova	ation
	91
Figura 59: Chiptole Metaverse, Fonte: Chiptole Mexican Grill	92
Figura 60: Prosciutto di San Daniele nel Metaverso, Fonte: Prosciutto di San Daniele	92
Figura 61: Fornite X Balenciaga, Fonte: Forbes	93
Figura 62: Nikeland on Roblox, Fonte:Nike	94
Figura 63: Rolex nel Metaverso, Fonte: MyLime	94
Figura 64: Nike x RTFKT, Fonte: sneakerflippers.com	96
Figura 65: Nike X RTFKT, Fonte: highsnobiety.com	97
Figura 66: Ricavi NFT NIKE Fonte: dune.com	97
Figura 67: Analisi Tecnica Quotazioni Nike, Fonte: certificati.vontobel.com	97

Introduzione

"Non è la più forte delle specie che sopravvive, né la più intelligente, ma quella più reattiva ai cambiamenti" (Darwin, 24 Novembre 1859).

La trasformazione digitale accelerata e forzata causata dalla pandemia COVID-19 ha obbligato industrie e governi ad innovarsi e adottare nuove tecnologie.

Viviamo in un mondo ricco di cambiamenti, caratterizzato da forti innovazioni tecnologiche sempre più digitalizzate: **blockchain e metaverso** sono due esempi importanti.

Il termine "blockchain" oltre ad essere conosciuto per lo scambio e la creazione di criptomonete, viene utilizzato come strumento di innovazione per diverse aziende in molteplici settori industriali.

Come vedremo più avanti, si tratta di una tecnologia decentralizzata basata sulla sicurezza, sulla trasparenza e sulla tracciabilità dei dati.

La nostra società è protesa alle innovazioni, non si può rimanere indietro perché l'impatto sarebbe deleterio, lo sviluppo delle nuove tecnologie hanno e in futuro sempre di più, avranno totalmente impermeato tutti i settori della nostra vita.

Il tipico consumatore è sempre più social (5,1 miliardi di utenti online nel gennaio 2022 con un utilizzo medio giornaliero di internet di 6 ore e 43 minuti (AHLGREN, 2022)): l'arrivo di ogni nuova tecnologia sovrasta quella precedente con nuove funzionalità più efficienti, con un design più raffinato, con una grafica migliore ecc.

Proviamo ad immaginare di fare un aperitivo sulle piramidi in Egitto e poche ore dopo essere ad un'importante riunione a New York senza ovviamente prendere l'aereo, tutto questo è possibile? La risposta è sì, grazie al metaverso.

Come vedremo più in specifico nel capitolo 3, il metaverso è un universo tridimensionale di mix reality abitato da avatar fotorealistici e customizzati all'interno del quale tutto è possibile.

I processi di cambiamento sono iniziati già da diverso tempo, la tecnologia ha semplificato e rivoluzionato completamente le nostre vite, ha annullato le distanze, ha trasformato il modo di comunicare; corriamo verso un futuro sempre più digitalizzato e questo ci permette di soddisfare ogni esigenza che nasce nella vita privata ma anche nel mondo del business.

L'obbiettivo di questa tesi è quello di analizzare la tecnologia blockchain, relazionarla al metaverso e trovare le loro possibili applicazioni nei settori: finanziario, assicurativo, automotive, immobiliare, sanitario, alimentare, energetico e della moda.

L'intero elaborato è dunque costituito principalmente da quattro capitoli.

Nel primo capitolo lo studio spiega il passaggio da Web2.0 a Web3.0 e propone un'analisi sulla blockchain in cui vengono illustrate l'evoluzione nel tempo, la componentistica, le caratteristiche, le tipologie esistenti e le problematiche della tecnologia stessa.

Nel secondo capitolo invece, vengono descritti i problemi esistenti nei diversi settori e viene spiegato come tramite l'implementazione della blockchain, quest'ultimi possano essere risolti.

Nel terzo capitolo sono stati definiti i tratti principali del metaverso, descrivendone le caratteristiche e l'implementazione che potrebbe avere nei diversi settori industriali attraverso la correlazione con la blockchain. Successivamente sono stati approfonditi i

dati di due casi aziendali (Nike e Dolce & Gabbana) che hanno utilizzato il Metaverso come fattore chiave per una strategia di successo.

Infine, nel quarto capitolo vengono descritte le conclusioni dell'intero elaborato.

Capitolo 1 - La Tecnologia Blockchain

1.1. Definizione della blockchain e l'arrivo del Web 3.0

Satoshi Nakamoto il 31 Ottobre del 2008 pubblicò "Bitcoin: a peer-to-peer electronic cash system", si tratta di un white paper che spiega la nascita di un nuovo modello decentralizzato transazionale: la blockchain. (Nakamoto, 2008)

Nakamoto ha voluto creare un sistema di pagamento online affidabile, immutabile e indipendente, senza la necessità di una gestione centralizzata, ad esempio le banche. La decentralizzazione di questa tecnologia è garantita dal fatto che è pubblica, non vi è un singolo ente bensì è posseduta da tutti gli utenti che la utilizzano.

Il termine blockchain (letteralmente "catena di blocchi") è un registro di dati pubblico decentralizzato e immutabile (nulla può essere cancellato una volta aggiunto) utilizzato per registrare in modo trasparente e sicuro i dati delle transazioni (Oracle).

Le informazioni contenute in ordine cronologico all'interno della catena a blocchi non possono essere modificate o eliminate e, ogni nuova variazione viene inserita a seguito di quelle esistenti come un "nuovo blocco" che viene registrato in maniera immutabile su una rete peer-to-peer ¹.

Negli ultimi anni il concetto di blockchain si è sviluppato sempre di più, è fondamentale però fare una premessa:

- I. la Blockchain scritta con la "B" maiuscola, si riferisce alla Blockchain della criptomoneta più conosciuta, il Bitcoin;
- II. la blockchain con la "b" minuscola si richiama più in generale al funzionamento della tecnologia di tutte le criptovalute e di altri cryptoasset. (Bellini, 2022)

Con il termine blockchain si intende quel "libro mastro elettronico distribuito, che memorizza l'elenco dei dati in continua crescita verificati da tutti i nodi della rete". (Ansif Arooja, 2022)

¹ Una rete peer-to-peer (P2P) viene creata quando due o più PC sono collegati e condividono risorse senza passare attraverso un computer server esterno. Ci sono 3 tipologie di rete P2P:

¹⁾ P2P puro: non ha server centrale e tutti i Peer hanno lo stesso ruolo. Ogni nodo si occupa di individuare i Peer e condividerne le risorse;

²⁾ P2P con server centrale "Discovery Server": l'utente può relazionarsi con gli altri utenti contattando prima il server individualmente, il quale poi inoltrerà la richiesta;

³⁾ P2P su larga scala dove protocolli speciali permettono relazioni dirette tra gli utenti su Internet. [Wikipedia: Peer to Peer]

La blockchain è quindi il "nuovo Internet", è il cosiddetto Web 3.0 (terza generazione del Web fondata sul decentramento di Internet) che sta per superare il Web 2.0, il mondo dei social basato sull'interazione tra sito web e utente. (Nardini, 2022)

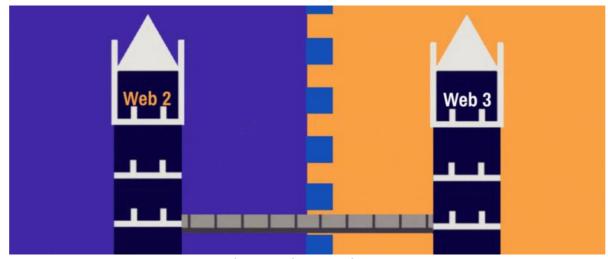


Figura 1: Bridging Web2 to Web3 Fonte: MyLime

Il Web 3.0 non ha ostacoli all'ingresso, tutti possono utilizzare questa nuova generazione in quanto la rete non ha problemi di accessibilità.

Questa nuova generazione chiamata anche "web semantico" è la somma delle due precedenti tecnologie (Web 1.0 e Web 2.0) e oltre ad utilizzare la blockchain, usufruisce di algoritmi di intelligenza artificiale, in modo da essere in grado di riqualificare e modernizzare le interazioni socioeconomiche di una nuova società sempre più digitalizzata:

l'obbiettivo del Web 3.0, tramite l'utilizzo della blockchain, è quello di fornire agli utenti una maggior libertà d'uso, impossibilitando alle autorità e alle big tech di poterlo governare e manipolarlo.

Come vedremo più in dettaglio nel terzo capitolo, grazie alla blockchain e alla nascita del Web 3.0, sta per nascere un mondo tridimensionale di mix-reality dove le persone e le aziende potranno relazionarsi, collaborare e lavorare liberamente in un universo fondato su regole decise dalla comunità stessa.

1.1.1. Crittografia

Efficienza, affidabilità e sicurezza della blockchain sono garantite dalla crittografia.

"La crittografia (dal greco **kryptòs** [nascosto] e **graphia** [scrittura]) è la disciplina che studia le tecniche per trasformare un messaggio, detto testo in chiaro, in un altro messaggio, detto testo cifrato, che risulta incomprensibile a chiunque non conosca tutti i dettagli della tecnica usata per la trasformazione. Solo il legittimo destinatario del messaggio è in grado di effettuare l'operazione inversa e di ottenere così dal testo cifrato il testo in chiaro originale". (Bongiovanni, 2008)

Il suo scopo è dunque quello di proteggere i dati sensibili, garantendo che informazioni private non vengano rubate o hakerate, in modo da prevedere eventuali furti.

Esistono due tipi di crittografie (Nasi, 2021):

- I. *Crittografia simmetrica / a chiave privata*: la chiave della criptazione e della decriptazione è la stessa, ragione per cui c'è il rischio che venga intercettata da una terza parte, ad esempio un hacker.
 - È un processo rapido in quanto utilizza chiavi più corte e più semplici rispetto al metodo asimmetrico.



Figura 2: Crittografia Simmetrica Fonte: Crittografia in Java

II. Crittografia asimmetrica / a chiave pubblica: usa coppie di chiavi pubbliche e private collegate matematicamente. Rispetto al metodo precedente, le chiavi hanno codici molto lunghi, collegati ma non uguali fra di loro, da qui l'aggettivo "asimmetrico". La chiave privata viene sempre tenuta segreta dal proprietario mentre la chiave pubblica viene condivisa tra i destinatari della transazione.

I dati crittografati con la chiave pubblica del destinatario possono essere decifrati solo con la corrispondente chiave privata. In generale questo metodo risulta essere più sicuro rispetto alla crittografia simmetrica, in quanto non viene utilizzata la stessa chiave di cifratura-decifratura tra due o più parti.

La crittografia asimmetrica richiede però più tempo a causa della lunghezza delle chiavi, che richiedono dunque calcoli molto più complessi.

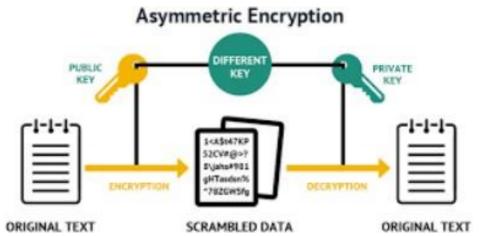


Figura 3: Crittografia Asimmetrica Fonte: Weturtle, Introduzione alla Crittografia

1.2. Principali componenti della blockchain

Una qualunque rete blockchain per garantirne il funzionamento e la sicurezza dei dati deve essere costituita dai seguenti fattori basilari:

- 1. **Nodi**: sono le entità elementari della rete e sono costituiti fisicamente dai server di ciascun partecipante. Possono essere di due tipi:
 - i "nodi pieni", di maggiore importanza in quanto memorizzano l'intera blockchain e garantiscono la validità delle transazioni:
 - i "nodi leggeri", che contengono una copia integrale della blockchain e devono passare le proprie transazioni ai nodi completi. La loro rete è peer-topeer (tutti possono implementarla) ed è controllata da un open source che gestisce ogni aspetto del funzionamento della blockchain.

In generale quindi, il compito dei nodi è quello di conservare una copia aggiornata di tutta la catena a blocchi (Yaga, 2018);

2. **Transazione**: bene, valore o informazione che viene scambiato tra due o più soggetti su una piattaforma blockchain (Martelli).

Contiene i valori oggetto di "scambio" che devono essere verificati e poi archiviati tramite una *Cryptographic Key*, ovvero un insieme di crittografie a chiave pubblica che permettono la verifica della transazione stessa.

I suoi componenti sono:

- *Sender*, cioè la persona che avvia il processo di transazione;
- *Transaction*, ossia la transazione come processo;
- *Receiver*, la persona che riceve la transazione.



Figura 4: I Componenti della Transazione Fonte: Blockchain4Innovation

3. **Blocco**: costituisce quell'insieme di transazioni che sono già state verificate.

È formato dal "body", all'interno del quale sono presenti le transazioni e dal "header", dove sono presenti i campi di gestione dell'intero blocco. I blocchi sono

concatenati tra di loro tramite un codice crittografico indecifrabile che va a formare appunto la catena a blocchi.

Il primo blocco della blockchain è definito come **blocco genesi** in quanto non è collegato a nessun altro blocco. (Bellini, 2022)

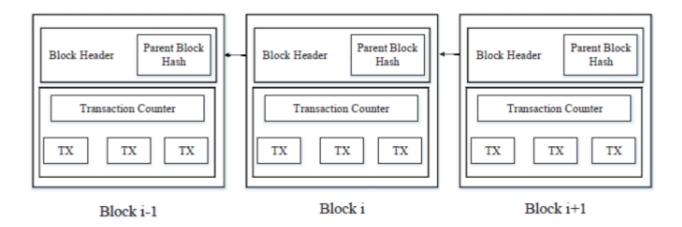


Figura 5: Rappresentazione della Struttura a Blocchi della Blockchain Fonte: Overview of Blockchain Technology: Architecture, Consensus, and Future Trends



Figura 6: Dall'unione di più Blocchi si costruisce blockchain Fonte: Blockchain4Innovation

Dopo che il blocco di transazioni è stato verificato e crittografato, verrà quindi aggiunto alla blockchain tramite la risoluzione di un problema matematico complesso che richiede tempo e potenza di calcolo.

Questa operazione è chiamata "Mining" ed è svolta dai "Miner". Quindi il "Miner" è colui che utilizza la potenza di calcolo del proprio computer per permettere l'assemblaggio del blocco alla catena, validandone la transazione. (chiunque può diventare "Miner").

Il primo "Miner", che risolve il problema matematico dello specifico blocco "x", che verrà poi convalidato e verificato dagli altri "Miner" per essere aggiunto alla catena, nella maggior parte dei casi viene ricompensato con la somma delle commissioni per le sue transazioni.

4. **Funzione di Hash**: È una operazione non invertibile che rappresenta il codice di autenticazione del blocco in questione. Permette dunque che i dati vengano **"sminuzzati"** e portati a una lunghezza uniforme, indipendentemente dalla dimensione di input (Ionos, 2020).

È possibile considerarla come l'impronta digitale che assicura l'inaccessibilità del blocco ad utenti non autorizzati. Il codice di Hash inizia con dei dati variabili in input che vengono crittografati tramite la **funzione di Hash**, per poi creare in output un codice alfanumerico lunghissimo irreversibile e immutabile che impedisce di risalire ai dati sensibili di input.

Si tratta dunque, di una funzione molto veloce, univoca (ha un a sola direzione, è impossibile ricavare il dato in input partendo dal valore di Hash creato) e come si evince dalla figura sottostante, Hash riconosce ogni minima variazione del dato in input e di conseguenza fornisce un valore in output completamente differente, garantendone così l'univocità.

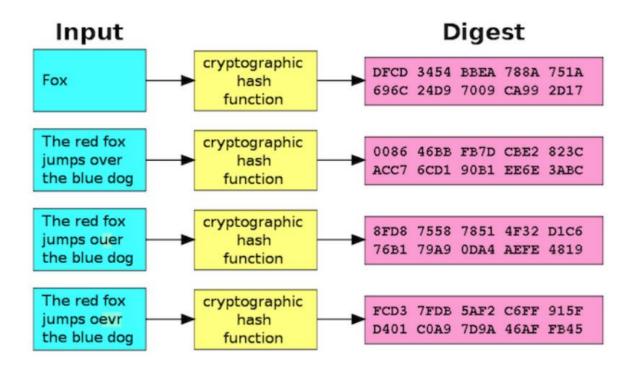


Figura 7: Hash: cosa sono e come funzionano Fonte: Kaspersky

5. **Timestamp** o **Marca Temporale:** è costituita da una stringa univoca di caratteri che identificano la data e/o l'orario di fine dell'evento "x", impedendo così che l'operazione venga alterata o annullata una volta eseguita (Alessandro Ricci).

Il processo di questo componente è detto *Timestamping* e viene utilizzato molto in ogni ambito aziendale.

Esempio di applicazione reale: ipotetica impresa di manutenzione che invece di descrivere manualmente (e quindi potenzialmente falsificabile) gli interventi apportati ad un determinato oggetto, si innova e traccia le operazioni eseguite su blockchain con relazioni, foto, video e report sensoriali in modo che l'azienda possa verificare da remoto ma in modo veritiero, l'andamento della manutenzione stessa.

- 6. **Firma digitale**: componente fondamentale per la sicurezza della blockchain che garantisce al destinatario l'autenticità di messaggi e/o documenti inviati dal mittente (processo che avviene tramite la *crittografia asimmetrica*) (EconomyUp, 2019).
- 7. **Leadger o Libro Mastro:** è una componente fondamentale di tutta la blockchain. Con questo termine indichiamo quel registro pubblico distribuito e decentralizzato all'interno del quale vengono descritte sequenzialmente, in maniera immutabile e trasparente tutte le transazioni effettuate. È dunque costituito da tutti quei blocchi concatenati (sono costituiti da più transazioni elaborate dai nodi) formati crittograficamente tramite la funzione di Hash, **che costituiscono l'intera blockchain** (Bua, 2018).

Con la blockchain quindi, rispetto al vecchio *Central Leadger*, le funzionalità sono le stesse ma non si deve più fare riferimento ad un'autorità centrale che controlla e verifica la validità delle transazioni.

La domanda che ci si pone è: come si può verificare la legittimità di una transazione se non c'è un'autorità centrale?

Con la decentralizzazione del Leadger, il quale non è più univoco, è posseduto da tutti gli utenti che rispettano regole, possono controllarlo e visionarlo.

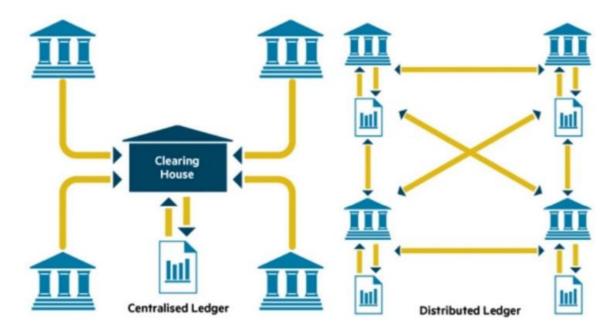


Figura 8: Cos'è la Distributed Ledger Technology (DLT)? Fonte: Tutto Crypto

8. **Protocolli di consenso**: questa componente è fondamentale per la sicurezza e fiducia di tutta la tecnologia blockchain e si basa sul fatto che tutti gli utenti della rete stipulino un accordo sullo stato del *Leadger*.

(Cuberli, 2020) Gli elementi principali dei protocolli di consenso sono: - non esiste nessuna struttura centralizzata che possa governare; - *Quorum*: tutti i nodi utilizzano un set predefinito di passaggi; -*Autenticazione*: ha lo scopo di identificare e verificare i partecipanti della transazione; - *Non ripudio*: protocollo che verificare che il mittente abbia effettivamente inviato il messaggio e in tal caso non può più annullare la transazione; - *Privacy*: meccanismo che protegge i dati sensibili; - *Tolleranza all'errore*: assicura che l'efficienza e la velocità delle operazioni non possano essere compromesse dal fallimento di singoli nodi o server.

I 3 principali protocolli di consenso sono:

• Il **Proof of Work**: meccanismo inizialmente ideato nel 1992 da Dwork and Naor per risolvere il problema dello spam delle mail, si basa sul meccanismo della "catena più lunga", la quale risulta essere quella più valida e sicura.

La validazione è garantita dai miners, i quali devono risolvere un problema matematico tramite hardware e fogli di calcolo. Questo protocollo ha delle limitazioni in termini di scalabilità e flessibilità e richiede un grande consumo di energia sia elettrica che di calcolo.

• Il **Proof of Stake**: protocollo creato nel 2011 con lo scopo di essere meno dispendioso rispetto al Proof of Work ma comunque con lo stesso obbiettivo: stabilire un consenso distribuito sulla blockchain.

Rispetto al meccanismo soprastante, la procedura di hashing non avviene più in uno spazio illimitato bensì limitato, così facendo richiede minor tempo con una maggior efficienza. Ci sono però degli svantaggi in quanto i *miners* rimangono responsabili dell'autenticità dei blocchi utilizzando però il loro patrimonio. Questo implica in un limite di centralizzazione in quanto, la probabilità che un *miners* possa essere scelto per la creazione di un blocco dipende dalla quantità di "monete" che possiede.

 Proof of Authority: meccanismo fondato da Dan Larimer nel 2014 dove i nodi validatori sono eletti democraticamente tramite una votazione di quei delegati di fiducia che mantengono sicuro il network investendo le loro monete.

Rispetto agli altri due protocolli, si utilizzano delle identità reali che garantiscono il funzionamento della rete blockchain e si offrono come responsabili di qualsiasi minaccia o problema che può andare ad ostacolare la sicurezza e la trasparenza della blockchain. I delegati di fiducia quindi si sentiranno costretti ma anche incoraggiati a mantenere il corretto funzionamento della rete.

9. **Smart Contract**: è la "traduzione" o "trasposizione" del contratto stipulato sotto forma di "codice"; contiene dunque le clausole contrattuali codificate in linguaggio informatico.

Si tratta dunque di "contratti intelligenti" che hanno il compito di: - verificare in automatico che i dati di base del contratto vengano rispettati; - "auto-eseguirsi" in modo che si possano avverare determinate azioni stipulate nel contratto.

L'auto-esecuzione avviene quindi, quando le clausole concordate e le condizioni operative vengono rispettate nei corretti tempi e situazioni reali. Questa componente, oltre a garantire che il codice utilizzato non possa più essere modificato o hackerato, è in grado di sviluppare in modo deterministico le informazioni raccolte verificando che, stessi input (dati del contratto) producono stessi output (risultati).

Grazie agli Smart Contract difficilmente si potranno verificare controversie e dispute tra le due parti del contratto. (Gianluigi Guida, 2020)

1.3. Tipologie di blockchain

La blockchain è una **tecnologia Distributed Ledger (DLT)**, basata su un registro distribuito e decentralizzato dove i nodi della rete hanno la copia del database e di conseguenza possono leggerlo e modificarlo.

Esistono tre tipologie diverse di blockchain (Bellini, 2022):

• **Public blockchain (Permissionless):** si tratta di una blockchain aperta a tutti, senza una proprietà (impedisce ogni forma di censura), basata quindi su un meccanismo di consenso distribuito. La public blockchain garantisce a tutti gli utenti o nodi che ne fanno parte, la lettura e il potere di effettuare nuove transazioni, partecipando così al processo di consenso e validazione dei blocchi. Concepite per non essere controllate, tra le più importanti abbiamo Bitcoin ed Ethereum.

Le Permissionless Ledger possono essere dunque utilizzate come registro globale digitalizzato per tutti quei documenti che devono rimanere immutabili nel tempo (ad esempio atti di proprietà, testamenti ecc.).

• **Private blockchain (Permissioned):** a differenza delle precedenti, le Permissioned sono controllate, esiste una proprietà (*Governance*) che impone delle specifiche linee guida. L'accesso a questa rete è limitato, quindi per creare e leggere nuove transazioni bisogna essere invitati a far parte di un gruppo preselezionato di nodi o utenti (Trusted).

Rispetto alle Permissionless, vi è un'efficienza maggiore con un'esigenza computazionale minore in quanto, grazie alla natura privata di questa rete, è possibile bypassare tutti quei processi obbligatori per garantire la neutralità delle transazioni nella blockchain pubblica. Principalmente vengono inoltre utilizzate da piccole aziende con pochi attori.

Modello Pubblico Modello Privato

Modello «purista» distribuito



Informazioni registrate pubblicamente in Blockchain, disponibili e verificabili da tutti i player della rete abilitati

Logica «club ristretto e chiuso»



Partecipazione «su invito» di attori selezionati, con i quali esiste già un consolidato rapporto di fiducia

Figura 9: Permissionless o Permissioned Ledger Fonte: blockchain4innovation

• Consortium blockchain (hybrid): si tratta di una blockchain privata e parzialmente decentralizzata in quanto i nodi preselezionati sono i responsabili della validazione dei bocchi e invece gli altri nodi, leggono i dati ed effettuano transazioni senza però poter aderire al processo di consenso. (D.Jeyabharathi, 2020)

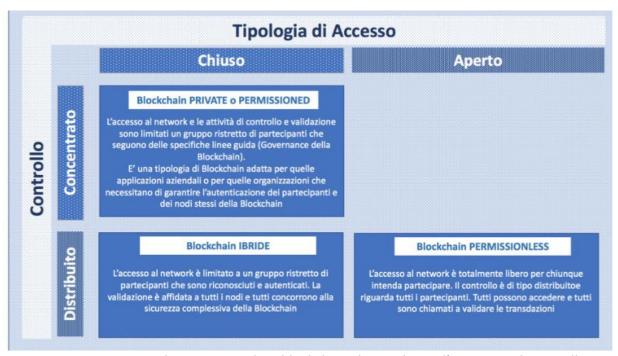


Figura 10: Permissioned e Permissionless blockchain: le regole per l'Accesso e il Controllo Fonte: blockchain4innovation

1.4. Token

Questo termine consiste " in un'**informazione digitale**, registrata su un registro distribuito, univocamente associata a uno e un solo specifico utente del sistema e rappresentativa di una qualche forma di diritto: la proprietà di un asset, l'accesso a un servizio, la ricezione di un pagamento, e così via ". (L'Osservatorio Blockchain & Distributed Ledger del Politecnico di Milano)

In altre parole, un token è un asset digitale scambiabile tra due enti che costituisce quell'insieme di informazioni digitali, contenute nella blockchain, che testimoniano un diritto di proprietà ad un utente. Possono essere visti come delle vere e proprie monete digitali interscambiabili (esempio Bitcoin ed Ethereum).

Il token però non è solo un "gettone" digitale, bensì è strettamente correlato all'essenza del processo di tokenizzazione.

Attenendosi a questo processo come "incapsulamento di valore", il token è la rappresentazione del valore che sta caratterizzando in quel momento, "è ciò che rappresenta". (Pierluigi Freni, 2022)

Un token è dunque in grado di svolgere diverse funzioni tra cui, permettere l'accesso a un servizio, garantire diritto o proprietà ad un utente, regolamentare la governance attraverso i diritti di voto ecc.

(Borsaltaliana, 2022) Esistono due macrocategorie:

- **Token fungibili:** sono quei token interscambiabili (denaro, le azioni, i lingotti d'oro) che appartengono alla stessa categoria, ad esempio le criptovalute (monete programmabili) che a differenze delle banconote sono regolate dalla blockchain. Un bene è definito fungibile se:
 - o contiene un valore intrinseco definito e misurabile;
 - è sostituibile con un bene della stessa categoria e con caratteristiche simili sul mercato;
 - o può diventare un asset di valore in futuro.
- Token non fungibili: a differenza dei precedenti sono beni non ripetibili e non divisibili con la caratteristica di essere unici ma non sostituibili, si tratta dunque di entità univoche non interscambiabili (opere d'arte, proprietà di un terreno, eventi musicali, beni con qualità uniche e irripetibili).

Gli NFT (*Non Fungible Token*), come vedremo successivamente, sono dei certificati digitali di beni reali non fungibili che utilizzano la tecnologia blockchain.

Vi è dunque una correlazione tra mondo reale e blockchain: comprando un particolare NFT, non si diventa "l'unico proprietario" di quel bene bensì si ottiene una certificazione (token) di quell'asset digitale che ne conferisce i diritti.

Token fungibili



Il valore di un Bitcoin è identico a quello di un altro Bitcoin, nonostante le oscillazioni del prezzo nel tempo



Un Bitcoin può essere convertito facilmente in una valuta fiat.

Token non fungibili



Un bene non fungibile è unico, esiste solo un originale. Quel bene ha una proprietà distintiva che non permette uno scambio con qualcosa di simile.



Un NFT può essere comprato e venduto con diverse criptovalute

Figura 11: Token Fungibili e non Fungibili Fonte: Borsaltaliana

Inoltre, in base al loro utilizzo, i token possono essere suddivisi in:

- Payment token o criptocurrency: rappresentano una moneta digitale (es bitcoin, stablecoin ecc);
- Utility token: sono quei token fungibili che possono essere spesi per l'accesso a un servizio. (esempio è Bat (Basic Attention Token), che viene utilizzato per pagare gli annunci pubblicitari);
- **Commodity token**: token fungibili garantiti da commodities. Un esempio è Pax Gold, token garantito da oro fisico.

1.5. Bitcoin (BTC)

Il Bitcoin nasce alla fine del 2008 quando **Satoshi Nakamoto** pubblicò il white paper con l'intento di creare una moneta virtuale decentralizzata e sicura attraverso la quale è possibile effettuare diverse transazioni immutabili che vengono trascritte e salvate nella blockchain.

Fù questa la criptovaluta che rese famosa la blockchain in tutto il mondo, è anche vero però che Bitcoin non sarebbe in grado di esistere senza la struttura tecnologica fornita della

blockchain.

La prima transazione è stata fatta da un signore statunitense che pagò una singola pizza la modica cifra di 1.000 BTC... mercoledì 20 ottobre 2021, 1 BTC valeva 66 mila dollari, quindi circa 66 mila pizze da moltiplicare per mille BTC, la bellezza di 66 milioni di dollari. (cryptominded) Oggigiorno ci sono quasi 20 milioni di BTC in circolazione, e come si nota nella figura sottostante, con una crescita esponenziale dal 2009.



Figura 12: Grafico circolazione Bitcoin Fonte: Blockchair

1.5.1. Come avvengono le transazioni tra wallet Bitcoin?

Le transazioni tra due o più portafogli avvengono tramite il **minig**, si tratta di un processo distribuito attraverso il quale, dopo aver risolto un problema matematico complesso, è possibile confermare le transazioni andandole ad inserire poi cronologicamente all'interno della blockchain. (Bitcoin)

Le transazioni, protette crittograficamente, devono essere impacchettate in un blocco che rispetti regole crittografiche molto rigide, che verranno verificate dalla rete.

Queste regole impediscono che qualunque blocco precedente venga modificato, perché ciò invaliderebbe tutti i blocchi successivi.

Ogni wallet possiede al suo interno una chiave privata, la quale viene utilizzata come firma digitale per siglare le transazioni e una chiave pubblica, utilizzata invece per identificare l'indirizzo Bitcoin.

Pur essendo che, molte transazioni vengono effettuate in maniera anonima, Bitcoin garantisce sicurezza e privacy tramite: - l'uso della crittografia (controllo tramite la chiave privata) -controllo input pregressi (controllo per verificare che l'utente x abbia veramente quella quantità di BTC necessaria per effettuare la transazione).

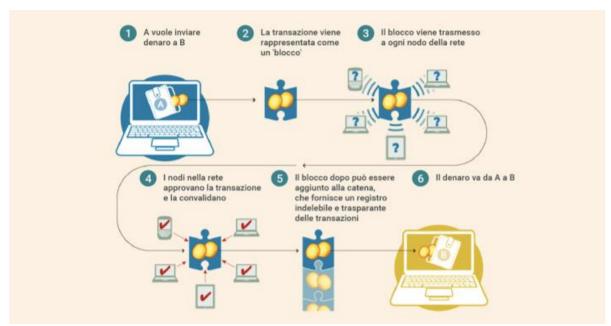


Figura 13: Ordine di Pagamento Blockchain Fonte: Financial Times

1.5.2. Vantaggi e Svantaggi BTC

Analizzando le caratteristiche del BTC è possibile dedurne alcuni vantaggi e svantaggi:

- decentralizzazione: l'intero sistema è decentralizzato, non esiste un ente centrale che lo governa (non essendoci altre parti coinvolte nelle transazioni, non ci sono commissioni da pagare);
- minor spese di gestione;
- risoluzione al problema del **DOUBLE SPENDING** (stesse monete vengono utilizzate più volte per comprare beni diversi) tramite l'utilizzo della crittografia e identificando univocamente con un codice ID la transazione. (Bellini, 2022)
 - Questo codice ID permette di identificare le monete utilizzate per la transazione definendo nome, cognome, data di inizio/fine dell'operazione. BTC è in grado di risolvere il problema della doppia spesa tramite l'utilizzo della blockchain, la quale essendo decentralizzata e pubblica, permette ogni nodo della rete di conoscere la chiave pubblica del mittente dell'operazione, in modo da verificare che abbia sufficienti BTC per effettuare la transazione.

Esistono inoltre diversi modelli di clustering della rete (Locality Based Clustering (LBC), Ping Time Based Approach (PTBC), Super Node Based Clustering (SNBA) e Master Node Based Clustering (MNBC)) in grado di rilevare gli attacchi a doppia spesa, riducendone così la probabilità; (Muntadher Sallala, 2022)

- affidabilità e sicurezza: garantita dalla crittografia asimmetrica e dal mining;
- immutabilità e trasparenza dei dati inseriti nella blockchain;
- performance durante le transazioni (rapidità nell'effettuare transazioni con anche grosse cifre di denaro);
- alta volatilità della valuta: può consentire grandi profitti ma anche elevati rischi; questioni legali: a seconda del paese in cui ci si trova, cambia drasticamente la

- posizione giuridica nei confronti del BTC;
- valuta altamente energivora: BTC basandosi sulla blockchain, consuma grandi quantità di energia, utilizzando giornalmente migliaia di computer e server che richiedono a loro volta un costante raffreddamento per evitare di surriscaldarsi. Università di Cambridge ha pubblicato uno studio dove afferma che Bitcoin consuma ogni ora, 125 TWh. Si tratta di una cifra spaventosa, questa criptomoneta spende all'anno più energia di interi paesi come l'Argentina (121 TWh), i Paesi Bassi (108,8 TWh) e gli Emirati Arabi Uniti (113,20 TWh). (University of Cambridge).

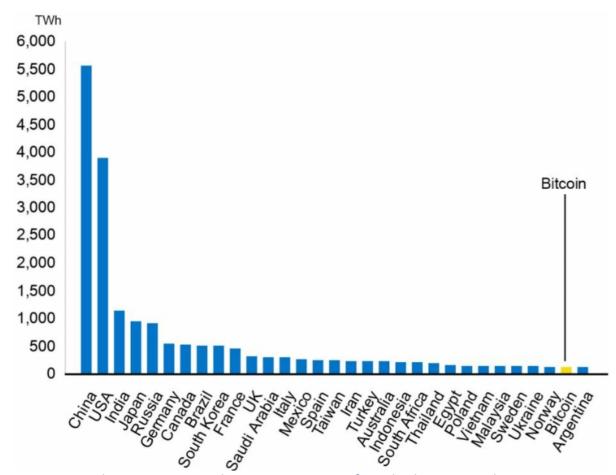


Figura 14: National energy use in TWh Fonte: University of Cambridge Bitcoin Electricity

Consuption Index

1.6. Ethereum (ETH)

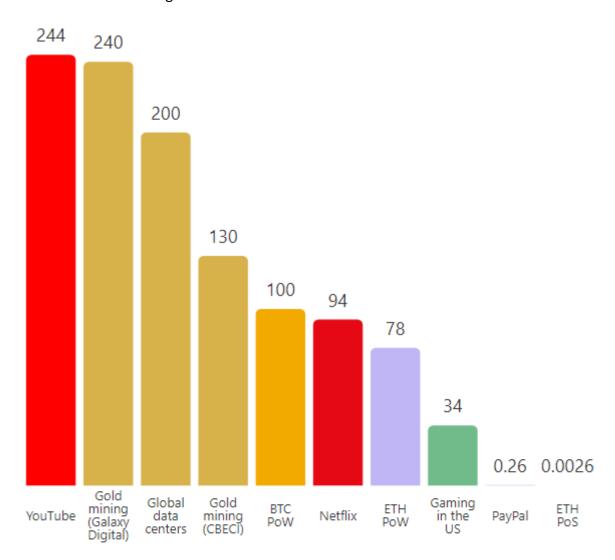
(Ethereum) Un'altra blockchain molto conosciuta è Ethereum, fondata nel dicembre 2013 da **Vitalik Buterin**, si tratta di una piattaforma immutabile, flessibile e decentralizzata capace di creare nuove applicazioni, nuovi asset e nuove criptomonete.

Rispetto a **Bitcoin** che è semplicemente una rete di pagamento digitale, Ethereum è programmabile, questo significa che si basa su una tipologia di blockchain a scopo generale dove è creare qualsiasi cosa.

È stato definito come il più grande computer globale condiviso e digitalizzato al mondo (Ethereum Virtual Machine (EVM)), ed è per questo motivo che con Ethereum vi è il passaggio da **Distributed Database a Distributed Computing**.

Il sistema centrale, che collega la vasta quantità di computer a loro volta collegati tra di loro, assegna ai partecipanti della rete dei token definiti Ether (moneta di scambio nella blockchain Ethereum).

Ethereum nei prossimi mesi eseguirà un aggiornamento e passerà da un meccanismo di proof-of-work ad un meccanismo proof-of-stake, che andrà sicuramente a diminuire l'impatto ambientale di questa blockchain, diminuendo così il consumo energetico e ottimizzando i costi di gestione.



Annual Energy Consumption in TW/yr

Figura 15: Che mi dici del consumo energetico di Ethereum? Fonte: Ethereum.org

ETH permette dunque ai partecipanti della rete di sviluppare e creare nuove tipologie innovative di blockchain decentralizzate, le **DApps** (Decentralized Applications). Si tratta di applicazioni che possono interessare il mondo:

- -della finanza: offerte di servizi finanziari tramite criptomonete, ad esempio Oasis;
- -dell'arte: proprietà digitale su un bene che può prendere valore, ad esempio gli NFT (CryptoPunks);
- -del gaming: creazione di mondi virtuali utilizzando articoli da collezione o comunque oggetti che hanno un valore nel mondo reale, ad esempio il Metaverso come vedremo poi nel terzo capitolo;
- -della tecnologia: l'integrazione decentralizzata dei sistemi criptoeconomici e la creazione di mercati per il lavoro open-source, ad esempio Gitcoin.

1.7. NFT

(Borsaltaliana, 2022) Come descritto precedentemente, gli NFT sono token non fungible, che attestano tramite la blockchain i diritti di un asset ad un utente.

(NFT, 2022) Agiscono dunque come dei contratti digitalizzati, autenticati da firma digitale al fine di rendere uniche e immutabili le opere d'arte create (*cryptoart*).

Il mercato degli NFT ad oggi vale 40 miliardi di dollari, e la principale piattaforma di compravendita è OpenSea che ha raggiunto vendite di 6,5 miliardi di dollari.

Il settore dell'arte risulta essere quello più utilizzato nel mondo degli NFT, grazie ai quali gli artisti possono vendere le loro opere online come se fossero opere d'arte fisiche.

Anche il mondo della musica, del gaming e quello sportivo sono stati attratti dalla potenza degli NFT.

1.7.1. Esempi di NFT

(NFT Magazine) Nel dicembre del 2021 è stato venduto L'NFT più caro di sempre, il creatore digitale si chiama *Pak*, il quale ha venduto la sua opera d'arte *The Merge* per 91 milioni di dollari.

L'opera è stata comprata da 28.984 persone che hanno comprato complessivamente 266.455 unità dell'opera.



Figura 16:Pak's 'The Merge' Fonte: NFT Magazine

Il secondo NFT venduto ad una cifra sbalorditiva è quello di *Mike Winkelmann*, che nel maggio del 2007 creò "Everydays: the First 5000 Days", venduto poi per più di 69 milioni di dollari.

Winkelmann, ogni tredici anni e mezzo pubblica la sua nuova e innovativa opera d'arte.



Figura 17:Everydays: The First 5000 Days Fonte: NFT Magazine

Invece tra i cryptopunk singoli più importanti, sicuramente il "**Cryptopunk #7804**". Si tratta di una figura verde acqua che indossa un cappellino e fuma una pipa, creata dal collezionista **Dylan Field** e venduta per quasi otto milioni di dollari.



Figura 18: CryptoPunk #7804 Fonte: NFT Magazine

Rispetto alle criptomonete, dunque, la caratteristica principale che differenzia gli NFT da quest'ultime è l'unicità dell'opera d'arte che assume così una visione giuridica differente rispetto alla valuta liberatoria delle monete digitali.

1.8. Caratteristiche principali della blockchain

- **Decentralizzazione e convenienza**: non esiste un'entità che governa il processo delle transazioni. Il controllo viene eseguito dai partecipanti stessi che approvano le transazioni, le quali vengono poi inserite in maniera immutabile all'interno della blockchain. Non essendoci terze parti coinvolte, risulta dunque conveniente per tutti i partecipanti della rete effettuare transazioni tramite blockchain senza, ad esempio, coinvolgere banche o altri enti simili.;
- Distribuzione: come detto precedentemente la blockchain è una Distributed Ledger Technology (DLT), sistema di dati condiviso da più entità che utilizzano un network distribuito.

Il lavoro di computazione viene quindi diviso tra più computer; (Daniel Conte de Leon, 2017)

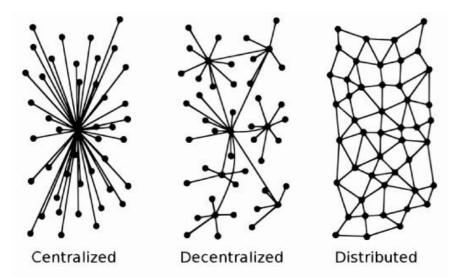


Figura 19: Differenze sistemi centralizzati, decentralizzati e distribuiti Fonte: YourTarget

- Affidabilità, sicurezza e fiducia: essendo decentralizzata e distribuita, la blockchain risulta essere molto sicura e affidabile.
 - Se ad esempio, anche un solo nodo della rete dovesse essere un attacco da parte di hacker, i restanti nodi sicuri rimarranno operativi senza comunque perdere informazioni importanti. (Bellini, 2022)
 - L'utilizzo degli smart contracts e della crittografia asimmetrica è fondamentale per garantire privacy e fiducia da parte della blockchain;
- *Trasparenza, tracciabilità e immutabilità dei dati*: caratteristica fondamentale di tutte le transazioni eseguite tramite la blockchain. Tutte le operazioni sono infatti visibili a tutti i nodi della rete garantendone così trasparenza.
 - Una volta eseguite, vengono archiviate sulla blockchain in maniera immutabile tramite uno timestamp (marche temporali) che identifica in modo univoco la date e l'orario della corrispettiva transazione;
- **Velocità**: come analizzato nei precedenti paragrafi, le transazioni richiedono pochi minuti di attesa;
- *Digitalizzazione*: come vedremo nei prossimi capitoli grazie alla digitalizzazione della blockchain, esistono molteplici settori industriali di applicazione per questa tecnologia.

1.9. Problematiche della blockchain

Pur avendo importanti proprietà vantaggiose, la blockchain deve tener conto di alcuni seri problemi:

- *archiviazione delle informazioni*: tutte le nuove transazioni vengono inserite nella blockchain in maniera immutabile, andando così a sollecitare sempre di più il sistema di memorizzazione; (Yakob Mesengiser, 2021)
- *ridondanza delle operazioni*: causata dal fatto che tutti i blocchi della catena i sono crittograficamente collegati tra di loro;
- energivora: come analizzato precedentemente si tratta di una tecnologia con un alto fabbisogno energetico;
- *scalabilità*: in seguito all'esponenziale aumento continuo delle transazioni e all'effettivo problema di memorizzazione di quest'ultime, la blockchain può eseguire un numero limitato di transazioni all'interno di uno specifico intervallo di tempo; (Bitshouts)
- **privacy**: problematica dovuta dal fatto che la blockchain essendo decentralizzata, rende visibili ai vari nodi della rete, le transazioni e gli attori di una specifica operazione x, mancando così di privacy;
- mancata connessione tra le blockchain (interoperabilità tra le piattaforme di utilizzo): dal momento che esistono più tipologie differenti di blockchain, non è possibile averne una unica ed universale. Varia a seconda di chi la utilizza e dal suo scopo. Vi è dunque una mancanza di standardizzazione: per la definizione della blockchain, trasmettere informazioni tra due catene a blocchi diverse è impossibile. La blockchain è progettata per essere un libro mastro decentralizzato autosufficiente, e l'unico modo per renderla interoperabile con un'altra, è quello di creare un '2-in-1' ovvero una blockchain contenente entrambi i registri: (Pascal Lafourcadea, 2020)
- volatilità dei prezzi delle criptomonete che utilizzano la blockchain;

Capitolo 2 - Applicazione della blockchain nei diversi settori industriali

Come si evince dal primo capitolo, la blockchain grazie alle sue caratteristiche e ai suoi punti di forza è spopolata in tutto il mondo.

Questa tecnologia grazie alle sue abilità in termini di efficienza, sicurezza, immutabilità e tracciabilità dei dati, beni o servizi, oltre ad essere conosciuta per lo scambio delle criptomonete, viene utilizzata in molteplici settori industriali.

2.1. Selezione dei casi di studio

La ricerca dei casi di studio è avvenuta utilizzando la piattaforma *ScienceDirect.*, che permette accedendo con le proprie credenziali personali del *Politecnico di Torino*, di poter analizzare in versione completa gli articoli resi disponibili dalla banca dati.

Oltre alla piattaforma *ScienceDirect*, è stato utilizzato il "*From Browse Approach*", per poter analizzare altri articoli di ricerca al fine di ricavare ulteriori esempi di applicazione della blockchain nei rispettivi settori.

2.2. Supply Chain Management e blockchain

Con l'arrivo della pandemia *Covid-19* e con un aumento inevitabile della domanda di e-Commerce, molte aziende hanno cambiato il loro modello di gestione della supply chain (macro-processo che riguarda qualsiasi realtà produttiva).

"Supply Chain Management comprende la pianificazione e la gestione di tutte le attività coinvolte nella ricerca, nella fornitura, nella conversione e nella gestione delle attività logistiche. Include, inoltre, il coordinamento, l'integrazione e la collaborazione con i partner della supply chain, che possono essere fornitori, intermediari, fornitori di servizi, e clienti. In poche parole, il SCM integra e coordina la supply chain e la gestione dei rapporti tra i vari attori della supply chain stessa". (Varriale V., 2021)

Come si può dedurre da questa definizione, per *Supply Chain Management* si intende quell'insieme di approcci logistici utilizzati per la gestione dell'intera catena di distribuzione.

Si occupa dunque della programmazione e del coordinamento del flusso delle merci, con un unico obbiettivo: *la soddisfazione del cliente finale*.

La blockchain, grazie alle sue caratteristiche che permettono tracciabilità, immutabilità e sicurezza crittografica dei dati, è considerata negli ultimi anni, l'asset principale dell'intera supply chain. (Rajesh Kumar Singh, 2022)

Considerando ad esempio il problema della tracciabilità dei prodotti, la cui provenienza è quasi sempre oltre i confini nazionali, le aziende e il consumatore finale del prodotto in questione non sono a conoscenza della "storia" e del ciclo di vita di quest'ultimo.

La blockchain è in grado di ovviare a questo problema utilizzando alcuni strumenti (-codice a barre -l'identificazione a radiofrequenza (*RFID*) -il codice a risposta rapida (*QR code*) -il codice di prodotto elettronico (*EPC*) -sensoristica *IoT*): (Kamanashis Biswas, 2017)

- garantisce trasparenza dei dati;
- definisce autenticità dei prodotti;
- aumenta la fiducia e diminuisce la "paura al rischio" da parte dei consumatori.

Un ulteriore strumento utilizzato dalla blockchain nella tracciabilità dei dati sono gli *smart contract* che, come visto precedentemente essendo dei contratti digitali automatizzati, vengono utilizzati principalmente per accordi di outsourcing complessi, conferendo inoltre efficienza e sicurezza nella supply chain.

Un ulteriore problematica risolta dalla blockchain è quella delle *recensioni false*: i consumatori comprano sempre di più online, condividendo e valutando la qualità del prodotto finale.

Negli Stati Uniti, oltre *l'80*% dei consumatori utilizza le recensioni altrui come riferimento per l'acquisto di beni. Vi sono dunque molte recensioni false che interferiscono negativamente sull'opinione dei consumatori di un particolare prodotto. (Xiaole Wan, 2022)

La blockchain è in grado di filtrare e identificare le recensioni false attraverso metodi di classificazione e tecniche di rilevamento, risolvendo così i problemi del tracciamento dei dati e dell'anticontraffazione delle informazioni nella catena di approvvigionamento.

La blockchain è ufficialmente diventata la strategia economico-sociale del piano quinquennale (2021-2025) adottata dalla Repubblica popolare cinese, che ne riconosce la progressività ed efficacia. (Tufail H, 2022)



Figura 20: Blockchain in Supply Chain Management Fonte: ibdi.it

Le imprese possono dunque sfruttare al massimo le potenzialità della blockchain, la quale è in grado di:

- rivoluzionare i settori industriali;
- permettere di innovare in sicurezza;
- creare nuovi modelli di business e nuovi ecosistemi.

I dati del rapporto Time for Trust di PricewaterhouseCoopers (*PwC*), evidenziano un utilizzo della blockchain dalla maggior parte delle aziende entro il 2025, con un aumento del **1,76 trilioni di dollari** al pil globale entro fine del 2030. (PwC, 2022)

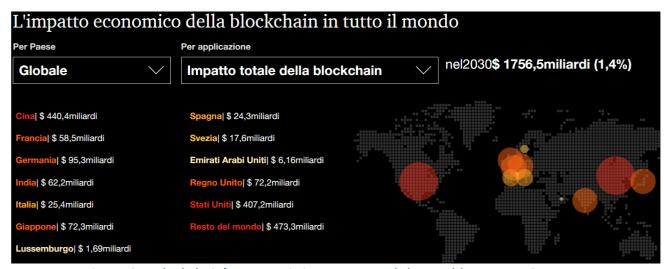


Figura 21: Blockchain's economic impact around the world Fonte:PwC

"Questa tecnologia è stata a lungo associata alle valute crittografiche come Bitcoin, ma può offrire molto di più, in particolare per quanto riguarda la sicurezza, la condivisione e l'utilizzo dei dati da parte delle organizzazioni pubbliche e private", afferma Steve Davies, Global Leader della PwC UK.

Il 10 settembre 2020, *l'OCSE* ha pubblicato il rapporto finanziario ("*Blockchain per startup e PMI in Italia*") dal *MiSE*, all'interno del quale è stata eseguita un'analisi dettagliata sullo sviluppo dell'ecosistema italiano: già nel 2019, 67 aziende utilizzavano blockchain. (Liuzzi, 2020)

2.3. Blockchain nel settore finanziario

Il settore finanziario risulta essere l'ambito che utilizza maggiormente la blockchain, tecnologia caratterizzata di un registro distribuito (**DLT**), decentralizzato e immutabile.

In questo ambito, negli ultimi anni, si parla infatti di "fintech", detta "tecnofinanza", la quale consiste nell'utilizzo degli strumenti digitali da parte dei servizi finanziari. (Rubino, 2020)

Alla base della *fintech*, vi è la *Finanza Decentralizzata (DeFi)*, basata su algoritmi di intelligenza artificiali (*AI*), permette a qualsiasi utente di eseguire transazioni e operazioni finanziare senza il consenso o l'aiuto di intermediari.

Il mercato della *DeFi* ha subito un forte incremento negli ultimi anni, il valore digitale del suo asset è infatti passato da 1 miliardo di dollari nel 2019 a oltre *80 miliardi di dollari* nel maggio 2021. (Grassi, 2021)

Un'ulteriore soluzione efficace e innovativa fornita dalla blockchain è quella di individuare, tramite **AI**, anomalie nel mercato finanziario non visibili ad "occhio nudo" anticipando così possibili eventi catastrofici.

Recentemente, Daniele Grassi CEO di **Axyon AI**, società fintech che offre soluzioni di intelligenza artificiale predittiva per la gestione di investimenti finanziari, e Manu Choudhary, CEO di **DeFinit**, piattaforma di scambio decentralizzata di importanti valute digitali (ETH, BTC ecc.), hanno stretto una collaborazione al fine di:

- creare un'applicazione completa della market anomaly detection basata su AI;
- collegare le valute tradizionali con le valute digitali (stablecoins e criptovalute);
- subentrare successivamente nella gestione delle transazioni garantendo sicurezza della piattaforma.

Recenti studi hanno confermato che la blockchain, oltre a risolvere e/o attenuare il problema dei possibili eventi di mercato ad alto impatto, è in grado di azzerare i costi delle commissioni bancarie garantendo comunque affidabilità e velocità nelle transazioni.

Attraverso l'utilizzo degli *smart contract*, è infatti possibile eliminare il bisogno e il "costo" di un mediatore, risparmiando così tempo e denaro.

Analizzando il problema dei costi di commissione delle banche, per effettuare delle transazioni, è stato stimato un costo globale annuo di **30 miliardi di dollari**.

Con l'inserimento della blockchain nei sistemi finanziari delle banche, è stato previsto un risparmio annuo globale tra i *5 e i 20 miliardi di dollari*. (Finextra)

Blockchain oltre ad essere sfruttata per lo scambio di denaro sia nella valuta tradizionale che digitale, viene integrata dalle banche per la gestione e lo scambio di azioni, obbligazioni e titoli.

Un esempio applicativo è **R3**: si tratta di un consorzio internazionale di oltre *75 istituzioni* finanziarie, tra cui Banca Mediolanum, UniCredit e Intesa SanPaolo, con l'obbiettivo di accelerare l'inserimento della blockchain nel sistema finanziario. (R3, 2022)

Tramite lo sviluppo di una piattaforma open source per la gestione delle operazioni bancarie denominata "*Corda*", R3 è stato in grado di:

- soddisfare le esigenze degli enti finanziari regolamentati;
- offrire soluzioni tecnologiche innovative garantendo conformità legislativa;
- migliorare le operazioni internazionali in termini di efficienza, sicurezza e tempistica;
- ridurre i costi di verifica di ogni transazione finanziaria,

Considerando ora gli articoli di ricerca selezionati, (Kangning Zheng L. J., 2022) ha proposto un modello di blockchain per garantire sicurezza e immutabilità nelle transazioni bancarie, proteggendo i dati sensibili da possibili malintenzionati.

(Lingling Guo, 2022) In questo documento è stato migliorato in termini di trasparenza delle informazioni, l'intero processo aziendale di *Supply Chain Finance* (SCF), presentando il *BC4Regu*.

Si tratta di un framework di gestione delle informazioni basato su Bitcoin con l'obbiettivo di:

- ridurre il costo operativo della catena di approvvigionamento SCF;
- accelerare i flussi di cassa;
- aumentare la sicurezza dell'intero sistema controllando eventuali rischi o frodi.

Per quanto riguarda invece la fiducia reciproca tra utenti commerciali, (Michał Kowalski, 2021) evidenzia, *effettuando delle interviste reali*, come la blockchain **sia in grado di incrementare l'efficienza e la qualità della comunicazione**, aumentando così la prevedibilità dei partner commerciali.

(Anokye Acheampong Amponsah, 2022) Dimostra come il *National Health Insurance Scheme* (NHIS), è stato in grado di risolvere problemi come la trasparenza dei dati, una lunga tempistica di comunicazione tra le parti coinvolte, eventuali frodi e corruzione tramite l'utilizzo della blockchain (diagrammi di sequenza, framework di gestione dei dati e l'utilizzo del sistema di notifica intelligente).

È stato utilizzato il" **DeLone & McLean Information Systems Success Model**", il quale ha confermato un miglioramento della sostenibilità finanziaria del **NHIS** grazie l'uso della blockchain.

Nell'articolo di (Deepti Saraswat, 2022) è stato evidenziato come la blockchain possa individuare falsi schemi di raccolta fondi di beneficenza, riconoscendo la validità dell'organizzazione ricevente.

La tracciabilità dei dati è garantita da *UpHaaR*, modello decentralizzato, "trasparente" e immutabile che identifica eventuali false raccolte di fondo.

Come è possibile notare dai seguenti articoli di ricerca della banca dati ScienceDirect, la blockchain ha rivoluzionato e innoverà sempre di più il settore finanziario, rendendolo sempre più solido e sicuro.

È stata dunque in grado di fornire una migliore gestione dei pagamenti e dei dati, ottimizzando lo scambio internazionale di informazioni tra due utenti/istituzioni in termini di efficienza, sicurezza, trasparenza e immutabilità.

2.4. Blockchain nel settore assicurativo

In Italia, il settore assicurativo con quello finanziario, risulta essere quello con una maggiore applicazione della blockchain (50% degli investimenti totali). (PoliMi, 2022)

Questa tecnologia è in grado di innovare rapidamente l'intero reparto assicurativo, secondo il rapporto fornito dalla **Juniper Research**, permetterà una crescita **dell'800%** con un risparmio globale di costi di **10 miliardi di dollari entro il 2024**. (Research, 2022)

Gli smart contract svolgono un ruolo fondamentale, se infatti ad esempio, consideriamo una assicurazione nel settore turistico o nel settore dei trasporti, l'utente pagando una certa polizza, ha il diritto di riscuotere ad un rimborso automatico nel caso dovesse succedere qualcosa (malattie, condizioni climatiche avverse, cancellazione o ritardo di un trasporto ecc.).

(Mauro Bellini, 2017) Un esempio applicativo è il progetto tra lo sviluppatore web **Makoto Inoue e SimplyBusiness,** il più grande gruppo assicurativo B2B del Regno Unito.

Si tratta di un modello di blockchain, che utilizza Ethereum (ETH) per garantire una cifra risarcitoria in caso di violazione del contratto stesso.

Per i ritardi e/o disagi aerei, **Etherisc**, l'ecosistema assicurativo decentralizzato open source, ha creato **FligthDelay**.

Si tratta di uno smart contract che si auto-esegue, si auto- gestisce e che permette di eliminare dunque l'uso del personale assicurativo.

Ogni singolo utente può in maniera semplice, "trasparente" e autonoma, acquistare una polizza assicurativa tramite la piattaforma di pagamenti blockchain "Gnosis Chain", che avviene tramite le criptovalute.

Nell'articolo di (Houyu Zheng, 2022), è stata svolta un'analisi sul processo di richiesta di assicurazione medica e sono stati individuati alcuni problemi tra cui:

- servizio complesso e di bassa efficienza;
- tempo di attesa elevato;
- mancanza di privacy dovuto alla possibile perdita dei dati sensibili.

La blockchain è stata utilizzata implementando:

- 1) l'algoritmo di crittografia omomorfica sotto l'ipotesi "Decisional Bilinear Diffie-Hellman" (DBDH);
- 2) il protocollo **Schnorr**;
- 3) il metodo euristico Fiat-Shamir.

Sono dunque state risolte le difficoltà riscontrate garantendo privacy, autenticità dei dati medici e dei pazienti e rispettando i requisiti di legalità.

Come è stato descritto precedentemente, grazie alla blockchain e all'utilizzo combinato degli smart contract, è possibile evitare determinati *tipi di frode*.

Un esempio risolutivo e applicativo di frode assicurativa dei veicoli è riportato da (Rui Roriz, 2019).

La soluzione proposta dall'analisi, che è ancora in fase prototipica, permette di evitare la frode "a doppia immersione": consiste nel simulare un incidente stradale mai avvenuto, creando diverse polizze assicurative dello stesso veicolo e ricevendo dunque, denaro da quest'ultime.

Nel sistema di blockchain creato, ogni compagnia assicurativa equivale ad un nodo della rete. In questo modo, ogni impresa assicurativa è in grado di verificare che il veicolo in questione non sia già coinvolto in un'altra assicurazione, evitando così l'esistenza simultanea di più polizze.

Viene sempre mantenuta la privacy dei dati sensibili e le compagnie assicurative non incorrono in rischi competitivi.

(BCG, 2018) Dall'analisi svolta selezionando gli articoli e dalla ricerca della società di consulenza "*The Boston Consulting Group*", si può notare con la blockchain è stata in grado di:

- risolvere il problema delle frodi, garantendo transazioni sicure, decentralizzate e fornendo reportistiche dettagliate sulle operazioni eseguite;
- migliorare l'efficienza dell'intero processo assicurativo, ottimizzando la tempistica dei dati sensibili dei contratti i quali vengono inseriti in modo semplice ed efficiente nella blockchain attraverso gli smart contract;
- fornire alle rispettive assicurazioni delle notifiche tempestive su qualsiasi tipologia di cambiamento in atto, diminuendo così eventuali rischi e migliorando il processo di

gestione;

- aumentare la capacità customizzazione del settore assicurativo
- azzerare i costi amministrativi, incrementando di conseguenza, la fiducia degli utenti (customer experience);
- innovare l'interno processo assicurativo con un sistema di gestione più digitalizzato mantenendo sempre la trasparenza e l'immutabilità delle operazioni inserite nella catena a blocchi.

Per questi motivi, la blockchain è stata implementata, già da diversi anni, dai cinque "big" del ramo assicurativo (*Aegon, Allianz, Munich Re, Swiss Re e Zurich*).

2.5. Blockchain nel settore automotive

(Fabbri, 2018) Negli ultimi anni, il mercato del settore automotive che, oltre a comprendere la semplice compra-vendita delle auto da parte delle case-madri o dai rivenditori, incorpora nuovi business come ad esempio il *car-sharing*, è cresciuto al punto tale da raggiungere un tasso di crescita composto annuo atteso del +66% tra il 2018 e il 2026 (valore di mercato globale pari a 1,6 miliardi di dollari entro il 2026).

La pandemia globale da Covid-19 ha accelerato il processo di sviluppo della blockchain, soprattutto nel settore automobilistico.

(Arbucci, 2021) Un esempio applicativo è avvenuto in **Dallara**: Fabrizio Arbucci, Responsabile Digital Innovation & Vehicle Electronic Solutions di Dallara, azienda d'eccellenza nella progettazione di telai per vetture da corsa, ha comunicato un'integrazione digitale nei servizi e prodotti offerti dall'impresa (attraverso l'utilizzo di blockchain e AI), focalizzandosi sempre di più sull'innovazione digitale.

(Mauro Bellini, 2021) La blockchain è strettamente correlata a questo settore, il 19 marzo 2021 **Elon Musk** ha confermato un investimento da parte di **Tesla**, di **1,5 miliardi di dollari** in Bitcoin e la possibilità di acquistare un'auto attraverso le cryptocurrency.

(Telepass, 2022) Questa tecnologia però non viene utilizzata solo per la compravendita di autovetture, un esempio è quello di **Telepass** che recentemente, ha lanciato il suo primo progetto di **NFT** (Non Fungible Token), che attestano e certificano la proprietà di un bene digitale "x" al corrispettivo proprietario.

Utilizzando la blockchain *Ethereum*, Telepass ha sviluppato 1000 opere digitali suddivise in 5 macrocategorie (carburante, ricarica elettrica, skipass, lavaggio auto e sharing mobility).

I proprietari di questi beni digitali oltre ad avere il diritto di usufruire dei servizi offerti, rientrano in una private community di Telepass con scontistiche dedicate agli utenti che ne fanno parte.

"Siamo la più grande community italiana di persone in mobilità, con 4 milioni di clienti già completamente digitalizzati e che dal 1990 gestisce oltre 1.5 miliardi di transazioni di micropagamenti", ha commentato **Gabriele Benedetto**, Amministratore Delegato di Telepass, il quale evidenzia anche la possibilità di innovare e rivoluzionare il concetto di loyalty di mobilità con un possibile correlazione tra la mobilità del mondo reale con quella del **Metaverso** (Capitolo 3).

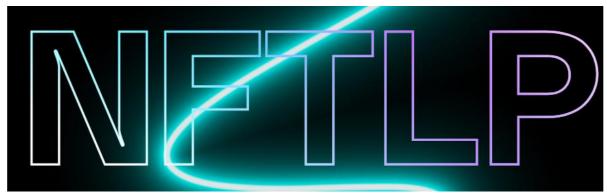


Figura 22: Ottieni il meglio dai due mondi: assicurati per primo i nostri NFT Fonte: NFTelepass

(JAGUAR LAND ROVER TRIALS WORLD-FIRST DIGITAL SUPPLY CHAIN FOR LEATHER USING BLOCKCHAIN TECHNOLOGY, 2021) Importanti aziende automobilistiche come ad esempio **Jaguar Land Rover**, hanno adottato la blockchain per garantire sicurezza e trasparenza della supply chain ai clienti, assicurando la provenienza e l'autenticità dei materiali utilizzati nella progettazione del veicolo.

Oltre a tenere in considerazione il tema dell'inquinamento atmosferico, utilizzando della pelle sostenibile per la fabbricazione delle auto, Jaguar Land Rover ha garantito la tracciabilità dei prodotti utilizzando dei digital twin, GPS e codice QR.

Dave Owen, Executive Director of Supply Chain di Jaguar Land Rover, ha commentato l'obbiettivo della casa automobilistica britannica: eliminare le emissioni di *CO*² in tutta la supply chain entro il 2039, garantendo ai clienti finali la possibilità, tracciabilità e autenticità dei materiali sostenibili scelti.

(Lannquist, 2018) Tenendo in considerazione il tema *mobility*, il 2 maggio 2018 a Dubai, è nato *Mobility Open Blockchain Initiative* (**MOBI**), si tratta di un consorzio globale (tra cui *Accenture, BMW, Bosch, Context Labs, Ford, General Motors, IBM e Renault*) di mobilità intelligente senza scopo di lucro, con l'obbiettivo di:

- utilizzare la blockchain per identificare veicoli (VIN), persone, aziende;
- garantire una mobilità più sicura ed ecosostenibile;
- evitare eventuali frodi controllando l'autenticità delle caratteristiche dei veicoli che vengono registrate in modo trasparente (Supply chain tracking) e immutabile nei registri distribuiti (DLT);
- garantire pagamenti digitali sicuri per l'intera mobility (ad esempio car sharing).



Figura 23: MOBI announces the first Vehicle Identity (VID) Standard based on Blockchain Fonte:IBM

(Polito, 2019) Il *Politecnico di Torino* nel 2019 è entrato a far parte di MOBI in qualità di *Affiliate*, la richiesta è avvenuta dal Dipartimento di Automatica e Informatica (*DAUIN*), il quale è da diversi anni che analizza soluzioni innovative di applicazione della tecnologia blockchain.

Sono stati attivati diversi lavori di gruppo tra cui:

- "Usage Based Insurance"
- "Vehicle Identity"
- "AV Data Markets
- "Supply Chain"
- "EV Grid Integration".

(Ansa, 2021) Negli ultimi anni, lo *sharing mobility* si è sviluppato sempre di più: in Italia, l'Osservatorio Nazionale sulla Mobilità Condivisa, ha confermato l'iscrizione e l'utilizzo di questi servizi da parte di **5,2 milioni di utenti** (i sistemi di bike-sharing ricoprono più del 70%, soprattutto nel Nord Italia, *figura sottostante*).

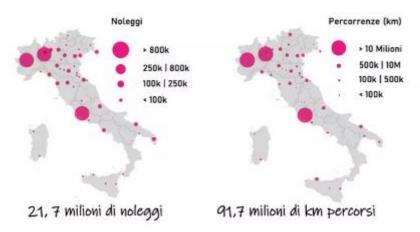


Figura 24: Domanda di sharing nei capoluoghi Fonte: Ansa

Dalla ricerca effettuata sulla banca dati *ScienceDirect* sono stati riscontrati alcuni problemi riscontrati in questo settore:

- pezzi di ricambio contraffatti o di scarsa qualità: questo fattore è molto importante perché incide direttamente sull'insoddisfazione del cliente e sulla fiducia del marchio stesso;
- frode da parte dei rivenditori di auto usate attraverso la falsificazione dei dati della vettura per migliorarne la qualità e aumentarne il prezzo di vendita;
- essendo un settore molto vasto e di impatto globale, vi è una complessità nella tracciabilità della componentistica dell'autovettura;
- il cliente finale non è a conoscenza del ciclo di vita della macchina:
- bassa efficienza della supply chain: tempi di attesa lunghi causati da tempi di inattività della produzione dovuti dalla mancanza di scorte di materie prime e da eventuali guasti meccanici;

La blockchain è stata dunque in grado di innovare e migliorare la supply chain automobilistica, risolvendo questi problemi.

Dagli articoli (Kotha Raj Kumar Reddy, 2021) e (Marlene Kuhn, 2021) è stato possibile garantire, analizzando i requisiti di tracciabilità e le eventuali implicazioni di responsabilità della rete automobilistica, trasparenza e sicurezza nei processi.

Dopo aver fornito un'architettura blockchain, definendo i nodi, le logiche di transazione e l'algoritmo di consenso, è stata convalidata l'intera metodologia utilizzata tramite l'utilizzo di un "dimostratore" blockchain basato su ETH.

(Sophia Auer, 2022) ha analizzato il *car-sharing* e sviluppato una piattaforma blockchain che coinvolge una grande mole di dati *IoT*.

L'obbiettivo raggiunto consiste nel far progredire il car-sharing, garantendo una semplificazione dei processi con delle transazioni affidabili, sicure e immutabili.

È stata confermata l'interoperabilità dell'integrazione scalabile tra **IoT e blockchain** (che permette la connettività tra veicoli e utenti), e assicurata una maggiore collaborazione interaziendale, risolvendo così la necessità di fiducia.

Andre Luckow, Head of Distributed Leadger and Emerging Technologies di Bmw Group ha commentato: "*la tecnologia blockchain è più sicura di un timbro dell'officina*".

Come è possibile intuire da questa frase, la blockchain è in grado di autenticare la storia e il ciclo di vita del veicolo in modo da evitare eventuali frodi.

Oltre a garantire un risparmio in termini di tempo e di costi, dunque, la blockchain garantisce privacy e trasparenza dei prodotti sia per i fornitori che per i clienti finali.

Bmw ha sviluppato una app chiamata "*VerifyCar*", che consente di verificare i dati veritieri di quei veicoli: ad esempio, inquadrando un codice QR code di una specifica vettura è possibile controllare se i dati sono plausibili oppure no. (BMW, 2022)

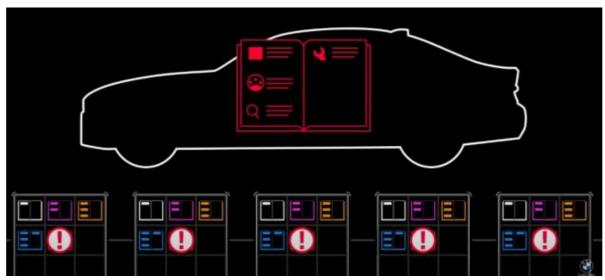


Figura 25: Manomissione dei dati Fonte: BMW

(vwfs, 2022) Un ulteriore esempio applicativo è *Volkswagen*, casa automobilistica tedesca nata nel 1937, ha adottato la tecnologia blockchain con ottimi risultati. Sono stati migliorati i processi di gestione dei dati, della *smart mobility*, e della manutenzione dei veicoli.

La blockchain oltre ad offrire soluzioni innovative specializzate per evitare possibili frodi da malintenzionati (come, ad esempio, la manomissione del contachilometri o la sostituzione di pezzi di ricambio non originali), permette all'utente, tramite l'utilizzo della piattaforma "We Connect", di programmare in anticipo il viaggio effettuando dei micropagamenti digitali in modo semplice e veloce direttamente dal wallet dell'automobile.

Dai risultati degli articoli selezionati dalla banca dati *ScienceDirect* e dal metodo "*From Browse Approach*", sono stati evidenziati alcuni importanti miglioramenti permessi dalla blockchain:

- efficientamento delle operazioni finanziarie e del processo comunicativo della supply chain;
- ottimizzazione della custumer experience e della soddisfazione del cliente dovuta da una migliore qualità e quantità di informazioni e dei dati scambiati;
- riduzione delle asimmetrie informative e dell'information risk;
- affidabilità e sicurezza per le autovetture di seconda mano grazie alla trasparenza e all'immutabilità dei dati (eliminazione della concorrenza illegale);
- smart mobility (-sviluppo sostenibile della città -efficienza dei trasporti -semplicità nell'utilizzo dei mezzi di trasporto con micropagamenti sicuri garantendo la privacy dei dati sensibili)

2.6. Blockchain nel settore immobiliare

La blockchain ha rivoluzionato e innoverà sempre di più questa tipologia di settore. (GVR, 2022) Il mercato immobiliare globale è in forte crescita, lo afferma il sondaggio della *Grand View Research*: raggiungerà i **6 trilioni di dollari** entro il 2030.

(P.Podshivalov, 2022) ha implementato la tecnologia blockchain per migliorare l'efficienza del registro delle operazioni immobiliare (che conferiscono i diritti ai rispettivi proprietari) e per garantire una maggiore sicurezza nella compravendita degli immobili.

In questo articolo sono stati utilizzati il "metodo della ricerca giuridica comparata", "il metodo della modellizzazione giuridica e quello "e "dell'analisi economica del diritto".

È stato evidenziato come la blockchain, in correlazione con il Metaverso (*cap.3*), sia in grado di proporre l'utilizzo della realtà virtuale e della tecnologia di realtà aumentata per il settore immobiliare.

(Anniina Saari, 2022) dopo aver analizzato **262 report specifici**, ha evidenziato il legame tra le prospettive teoriche e gli approfondimenti empirici e, ha identificato quattro categorie che si svilupperanno grazie alla blockchain: transazioni immobiliare, gestione immobiliare, processo di tokenizzazione (cartolarizzazione digitale di proprietà immobiliari) e amministrazione del territorio.

Le applicazioni empiriche affermano come la blockchain sia in grado di aumentare l'efficienza dell'intera supply chain, verificare le transazioni, ridurre costi e tempi di processo e infine, garantendo una maggiore sicurezza e fiducia rispetto alle soluzioni centralizzate, riducendo sempre di più eventuali operazioni fraudolente.

Successivamente, è stato confermato, come affermano anche (R.M. Bennett, 2021) e (D. Allessie, 2019), che le potenzialità della blockchain in questo settore riguardavano dei contesti ibridi su scala ridotta.

Dunque, nel settore immobiliare, ora come ora, la blockchain viene considerata come un "livello aggiuntivo": la tecnologia presa singolarmente non è in grado di risolvere gli attuali problemi del settore immobiliare ma, se integrata correttamente può sviluppare importanti miglioramenti.

(ATLANT, 2022), piattaforma di blockchain immobiliare, permette di scambiare **asset tokenizzati** su appartamenti azzerando praticamente le commissioni, rendendo così trasparenti, semplici e sicure le transazioni immobiliare.

I token raccolti dalle diverse proprietà immobiliare possono essere considerati come delle vere e proprie azioni, in grado dunque, di essere scambiate con valuta fiat.

Gli immobili sono sempre stati considerati un'attività illiquida, in quanto richiede molto tempo per la vendita.

Grazie alle cryptomonete e ai token, interscambiabili con le valute legali in modo trasparente e immutabile, è possibile "scambiare" facilmente gli immobili come token.

Per questo motivo, la blockchain conferisce liquidità al settore immobiliare.

(RedSwan, 2022)Un'ulteriore piattaforma di tokenizzazione immobiliare che si focalizza principalmente negli Stati Uniti, è *RedSwan*, con **144 progetti immobiliari** tokenizzati, l'azienda ha già tokenizzato **2,2 miliardi di dollari**.

La piattaforma ha registrato **30.000 investitori** e prevede di tokenizzare **4 miliardi di dollari** nei prossimi anni.

(Prorpy) Tra le cryptomonete più utilizzate nel settore immobiliare, *Propy* è l'unica sul mercato con con una capitalizzazione superiore a **100 milioni di dollari**.

Basata sulla tecnologia Web 3,0, **Propy** collabora con le migliori università del mondo (University of Oxford, Cambridge, Harvard, Stanford e Massachusetts Institute of Technology).

Premiata come "pioniere della tecnologia" dal World Economic Forum, ha elaborato 4 miliardi di dollari di operazioni immobiliare per diversi consumatori e agenti, tra cui Compass, eXp, The Agency, Redfin, KW, Remax, Realty Austin, ACME ecc.

Dagli articolati selezionati è possibile dedurre i miglioramenti apportati dalla blockchain nel settore immobiliare:

• Trasparenza e affidabilità nelle transazioni: la blockchain è in grado di eliminare la necessità di intermediari (i quali vogliono trarre profitto dalla transazione stessa);

- Sviluppo del processo comunicativo (l'intera blockchain utilizza una rete p2p, che mantiene costantemente aggiornati sulle variazioni dei dati gli utenti della catena);
- Maggiore efficienza dei costi di processi garantita dagli smart contract che sviluppano l'automazione della supply chain (-le aziende gestiscono una grande quantità di documenti e pagamenti per la contabilità senza più dover spendere grosse cifre di denaro -azzerati i costi di commissioni degli intermediari -riduzione dei costi di ispezione, delle tasse di registrazione, delle commissioni sui prestiti e delle tasse associate agli immobili);
- Migliorata la velocità delle operazioni immobiliare e della ricerca degli immobili;
- Essendo decentralizzata e garantendo affidabilità, trasparenza e autenticità nelle transazioni, è stata notevolmente ridotta la probabilità di incorrere in truffe (operazioni fraudolente con l'uso di denaro non contabilizzato);

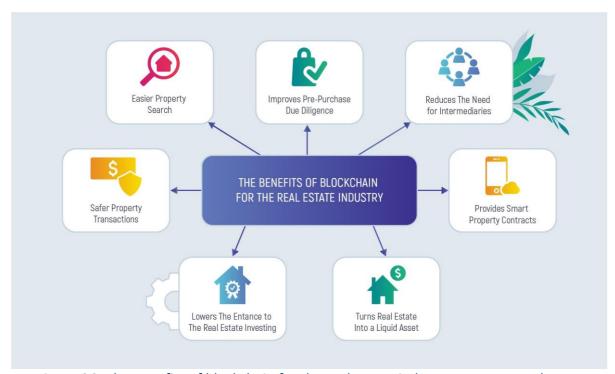


Figura 26: The Benefits of blockchain for the real estate industry Fonte: Devtechnosys

2.7. Blockchain nel settore sanitario

Considerando invece il settore healthcare, è stato confermato un forte legame con la blockchain

Secondo *StartUsinsights*, negli ultimi anni sono state sviluppate più di *400 startup* applicate a questo settore.

(Statista, 2021) La *Roland Berger*, società tedesca di consulenza strategica e aziendale, ha confermato che entro il 2025, il mercato globale della tecnologia blockchain applicata al settore sanitario, supererà i **650 miliardi di dollari** (175 miliardi di dollari nel 2019).

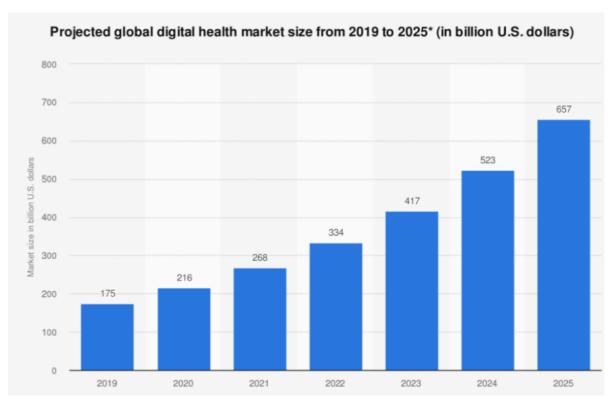


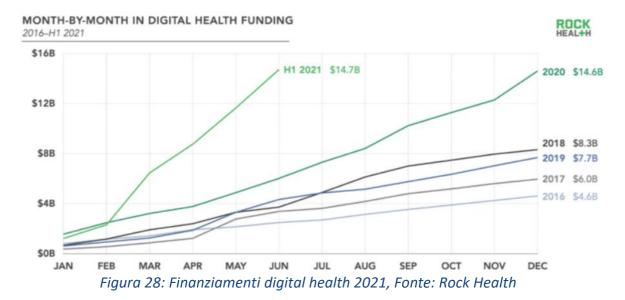
Figura 27: Projected global digital health Fonte: Statista 2021

Come si evince dalla figura soprastante, il mercato è in forte crescita, ha subito e subirà sempre di più un importante incremento esponenziale.

(Mattone, 2021) Con l'arrivo della pandemia Covid-19, che ha avuto un forte impatto in tutto il sistema sanitario globale, si è iniziato a parlare di "healthcare revolution".

Con questo termine si intende l'inizio di un "nuovo capitolo", che ha segnato il record di finanziamenti per il business della salute digitale.

Il primo semestre del 2021 infatti, è stato il "semestre più finanziato di sempre nella Digital Health": **14,7 miliardi di dollari** investiti entro giugno 2021 (più di quanto investito nell'interno anno 2020).



In Europa, il valore di mercato della startup dell'healthtech è quintuplicato negli ultimi 5 anni (**41 miliardi di dollari** nel 2021 contro gli 8 miliardi nel 2016)

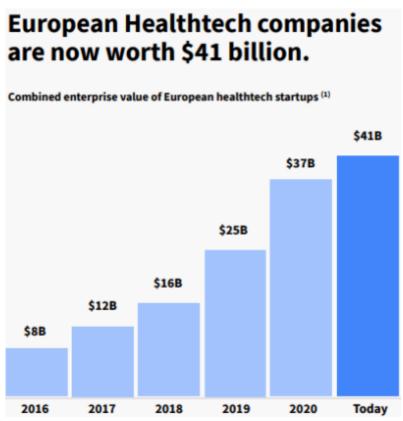


Figura 29: Estimated value of healthtech startups and venture capital investments in Europe, Fonte: Dealroom and Google Finance

Ora è importante chiedersi: la blockchain è in grado di innovare e migliorare il sistema sanitario attenuando i problemi esistenti? La risposta è sì.

Questa tecnologia è in grado di garantire, attraverso un registro decentralizzato sicuro e condivisibile, privacy e sicurezza nelle transazioni, proteggendo i dati sensibili dei pazienti da fonti esterne malintenzionate.

Si tratta dunque di una "decentralizzazione" del sistema che rispecchia un'organizzazione definita da (Holbl M., 2018) "patient centric" ("centralizzazione del paziente"): i medici, ad esempio, grazie alla blockchain sono in grado di condividere con i colleghi informazioni sui pazienti in maniera efficace, sicura e trasparente.

La cartella clinica dei pazienti può essere visionata in anticipo, in modo da poter conoscere la "storia" di quest'ultimo, pur non avendolo ancora visitato, al fine di somministrare e garantire cure dettagliate in tempi ristretti.

Gli **Smart Contract** svolgono un ruolo fondamentale a riguardo: oltre ad occuparsi del processo di gestione dei dati, migliorano le procedure di auditing per la sicurezza e velocizzano le procedure di controllo e i rispettivi meccanismi operativi delle strutture ospedaliere.

Tra i principali problemi esistenti in questo settore, la **contraffazione dei farmaci** è sicuramente quello più importante.

I farmaci contraffatti in genere hanno delle componenti terapeutiche inferiori rispetto a quello originali e a volte, possono addirittura nuocere alla salute del paziente che li assume.

Secondo il report dell'*Health Research Funding Organization (HRFO)*, ogni anno le industrie farmaceutiche denunciano una perdita di mercato globale di **200 miliardi di euro** causata dalla contraffazione dei farmaci.

(AIFA, 2016) Nel 2016 è stata svolta un'inchiesta (*Pangea X*) in 123 paesi diversi, con l'arresto di 400 malintenzionati e la chiusura di ben 3.584 siti web fraudolenti.

L'Interpol ha poi annunciato il sequestro di **25 milioni di farmaci contraffatti** (integratori alimentari, analagesici, trattamenti per l'epilessia, prodotti nutrizionali ecc.), pari ad un valore di mercato di **51 milioni di dollari**.

Secondo l'Interpol ogni anno nel mondo, un **milione di persone muore per l'utilizzo di** farmaci contraffatti.

Grazie all'intervento della blockchain all'interno della filiera, è possibile identificare i farmaci (quantità, lotto, scadenza, provenienza ecc.) e registrare sul database decentralizzato, in maniera trasparente e immutabile, le transazioni commerciali di ogni prodotto.

In questo modo, la blockchain garantisce l'originalità e l'autenticità del farmaco in questione garantendo sicurezza ed efficienza dei prodotti comprati online dai pazienti, contribuendo potenzialmente a salvare molte vite. (Rabab Jafri, 2022)

(Cavalcanti, 2018) Un esempio applicativo è il progetto di *DHL* e *Accenture*, che sfrutta la tecnologia blockchain per la tracciabilità del farmaco garantendone così l'autenticità al cliente finale.

Dai report forniti dall'azienda in base alle simulazioni svolte, è stato dimostrato come questa tecnologia sia in grado di monitorare e controllare **7 miliardi di numeri seriali e 1500** transazioni al secondo.

Oltre a risolvere il problema della contraffazione, la blockchain permette al consumatore di verificare che il medicinale sia stato trattato correttamente lungo tutta la filiera.



Figura 30: Trake and trace blockchain system Fonte: Accenture/DHL

La figura soprastante, dunque, spiega come la blockchain sia in grado di rintracciare le informazioni del medicinale, indicando inoltre l'esatta posizione geografica lungo tutta la filiera.

(Allen, 2017) Un ulteriore esempio applicativo è "*Modum*".

Si tratta di una piattaforma svizzera di integrità dei dati decentralizzata, con la finalità di garantire che la consegna dei farmaci avvenga in piena sicurezza, controllando dunque tutti i requisiti da rispettare per non compromettere l'efficacia del medicinale (temperatura, umidità ecc.).

L'idea di progetto nasce da una collaborazione con l'Università di Zurigo e la soluzione proposta consiste nell'utilizzare dei sensori che monitorano costantemente le condizioni dei farmaci e ne permettono la tracciabilità al fine di evitare eventuali manomissioni su documenti cartacei.

La blockchain è in grado, dunque, di registrare in maniera immutabile e trasparente qualsiasi alterazione dei dati, individuando così le modalità e le tempistiche del momento in cui il farmaco è stato danneggiato.



Figura 31: Screen applicazione mobile Modum, Fonte: modum.io

Dall'esempio riportato in figura è possibile notare come in seguito all'utilizzo del codice a barre o del QR code, vengono visualizzate tutte le informazioni del medicinale.

Viene inoltre fornito un grafico nel quale vi sono tutte le temperature rilevate dai sensori nel corso del tempo e, qualora le condizioni non fossero rispettate, viene immediatamente notificato il problema al consumatore attraverso l'invio di un alert.

(PharmaLeadger, 2021) Un importante progetto, a cui hanno aderito gran parte delle industrie farmaceutiche, è **PharmaLeadger**.

Si tratta di un consorzio con la finalità di realizzare una piattaforma utilizzando tre macroaree di casi d'uso:

• la catena di approvvigionamento (*Supply Chain*): individuare le molteplici falsificazioni di medicinali avvenute nel corso del 2020 a seguito dell'avvento del Covid-19;

- le sperimentazioni cliniche (*Clinical Trials*): offrire una soluzione di sperimentazione clinica end-to-end, garantendo trasparenza, verificabilità, tracciabilità e controllo sul processo di sperimentazione clinica delle varie parti interessate (pazienti e regolatori);
- i dati sanitari (*Health Data*): garantire uno scambio di dati sanitari in maniera interoperabile.

Recentemente in Italia, sono state proposte importanti soluzioni blockchain per migliorare questo settore, tra le più importanti vi è *My Health Passport*.

Sviluppata da "Blockchain Italia.io", società di software specializzata in soluzioni fintech e blockchain per l'ottimizzazione dei processi, utilizza la blockchain di Algorand² e ha la finalità di fungere come passaporto sanitario elettronico.

Per gestire l'emergenza sanitaria causata dalla pandemia Covid-19, la piattaforma è stata anche utilizzata per le vaccinazioni. È dunque in grado di garantire l'autenticità del certificato di vaccinazione o dell'esito del test/tampone mostrandone comodamente la validità tramite un QR code scaricabile dalla piattaforma stessa.

La piattaforma è stata utilizzata per la prima volta in Italia per l'inaugurazione di Hanger21 a Milano il 12 marzo 2021. (MyHealthPassport, 2021)



Figura 32: Inaugurazione Hanger21 a Milano, Fonte: Blockchain4innovation

Algorand²: è un protocollo blockchain puro che utilizza un particolare sistema per la creazione del consenso (**Pure Proof of Stake**). Si tratta di una rete open-source non energivora che, grazie all'utilizzo di questo meccanismo "unico", è in grado di creare un'architettura a due livelli permettendo così una coesistenza funzionale tra decentralizzazione, scalabilità e sicurezza. (Fonte: algorand.com)

Dall'analisi svolta è dunque possibile affermare che, la blockchain combinata all'intelligenza artificiale e IoT, ha permesso di:

- tracciare la supply chain dei vaccini: IBM e Moderna hanno testato l'utilizzo cloud e della blockchain per rendere più efficiente l'intero processo gestionale di distribuzione e somministrazione dei vaccini (Mura, 2021);
- migliorare lo scambio di dati e di comunicazioni tra database di paesi internazionali;
- autenticare l'esito dei tamponi mantenendo privacy e sicurezza dei dati sensibili dei pazienti;

Dalla analisi degli articoli di ricerca forniti dalla banca dati ScienceDirect, è stato possibile delineare ulteriori aspetti.

(Ghassan Al-Sumaidaee, 2023) dopo aver considerato il problema della scarsa interoperabilità del sistema sanitario, causata dai sistemi di comunicazione frammentati, ne ha poi presentato la soluzione attraverso l'utilizzo di una rete blockchain privata basata su *Hyperleadger Fabric*.

La non compatibilità dei sistemi di comunicazioni, di diversa tipologia, tra gli studi medici è considerato un grave problema in quanto crea gravi implicazioni per i pazienti, per le risorse e per i costi.

Hyperledger, è un framework open source senza scopo di lucro della *Linux Foundation* che, creando applicazioni blockchain decentralizzate e private, permette agli enti sanitari di condividere dati in un software distribuito senza richiedere a un singolo utente di considerare attendibili altri utenti.

Garantendo affidabilità, privacy e sicurezza nello scambio di transazioni, è dunque in grado di rendere più efficiente il flusso di informazioni tra le istituzioni mediche.

(Abdur Rehman, 2022) ha combinato la blockchain con un sistema di rilevamento delle intrusioni (*IDS*) per rilevare eventuali attività dannose.

Attraverso il sistema di monitoraggio è stato possibile migliorare l'assistenza sanitaria, permettendo ai medici di controllore periodicamente i pazienti attraverso dei sensori medici, prescrivendo di conseguenza cure appropriate al fine di "prevedere" eventuali gravi malattie.

Dai risultati della simulazione, è stata raggiunta un'accuratezza del **93,2**2% per la previsione delle malattie e un'accuratezza del **96,18%** per la stima del rilevamento da minacce esterne (approccio basato su RTS-DELM).

(Anokye Acheampong Amponsah, A novel fraud detection and prevention method for healthcare claim processing using machine learning and blockchain technology, 2022) e (Gaurav Kumar Badhotiya, 2021)hanno dimostrato come la blockchain *Ethereum* è stata in grado di prevenire e rilevare le frodi nel sistema sanitario attraverso una combinazione con le tecniche di apprendimento automatico.

I risultati sperimentali comparativi hanno mostrato un'accuratezza del **97,96%** nell'individuare attività malintenzionate, come ad esempio la contraffazione dei farmaci.

(Davide Aloini, 2023)La blockchain, dunque, è stata utilizzata per il processo di gestione dei dati, migliorandolo, garantendo privacy, sicurezza e integrità dei dati nel settore sanitario e IoT.

Rappresenta dunque una delle tecnologie emergenti più promettenti per migliorare l'efficienza dei processi organizzativi del settore sanitario. (Suruchi Singh, 2022)

Considerando dunque gli articoli selezionati, la blockchain ha permesso di:

- gestire in maniera sicura e affidabile le cartelle cliniche dei pazienti, attraverso l'utilizzo di un unico registro distribuito immutabile che garantisce maggior sicurezza nell' assistenza sanitaria;
- ottimizzare il processo dei pagamenti;
- ridurre i tempi di attesa dei pazienti con cure dettagliate e precise prescritte da medici che conoscono la storia clinica del paziente, senza averlo ancora visitato;
- supportare la cronologia delle prescrizioni mediche e certificare la proprietà delle cartelle cliniche;
- ridurre la contraffazione dei farmaci, tracciando costantemente il prodotto e monitorando le rispettive condizioni di "vita" del farmaco stesso;
- proteggere i dati sensibili dei pazienti attraverso la trasparenza e l'immutabilità delle transazioni;
- aumentare l'interoperabilità e la trasparenza nei rapporti tra gli stakeholder del panorama sanitario (maggior connettività tra le istituzioni sanitarie);
- tracciare la supply chain dei vaccini e autenticare la validità dei tamponi tramite codice Qr code.

2.8. Blockchain nel settore energetico

Nel gennaio 2020 la **Commissione Europea** ha stabilito un piano strategico, definito *Green Deal* ("Patto Verde"), con lo scopo di rendere meno dannose e più sostenibili per l'ambiente la produzione di energia e lo stile di vita dei cittadini europei.

Sono state attuate nuove disposizioni normative al fine di delineare una roadmap per rafforzare l'impegno dell'economia europea all'eco-sostenibilità. (European Commission, 2020)

L'obbiettivo prefissato del progetto è quello di ridurre le emissioni nette di gas a effetto serra di almeno il **55%** entro il 2030 rispetto ai livelli del **1990**.

È fondamentale, dunque, che le zone urbane puntino sull'innovazione, attuando nuove tecnologie in grado di permettere all'uomo di utilizzare le risorse in maniera sostenibile per la salvaguardia del pianeta.

Il settore energetico è un settore molto frammentato, è infatti caratterizzato sia da grandi che da piccoli fornitori, i quali però nella maggior parte dei casi, non hanno potere contrattuale.

Si tratta dunque di un sistema centralizzato dove le piccole aziende producono energia per i grandi produttori ad un prezzo basso, i quali successivamente rivendono ad un prezzo superiore direttamente al cliente finale (B2B2C).

La blockchain, essendo decentralizzata e gestendo le transazioni in maniera trasparente e immutabile, è in grado di intervenire e apportare notevoli miglioramenti.

(Anter, 2018) Tra i più importanti sicuramente è il fatto che ha permesso di innovare il modello tradizionale della rete elettrica ad un sistema di rete P2P decentralizzato, dove lo scambio energetico non è più solo tra produttori e privati ma anche tra due privati.

Dunque, oltre al modello di business **B2B2C**, la blockchain ha introdotto anche il modello **C2C** (**prosumer-cliente**) con la possibilità anche di sviluppare il modello **C2B** (**prosumer-azienda**).

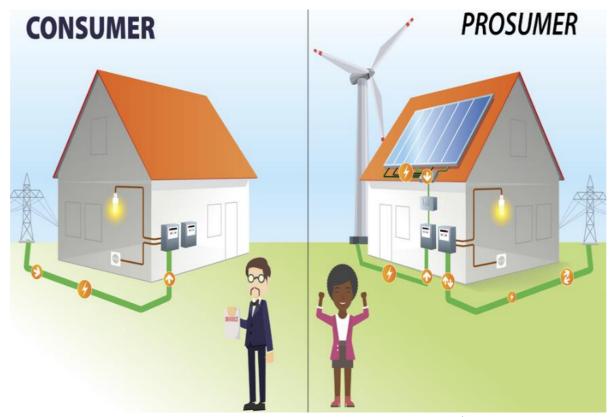


Figura 33: Consumer e Prosumer, Fonte: AnterItalia

Come si evince dalla figura soprastante, un consumatore può anche essere produttore di energia elettrica (*Prosumer*).

Quest'ultimi, oltre a coprire il fabbisogno energetico attraverso l'utilizzo di piccoli impianti per la produzione di fonti rinnovabili, inseriscono nella rete il surplus di energia che non utilizzano e che possono dunque vendere.

La blockchain permette dunque, l'acquisto di energia elettrica in eccesso ad un prezzo inferiore rispetto al valore di mercato, abbassando così il costo di acquisto dell'energia elettrica e valorizzando la figura del Prosumer.

Si parla dunque di "decentralizzazione della produzione", concetto che sta alla base delle **Smart Grid**: reti intelligenti dotate di un sistema di gestione efficiente per la distribuzione di energia elettrica.

Quest'ultime sono in grado di utilizzare in modo razionale l'energia sfruttando i surplus dei micro-produttori, al fine di evitare sprechi, sovraccarichi e variazioni della tensione elettrica intorno al valore nominale. (Wikipedia)

In questo modo, è possibile **distribuire energia** nelle aree dove vi è carenza, senza allocare energia nelle zone già sufficientemente fornite.

Negli articoli selezionati dalla banca dati *ScienceDirect*, la blockchain, sfruttando la tecnologia IoT è stata in grado di creare una rete di mercato distribuita sull'energia, dove tutti possono accedere e usufruire dei servizi offerti.

Il settore energetico rappresenta il **75**% delle emissioni di gas serra che, influenzano negativamente il cambiamento climatico globale. (H. Ritchie, 2020)

Secondo il rapporto IRENA 2020, il 70% dell'anidride carbonica globale legata all'energia elettrica sarà ridotta entro il 2050 e oltre il 90% di questa riduzione sarà ottenuta grazie alle energie rinnovabili e all'utilizzo della blockchain che garantisce efficienza energetica. (International Renewable Energy Agency, 2020)

(Qiang Wang, 2021) I casi di applicazione della blockchain nel settore energetico sono concentrati principalmente nei paesi sviluppati tra cui Stati Uniti, Australia e Unione Europea.

La Cina però, guida la classifica in termini di numero totale di pubblicazioni, istituzioni e documenti condivisi.

Nell'articolo di ricerca di (Shuai Zhu, 2020) è stato proposto un meccanismo di trading decentralizzato al fine di ottenere un consumo di energia sostenibile, permettendo alla Cina di sviluppare un'economia circolare grazie alla blockchain.

Nell'articolo di (Qiang Wang M. S., 2020) è stato esaminato lo stato attuale della ricerca e delle applicazioni della blockchain attraverso il database Scopus dal 2014 al 2020.

I risultati affermano che l'energia distribuita/decentralizzata è considerata il miglior metodo per le sostenibilità energetica, in grado di fornire soluzioni migliori per la sostituzione dell'energia fossile con energia rinnovabile.

Dall'analisi effettuata è possibile affermare che, la blockchain dunque ha permesso di:

- garantire sicurezza, trasparenza e immutabilità nelle transazioni: ogni blocco di una transazione energetica ha un indirizzo hash, che viene poi concatenato crittograficamente con un nuovo blocco di una nuova transazione.
 - Ad esempio, (Desh Deepak Sharma, 2023) ha utilizzato il metodo *cryptographic salt*, dove per ogni blocco creato viene utilizzato un hash casuale per sviluppare un indirizzo hash univoco con algoritmo **SHA-256** (le chiavi hash e timestamp sono state generate tramite la programmazione python);
- effettuare semplici micropagamenti tramite criptovalute;
- eliminare la presenza di un'autorità centrale attraverso contratti intelligenti e algoritmi di consenso, "decentralizzando e distribuendo l'energia": un'analisi di (Deloitte) evidenzia una riduzione dei costi operativi con una maggiore efficienza dei processi sempre più rapidi e automatizzati dovuti dall'eliminazione di terze parti coinvolte (tradizionalmente necessari per attivare e gestire i contratti di fornitura di energia);
- individuare falsificazioni di documenti e/o attività fraudolente (Sathya Krishnamoorthi, 2023)
- ridurre al massimo gli sprechi attraverso le Smart Grid: un progetto ancora attivo a New York è quello gestito dalla LO3 Energy, società innovativa con sede a Portland.
 - Viene utilizzata una *Brooklyn Microgrid*, micro-rete alimentata a pannelli solari, utilizzata per la compravendita di energia a livello locale, distribuendo così omogeneamente l'energia ed evitare le inefficienze delle reti di distribuzioni tradizionali. (Impresacity, 2018)
- avere un impatto più "green" nei confronti del pianeta: combinata con L'Internet of Things, che raccoglie i dati inviati dai sensori posizionati, è in grado di distribuire i surplus di energia e individuare i problemi di erogazione al fine di evitare importanti predite;
- abbassare drasticamente i coti di transazione, mentendo trasparenza nelle operazioni introducendo nuovi modelli di business;

2.9. Blockchain nel settore alimentare

Tra tutti i settori analizzati, quello alimentare è sicuramente quello più complesso in quanto il numero degli utenti e prodotti coinvolti è sicuramente molto elevato.

Il sistema agroalimentare infatti ricopre più settori:

- Settore primario: prevede l'attività agricola;
- Settore secondario: riguarda la trasformazione delle materie in prodotti alimentari;
- Settore terziario: si intende la distribuzione e commercializzazione degli alimenti al cliente finale

La **Food and Agriculture Organization of the United Nations** ha affermato che, a seguito dell'aumento della popolazione globale prevista entro il 2050, l'agricoltura dovrà aumentare del **60%** la sua produzione per fare fronte alle esigenze di tutta la popolazione. (FAO)

Ragione per cui, è necessario affidarsi a nuove tecnologie innovative che permettono di ridurre gli sprechi e massimizzare l'efficienza della filiera agro-alimentare.

Quest'ultima è molto complessa e frammentata, è caratterizzata infatti da importanti "distanze" tra le zone di produzione, distribuzione e di consumo andando così a influire negativamente sul fattore "tempo" (fattore di grande importanza soprattutto per i prodotti "freschi "che devono essere consumati entro una data ben precisa).

Si parla di "Agricoltura4.0", termine che intende l'evoluzione del concetto di "agricoltura di precisione" e che dunque, definisce quelle tecnologie avanzate e interconnesse tra loro che possono essere attuate dall'azienda per migliorare l'efficienza e la sostenibilità della produzione agricola. (Confagricolturaliguria, 2021)

Adottare soluzioni 4.0 in campo agricolo permette ad esempio di tracciare i prodotti lungo la filiera, di calcolare il fabbisogno idrico di una coltura per evitare sprechi, oppure di prevedere l'insorgenza di alcuni parassiti che possono infettare le coltivazioni. (Ingrid Appelqvist, 2022)

Lo studio eseguito dal Politecnico di Milano con il Laboratorio Rise (Research & Innovation for Smart Enterprises) ha confermato il valore di mercato dell'agricoltura 4.0 in Italia di 540 milioni di euro con una crescita del 20% rispetto al 2019. (Osservatori.net Digital Innovation, 2021)

Tra le principali problematiche di questo settore vi sono sicuramente:

 Mancanza di controllo sulla qualità dei prodotti forniti, con una scarsa trasparenza delle transazioni lungo la filiera produttiva provocando così frodi e casi di corruzione.
 Dal report annuale del Ministero delle Politiche Agricole sulle contraffazioni dei prodotti alimentari in Italia, sono stati sequestrati più di 5 milioni di prodotti contraffatti o irregolari per un valore di oltre 9 milioni di euro. (Stefano Patuanelli, 2022)

Problema risolto dalla blockchain, la quale permette la condivisone dei dati su un registro distribuito e immutabile, consentendo così la tracciabilità dei prodotti.

Garantisce dunque, una maggiore trasparenza per tutti gli utenti lungo la filiera: - l'agricoltore il quale, può acquisire una maggiore visibilità ed effettuare un controllo sulla produzione in base alla domanda richiesta – il fornitore, che ottimizza il processo logistico, riducendo i tempi di consegna -il cliente, che conoscendo il ciclo di vita del prodotto che consuma, è più soddisfatto e fiducioso.

Il tracking dei prodotti alimentari, oltre a garantire trasparenza, offre l'opportunità

di creare nuovi modelli di business: ad esempio, è in grado di consentire ai produttori di essere collegati direttamente ai clienti finali, e viceversa. (F.Dal Mas, 2023)

La blockchain garantendo trasparenza (localizzazione in tempo reale e provenienza), tracciabilità (in caso di criticità è possibile risalire al problema) e immutabilità (garantita dalla struttura a blocchi della catena), ha permesso di effettuare uno scrupoloso controllo dalla "fattoria alla tavola" con una semplice scansione. (Bruno Bogaz Zarpelão, 2021)

Inoltre, grazie alle sue caratteristiche azzera l'asimmetria formativa creata dalla presenza dei troppi intermediari lungo la filiera i quali, aggiungono la propria percentuale di profitto al costo originale, con un conseguente aumento del prezzo finale per il consumatore.

È dunque in grado di abbassare i costi di processo, evitando l'alterazione dei prezzi e garantendo delle cifre eque delle colture. (Hiren Patel, 2021)

• Mancanza di efficienza: tra le principali inefficienze vi sono sicuramente lo spreco di cibo e la corrispettiva perdita economica.

Ogni anno, **1,6 miliardi di tonnellate di cibo** (un valore di circa 1,2 trilioni di dollari) vengono perse o vanno sprecate, un terzo della quantità totale di cibo prodotta globalmente. (Esben Hegnsholt, 2018)

La Boston Consulting Group ha stimato che entro il 2030, ci saranno annualmente **2,1 miliardi di tonnellate di sprechi alimentari** (un valore di 1,5 trilioni di dollari).

La blockchain è in grado di innovare le vecchie procedure paper-based che allungano i tempi di attesa per la risoluzione dei problemi e che conferiscono uno scadente coordinamento fra gli utenti lungo tutta la filiera.

(Barbara Bigliardi, 2023) dopo aver effettuato una ricerca query di *42 articoli* di ricerca pubblicata tra il 2018 e il 2022, utilizzando il database Scopus e il Web of Science, ha affermato che la blockchain è stato in grado di far combaciare la domanda e l'offerta di cibo, creando dunque, un approccio più responsabile e collaborativo al commercio globale, riducendo costi e le inefficienze spiegate precedentemente.

• Mancanza di sostenibilità: i consumatori recentemente, sono consapevoli dell'importanza di produrre cibo in maniera sostenibile. (Food Insight, 2022)

Ragione per cui, la blockchain grazie alla sua trasparenza e tracciabilità, garantisce una maggior sostenibilità del processo attraverso dei certificati che conferiscono autenticità ai metodi di produzione (più o meno sostenibili ed etici) utilizzati.

 Attività fraudolenti: la filiera alimentare essendo gestita con pratiche cartacee obsolete, è spesso colpita dalla contraffazione. Prodotti scaduti o non autenticati possono essere definiti "originali" per trarne vantaggi in termini di costo da parte dei produttori o commercianti.

La blockchain è in grado di **intensificare la sorveglianza lungo tutta la filiera**, impedendo dunque ai malintenzionati di modificare i dati dei prodotti alimentari a loro favore.

Aumenta dunque la fiducia del consumatore, il quale con un semplice smartphone riesce a connettersi alla piattaforma e verificare il ciclo di vita (provenienza, scadenza, sostenibilità ecc.) di uno specifico prodotto lungo tutta la filiera.



Figura 34: Blockchain la rivoluzione è iniziata Fonte: Foodweb.it

Nel 2021 ad esempio, lo storico marchio **Caffè Barbera** (torrefattore più antico d'Italia, nato nel 1870) ha permesso il pagamento in criptovalute (BTC ed ETH) per tutti i prodotti sul sito e-commerce attraverso la piattaforma blockchain Algorand, che permette di effettuare transazioni senza costi di commissioni ed istantaneamente. (Balocco, 2021)

Nel 2018 Carrefour è stato il primo rivenditore europeo ad utilizzare la blockchain per i prodotti alimentari: ha messo in vendita il primo pollo certificato per poi estendere l'autenticazione ad altri alimenti. (Carrefour, 2019)

Nestlè ha collaborato con OpenSC, una blockchain alimentare, fondata dal WWF-Australia e dal Boston Consulting Group Digital Ventures, che permette agli utenti, l'accesso indipendente ai dati di sostenibilità e supply chain dei prodotti forniti.

Garantisce dunque, trasparenza lungo tutta la filiera permettendo ai consumatori di tracciare il latte dalle fattorie dei produttori fino ai magazzini Nestlè in Medio-Oriente. (Nestlè, 2019)

Un ulteriore esempio applicativo è **FoodChain**, startup italiana nata nel 2016, ha creato una piattaforma blockchain per la tracciabilità dei prodotti alimentari lunga tutta la filiera

produttiva. Ha permesso agli utenti di consultare tramite dei codici univoci (Qr Code e Tag NFC/Rfid) applicati ai prodotti, il ciclo di vita dei prodotti in questione, certificandone i dati prescritti. (FoodChain)



Figura 35: I codici QR di Foodchain, Fonte: FoodChain

2.10. Blockchain nel settore fashion & luxury

Considerato il quarto settore più alto per l'utilizzo di materie prime primarie e acqua, è stato definito dal Centro Comune di Ricerca della Commissione Europea, "il gruppo prioritario, che fornisce un contributo significativo agli impatti ambientali in Europa". (Commissione Europea JRC – IPTS, 2014)

Il consumo e la produzione tessile sono altamente globalizzati, l'industria della moda infatti, oltre ad estrarre grandi quantità di risorse naturali, genera dei flussi di rifiuti annuali per un valore di **460 miliardi di dollari**. (Ellen Macarthur Foundation, 2017)

Si tratta dunque di un settore molto vasto, che coinvolge milioni di produttori e miliardi di consumatori in tutto il mondo: solo in Europa impiega **1,7 milioni di persone**.

Come gli altri settori analizzati in precedenza, anche quello della moda è caratterizzato dalla contraffazione e da attività fraudolente a scopo di lucro: si tratta di un business globale in forte crescita ma difficile da quantificare, trattandosi di un'attività illegale che opera nel mercato "nero".

(OCSE, 2020)Secondo il report annuale del 2022 dell'Organizzazione per la Cooperazione e lo Sviluppo Economico (OCSE), il commercio mondiale dei soli prodotti italiani contraffatti del settore tessile e della moda, è pari ad un valore di mercato di 5.2 miliardi di euro.

Queste organizzazioni criminali causano danni sia alle aziende manufatturiere (1.3 miliardi di euro di danni per le mancate vendite) sia al consumatore convinto di aver comprato un prodotto autentico (1.4 miliardi di euro).

"Il fenomeno della contraffazione è una vera piaga per il nostro settore e un danno per il tessuto economico di tutto il Paese. In questi anni si sono fatti importanti passi avanti nella lotta a questo problema, ma ancora molto rimane da fare. Il danno della violazione dei diritti di proprietà intellettuale troppo spesso non viene percepito come un reato: è importante sensibilizzare l'opinione pubblica a riguardo" - Cirillo Marcolin, Presidente di Confindustria Moda

La blockchain è in grado di risolvere alcune importanti sfide di questo settore, tra cui:

• Scarsa tracciabilità dei prodotti: la blockchain è in grado di garantire a tracciabilità dei prodotti, permettendo così al cliente di conoscere il ciclo di vita del prodotto acquistato garantendo trasparenza nei dati nei confronti delle aziende tessili produttrici.

Oltre a ridurre un elevato tasso di contraffazione, la tracciabilità dei prodotti ha facilitato la gestione dei dati di prodotto e dei clienti (registrati in maniera immutabile sul registro decentralizzato della blockchain), la previsione alla domanda e la gestione logistica. (Agrawal, 2016)

Ad esempio, nella catena di approvvigionamento del lusso, (Tsan-MingChoi, 2019) ha utilizzato una piattaforma della tecnologia blockchain (modello BCR) per la certificazione e l'autenticazione dei diamanti. Con il metodo utilizzato è stato inoltre dimostrato una riduzione del costo dell'operazione rispetto ai tradizionali metodi di certificazione effettuati da terze parti.

(Bill Wang Wen Luo Abraham Zhang, 2020) ha fornito una guida sull'implementazione della Blockchain (BTC), migliorare la gestione circolare della catena di approvvigionamento del fast-fashion, rendendo le transazioni sicure, trasparenti e tracciabili. (Maciel M.Queiroz, 2019)

 Problemi legati alla sostenibilità: il concetto di "sostenibilità" è di fondamentale importanza per le aziende, le quali la considerano come un vero e proprio vantaggio competitivo.

L'analisi di **The Boston Consulting Group e The Global Fashion Agenda** ha evidenziato che il consumo complessivo di abbigliamento aumenterà del 63% entro il 2030, **102 milioni** di tonnellate di prodotti non rinnovabili.

L'introduzione alla blockchain, con un approccio etico-ambientale più sostenibile potrebbe ad un risparmio annuo di **160 miliardi di euro**. (The Global Fashion Agenda and The Boston Consulting Group, 2017)

	Impact	Value at stake	Until 2030
	Water consumption	Reduced water consumption	€32 billion
	Energy emissions	Reduced energy emissions	€67 billion
	Chemical usage	Reduced occupational illnesses	€7 billion
	Waste creation	4 Reduced amount of waste	€4 billion
	Labor practices	5 Workers earning 120% min. wage!	€5 billion
	Health & safety	6 Reduced number of recorded injuries	€32 billion
	Community & ext. eng.	7 Increased community spending	€14 billion
	Ethical practices	8 Not to be quantified	
	es of this report do not recommend 120% min resentative of a living wage, lared of 120% min		-€160 billion/ye

Figura 36: Il valore aggiunto della moda sostenibile per l'economia mondiale, Fonte: THE GLOBAL FASHION

La *Ellen MacArthur Foundation* ha stimato annualmente **98 milioni** di tonnellate di risorse non rinnovabili e **93 miliardi** di metricubi di acqua utilizzati per la produzione di vestiti. (Ellen MacArthur Foundation, 2017)

I consumatori, informandosi a riguardo, si sono dunque responsabilizzati e il loro giudizio è fortemente influenzato dal comportamento delle case produttrici nei confronti della sostenibilità e dell'impatto ambientale.

Ragione per cui, importanti aziende come **Zara e H&M** hanno deciso di investire in azioni del tutto sostenibili. (Bruna Villa Todeschini, 2017)

- **Problema della contraffazione**: si tratta di un commercio illegale che negli ultimi anni ha subito una crescita esponenziale.
 - Il report globale del 2016 "Trends in Trade in Counterfeit and Pirated Goods" ha stabilito, in base ai sequestri doganali, il valore delle merci contraffatte pari ad un valore di **509 miliardi di dollari** (3,3 % del commercio mondiale), in forte crescita rispetto ai **461 miliardi di dollari** nel 2013. (OECD, 2019)
 - Si tratta comunque di cifre difficili da decifrare con esattezza essendo un'attività illegale e fraudolenta.

Questo fenomeno rappresenta un problema non solo per i consumatori bensì per le imprese produttrici, rovinandone così l'immagine.

Tra i più colpiti sono sicuramente i marchi di lusso: un esempio è **Louis Vuitton** che nel 1970 in Italia, ha bloccato la produzione e ritirato i prodotti dal mercato essendo consapevole di non poter competere con le imitazioni perfette che vi furono in quell'anno. (Kaikati J.G., 1980)

Per questo motivo molti marchi di lusso hanno deciso di adottare la blockchain, certificando e confermando la provenienza dei loro prodotti: "Ogni fase del ciclo di vita dell'articolo viene registrata, consentendo una narrazione nuova e trasparente" (Certilogo, 2019)

La blockchain garantisce dunque, trasparenza, sicurezza e immutabilità lungo tutta la filiera (provenienza, modalità di produzione dei capi, gestione snella della supply chain e protezione della proprietà intellettuale nel processo di design): un esempio applicativo è quello di **Masque Milano**, che collaborando con una startup svizzera(**Authena**), che offre soluzioni blockchain-based, ha sviluppato una soluzione per tracciare la supply chain e garantire l'autenticità e la qualità degli articoli prodotti.

Il Co-founder di Masque Milano, **Alessandro Brun** ha affermato: "La collaborazione nasce dall'esigenza di risolvere due criticità nella gestione dei prodotti: la prima legata alla presenza su mercato di profumi contraffatti che possono arrecare danni alla salute dei consumatori, oltre che importanti ripercussioni per l'immagine dei brand; l'altra, l'importazione illecita, cioè il dirottamento di prodotti originali in mercati dove non siamo presenti". (Mauro Bellini, 2021)

(AuraLuxuryBlockchain, 2021) **LVMH, Prada e Cartier** hanno creato, insieme al Gruppo OTB (ottobre 2021) e Mercedes-Benz (maggio 2022), un consorzio no-profit, chiamato **Aura Blockchain Consortium**, con l'obiettivo di sviluppare le applicazioni blockchain nel settore fashion. La soluzione proposta dalla piattaforma ha garantito:

- **Per i clienti**: la certificazione dei beni di lusso, assicurando servizi e trasparenza sulle fonti delle materie prime utilizzate e sul trasferimento dei certificati di proprietà;
- **Per i marchi**: una migliore relazione con il personale e con i consumatori, maggior facilità e flessibilità d'uso della piattaforma e infine, una maggior privacy e sicurezza dei dati sensibili.

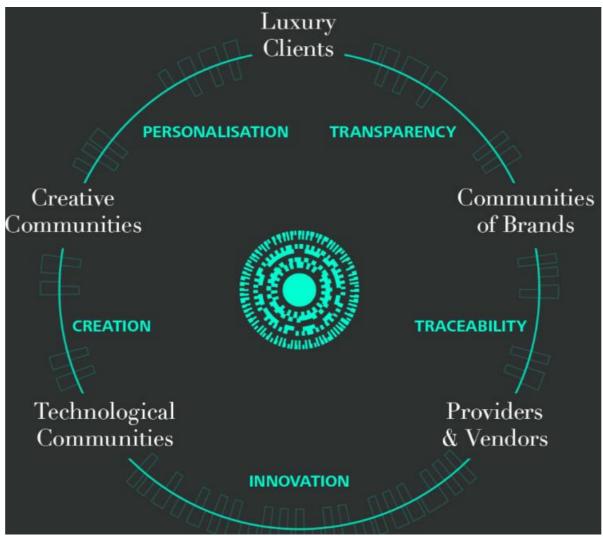


Figura 37: Una rivoluzione nel settore del lusso, Fonte: auraluxuryblockchain.com

Un ruolo fondamentale nell'certificazione di un'opera digitale è svolto dagli NFT.

Come è stato descritto nel *capitolo1*, si tratta di *Not Fungible Token* che conferiscono autenticità ai prodotti in questione.

Negli ultimi anni, gli NFT sono stati adottati da moltissimi fashion brand, i quali propongono accessori e capi di lusso che sarà possibile comprare esclusivamente nel mondo virtuale, il **Metaverso**).

Quest'ultimo segnerà l'inizio di una nuova era, la **Digital Collectible**, con una gamma più ampia di casi d'uso e applicazioni per gli NFT.

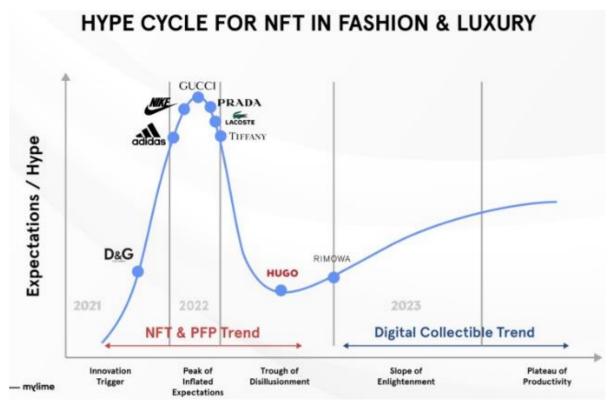


Figura 38: HYPE CYCLE FOR NFT IN FASHION & LUXURY, Fonte: Metaverseboi

Capitolo 3 - Metaverso e Blockchain: una realtà sempre più digitalizzata

3.1. Che cosa è il Metaverso?

Il termine "*Metaverso*", utilizzato per la prima volta nel 1992 nel romanzo *Snow Crash* di **Neal Stephenson**, è una parola greca che può essere suddivisa in:

- "Meta": tutto ciò che va "oltre" alla fisica;
- "Verso": ovvero che si riferisce all'universo stesso.

Con questo concetto si vuole dunque indicare un futuro di mix-reality "che va oltre l'universo", all'interno del quale tutto è possibile. (Wikipedia)

Si tratta di ambienti virtuali che possono essere definiti come "metaversi sviluppati su architettura blockchain" che risultano essere molto più attrattivi rispetto ai mondi virtuali 3D del gaming conosciuti fino ad oggi (ad esempio Pokemon Go).

Come descritto precedentemente nel **capitolo 1**, con l'arrivo del Web 3.0 e con l'utilizzo della blockchain, è stato possibile fornire un nuovo concetto di interazione decentralizzata di Internet, che garantisce l'accessibilità a tutti gli utenti e non permette la manipolazione delle autorità centrali e delle big tech.

Il Metaverso è stato descritto come una realtà virtuale tridimensionale, un universo di "*mix-reality*" abitato da avatar delle persone umane che interagiscono e socializzano tra loro utilizzando delle metafore del mondo reale.

Mark Zuckerberg ha definito il Metaverso come "un Internet incarnato in cui invece di visualizzare solo contenuti, lo si vive realmente". (Ionos, 2022)

Il CEO di Facebook ha inoltre affermato che l'obbiettivo del Metaverso non è quello di far spendere più tempo davanti allo schermo bensì quello di migliorarne qualitativamente le ore di tempo passate davanti a quest'ultimo.

Gli avatar fotorealistici all'interno del Metaverso sono infatti in grado di effettuare le movenze degli utenti nel mondo reale con espressioni facciali, linguaggio del corpo, accenti, abbigliamento ecc.

Si tratta dunque di un ecosistema digitale dove tutto è possibile: è possibile, infatti, svolgere una riunione in Svizzera, ma nel frattempo essere in vacanza in montagna dall'altra parte del mondo.

Ma è davvero realizzabile tutto questo? Assolutamente sì.

Nella figura 39, è possibile vedere una riunione nel Metaverso: i quattro avatar rappresentano gli utenti reali, magari sparsi per il mondo, che sono in grado di interagire tra di loro nel mondo virtuale.



Figura 39: Una riunione nel Metaverso, Fonte: Futureagency

Il Metaverso, creando un mondo virtuale, dà la possibilità agli utenti di interagire come se fossero nel mondo reale, permettendo dunque di lavorare, studiare e giocare senza la necessità di incontrarsi fisicamente nello stesso luogo.

All'interno di questo mondo di mix-reality tridimensionale, chiunque può entrare in possesso di beni o proprietà digitali (terreni, edifici, oggetti fisici) attraverso l'utilizzo di monete digitali, come la criptovaluta la quale è poi convertibile nella moneta corrente.

Come spiegato nel capitolo 1, la proprietà di un'opera digitale è certificata dagli NFT (Not Fungible Token) attraverso appunto la blockchain che ne conferisce la titolarità di quel relativo bene virtuale.

Come vedremo successivamente, alcune importanti aziende hanno deciso di sfruttare il Metaverso soprattutto per strategie di marketing, in vista di nuovi possibili modelli di business.

3.2. Caratteristiche del Metaverso

Gli analisti hanno stimato che il valore economico complessivo del Metaverso supererà i **5.000 miliardi di dollari** entro il 2030. (McKinsey & Company, 2022)

Sebbene sia ancora agli inizi, Il Metaverso è considerato una delle tendenze con maggiori potenzialità nel mondo della tecnologia, le cui caratteristiche principali sono: (Alterside, 2023)

• Interoperabilità dei dati e dei beni digitali: è la "capacità di interazione e di scambio di informazioni ed elementi tra sistemi distinti e piattaforme diverse in modo continuo

e quanto più possibile trasparente".

È ciò che permette a oggetti e utenti di essere creati e spostati da un universo all'altro evitando interruzioni all'interno del sistema.

L'interoperabilità è dunque quel criterio fondamentale che permette ad ogni utente di contribuire alla creazione del Metaverso attraverso "la costruzione" di risorse, oggetti e spazi, basati sull'idea dell'utente stesso;

- Senso di realismo negli spazi tridimensionali digitalizzati in cui vivono gli avatar: coinvolgimento psicologico ed emotivo che viene trasmetto all'utente attraverso la vista, l'udito ed il tatto.
 - Si tratta dunque di un universo digitale che però è talmente perfezionato, trasparente che si immedesima nella realtà. Ad esempio, gli avatar di utenti-artisti sono in grado di presentare opere d'arte, gli utenti-medici possono allenarsi ad operare nel Metaverso per migliorare le proprie abilità nel mondo reale ecc.;
- Ubiquità: viene assicurata a tutti gli utenti la capacità di accesso agli spazi virtuali che formano il Metaverso al fine di garantire il senso di realtà come se fosse il mondo fisico;
- Accessibilità: essendo una struttura tecnica condivisa e collettiva, non è di "proprietà" di una singola azienda e non ha barriere d'ingresso quindi, chiunque può accedervi senza limitazioni, costi e filtri;
- È in grado di garantire una **compatibilità tra le valute digitali e quelle reali**, creando così un'economia unitaria tra spazi digitali e fisici;
- Illimitatezza: Meta sta lavorando per creare un universo di mix-reality infinito e illimitato dove chiunque può costruire il proprio e spazio e luogo senza alcun tipo limite:
- Tutti i Metaversi creati sono sincronizzati tra loro in modo da creare un'unica dimensione temporale, la contemporaneità (ogni utente può dunque in qualsiasi momento, spostarsi da un Metaverso all'altro);
- È in grado di garantire privacy e protezione dei dati sensibili degli utenti sfruttando le caratteristiche della blockchain;

3.3. Principali Metaversi

(METAV.RS, 2023) Considerando il Web3.0, senza tener conto dunque dei Metaversi nel Web2.0 che non utilizzano la blockchain (come, ad esempio, il gioco di azione *Grand Theft Auto*), è importante fare una distinzione tra Metaversi centralizzati e decentralizzati.

Nel primo caso, riferendosi alla figura sottostante, ad esempio *Horizon Land*, la proprietà è unica (**Meta**), la quale ha potere decisionale e gestisce il Metaverso privatamente.

Per quanto riguarda invece quelli decentralizzati, ad esempio *Decentraland* e *The Sandbox*, non esiste un'unica azienda proprietaria in quanto i contenuti e i beni digitali vengono acquisiti dagli utenti, i quali possono creali, venderli e comprarli senza alcuni limiti e controlli imposti dalle big tech.

Si tratta dunque di Metaversi basati su un sistema chiamato **DAO** (*Decentralized Autonomous Organization*), che è costituito da dei contratti intelligenti che ne definiscono le principali regole da rispettare da parte di tutti gli utenti.

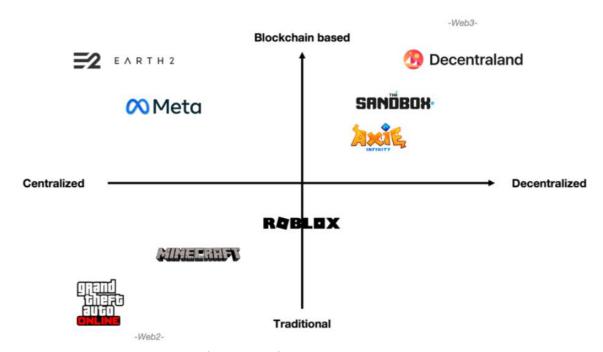


Figura 40: I diversi tipi di Metaverso, Fonte: METAV.RS

Essendo una realtà virtuale condivisa sulla rete mondiale, il metaverso si espande in diversi settori nel quale viene utilizzato, ed è per questo motivo che ce ne sono molteplici e con caratteristiche differenti.

3.3.1. There

Creato nel 2011, (There, 2011) è stato il primo vero mondo virtuale tridimensionale all'interno del quale gli utenti potevano comunicare fra loro sottoforma di avatar customizzati.

Quest'ultimi dunque, potevano socializzare, partecipare ad eventi e acquistare o vendere oggetti/servizi utilizzando una moneta virtuale, resa disponibile dalla piattaforma online.



Figura 41: Metaverso There, Fonte: There

3.3.2. Second Life

(Wikipedia)Questo Metaverso, creato nel 2003 dall'azienda **Linden Lab**, è stato il primo mondo virtuale che ha raggiunto già nel 2013 un milione di utenti.

Si tratta di una piattaforma multimediale online che permette "la creazione di sé stessi "sotto forma di avatar in grado di interagire fra loro.

All'interno di Second Life, gli utenti sono chiamati "residenti" e possono esplorare "il mondo", conoscere altri residenti, socializzare, partecipare ad eventi e comprare o vendere oggetti attraverso la moneta virtuale del gioco definita *Linden Dollar*.



Figura 42: Metaverso Second Life, Fonte: SecondLife.com

3.3.3. Roblox

(Wikipedia, 2023) È considerato il Metaverso del gaming che attualmente conta quotidianamente più di **50 milioni** di utenti attivi (quotazione in borsa marzo 2020, 41 miliardi di dollari).

In seguito al progetto totalmente differente chiamato **Interactive Physics**, che aveva la finalità di aiutare nello studio della fisica, grazie a dei modellini bidimensionali, nasce Roblox nel 2006.

Per accedere alla piattaforma di gioco online, una volta registrato l'account è possibile, come negli altri Metaversi, creare e personalizzare il proprio avatar attraverso delle skin acquistabili attraverso la moneta virtuale del gioco **Robux**, utilizzando denaro reale.

All'interno di Roblox è possibile poi interloquire con altri utenti durante migliaia di giochi oppure crearne uno specifico in base alle richieste dell'utente.

Il vantaggio competitivo di Roblox, rispetto ai suoi competitors, è la **illimitatezza** in termini di personalizzazione e creazione di oggetti, servizi, attività, edifici da parte dell'utente.

(Tagliaferri, 2020) È considerato il Metaverso di gaming più popolare al mondo con **437 milioni** di download solamente da mobile e con molteplici attività creative:

ad esempio, 'Let's Be Well', premiato ai *Game Awards* 2019 da Facebook Gaming, è un videogioco ideato da un undicenne canadese per de-stigmatizzare la malattia mentale, insegnando ai giovani la depressone in seguito al suicidio del padre. (Let's Be Well)



Figura 43: Metaverso Roblox, Fonte: Multiplayer.it

(Gucci, 2021)Tra gli eventi più importanti nel 2021 vi è sicuramente Gucci Garden.

È stata una mostra avvenuta a Firenze, ma visionabile anche su Roblox, all'interno della quale sono state proposte delle sale tematiche che riflettevano la storia del brand, garantendo così agli utenti un'esperienza multisensoriale.

Gli avatar dei visitatori, infatti, si trasformano in manichini indossando gli indumenti della mostra, trasformandosi dunque in opere digitali acquistabili.



Figura 44: Gucci Garden On Roblox, Fonte: Gucci

3.3.4. Decentraland

Come gli altri Metaversi, anche Decentraland utilizza avatar fotorealistici per collegare gli utenti nel mondo digitale.

(Wikipedia, 2023) Sviluppato dagli argentini **Ari Meilich** ed **Esteban Ordano** nel 2015, Decentraland oltre ad essere un Metaverso, è una piattaforma online distribuita e decentralizzata basata su una criptovaluta definita **MANA**, che sfrutta la *blockchain ETH*.

All'interno di Decentraland gli utenti sono in grado di acquistare delle proprietà terriere virtuali (definite *LAND*) come NFT attraverso MANA, la quale è facilmente interscambiabile con le valute reali: è dunque possibile guadagnare realmente all'interno di questo universo.

Decentraland è costituito da **90.601 unità territoriali** e di queste, **43.689 LAND** possono essere acquistate o vendute.

Ad oggi un singolo MANA ha valore circa di **0,64 \$,** con una capitalizzazione del mercato pari a **1,3 miliardi di euro**. (CoinMarketCap, 2023)

Essendo completamente decentralizzato, la blockchain ne conferisce autenticità e immutabilità in tutte le transazioni che vengono effettuate all'interno della piattaforma, garantendo agli utenti sicurezza e privacy dei dati sensibili.

Divenuto di grande popolarità, alcuni importanti brand hanno già acquistato diversi immobili in Decentraland, quali ad esempio *Adidas, Samsung, Miller Lite* ecc.

Tra gli eventi più importanti avvenuti in questo Metaverso vi è sicuramente la Fashion Week di fine marzo 2022 nella quale gli avatar hanno indossato gli indumenti di lusso di importanti marchi del settore, tra cui **Dolce Gabbana, Tommy Hilfiger** ecc.



Figura 45: Metaverse Fashion Week, Fonte: Decentraland

(Decentraland, 2022) All'interno di questo Metaverso, ogni utente è seduto in prima fila della passerella, chiunque è considerato un VIP, lo afferma il curatore della talk panel degli ospiti, **David Cash**:

"Abbiamo cercato di presentare la moda in ogni forma possibile, dalle sfilate alle esperienze di vendita al dettaglio, la moda presentata come arte, film, fotografia e persino moda presentata in modi che si estendono oltre i confini della realtà, come, nel metaverso, tutto è possibile"

3.3.5. Meta

(Meta, 2021)Il 28 Ottobre 2021, **Mark Zuckerberg** ha dichiarato il cambio nome di Facebook in Meta.

L'obbiettivo prefissato è quello di raggiungere più di un miliardo di persone nel prossimo decennio garantendo connettività tra le persone, creando nuovi modelli di business migliorando il marketing per le imprese che ne fanno parte.

Come descritto sul sito ufficiale, non essendo ancora stato messo sul mercato, si tratterà dunque, di un Metaverso basato su blockchain, in grado di riavvicinare nell'universo tridimensionale di mix-reality, tutte quelle persone impossibilitate ad incontrarsi fisicamente.

Considerato come il successore dell'internet mobile, **Meta** garantisce l'accessibilità ad ogni utente, permettendo di lavorare, giocare, interagire, imparare e accedere a mostre, servizi ed eventi disponibili sul Metaverso.

È possibile accedere a Meta attraverso tutti i dispositivi mobili o computer utilizzando dei visori olografici per la realtà virtuale: (Meta, 2023)

• **Meta Quest Pro**: è il visore meno economico, più specializzato che garantisce una realtà mista di alta definizione e permette di interagire facilmente con il mondo virtuale restando però in quello fisico.

Permette infatti di immergersi nel mondo creativo senza alcun limite (è possibile, ad esempio, entrare in un edificio non ancora costruito, oppure alzare un grattacielo con una mano per effettuare uno studio di valutazione).

Oltre ad avere un potentissimo hardware, questo visore è costituito da particolari lenti in grado di ridurre lo stack ottico di oltre il 40% rispetto a Quest 2 e garantire immagini nitide e chiare di 22 pixel per grado, con un contrasto maggiore del 75% e con una gamma di colori 1,3 volte più ampia per colori più vivaci.

3 microfoni Peso: 722 g Prezzo: 1.800 \$



Figura 46: Visore Meta Quest Pro, Fonte: Meta

• **Meta Quest 2**: più economico rispetto al precedente, ha una risoluzione 4 volte inferiore e uno stack ottico più alto. Inoltre, è presente una gamma cromatica 1,3 volte più piccola rispetto a Quest Pro e una perdita di audio di 10Db.

3 microfoni; Prezzo: 500 \$



Figura 47: Meta Quest 2, Fonte: Meta

Occhiali Rayban: considerati i primi occhiali intelligenti, sono costituiti da una doppia
fotocamera da 5 MP in grado dunque di scattare foto, ascoltare musica e condividere
i propri momenti sui social in maniera "diretta". Molto più comodi e "tascabili"
rispetto ai precedenti, non sono tutt'ora utilizzabili per la realtà virtuale ma
potrebbero esserlo nei prossimi anni.

Prezzo: 350 \$



Figura 48: Occhiali intelligenti Ray-Ban, Fonte: Meta

3.4. Selezione dei casi studio

Come anticipato nel secondo capitolo, la ricerca degli articoli di ricerca è avvenuta utilizzando sia la banca dati **ScienceDirect**, sia il metodo "**From Browse Approach**" al fine di ricavare molteplici esempi applicativi del Metaverso nei diversi settori industriali.

Il Metaverso diventerà nei prossimi anni il colosso della tecnologia: **McKinsey** afferma che ha il potenziale per generare fino a **5 trilioni di dollari** di valore entro il 2030. (McKinsey & Company, 2022)

Il Metaverso crea nuovi modelli di business in modo da garantire un collegamento tra il marketing delle aziende e il mondo virtuale.

Alcune importanti aziende, infatti, hanno investito **120 miliardi di dollari** nel Metaverso nei primi cinque mesi del 2022, una crescita esponenziale rispetto ai 57 miliardi di dollari

nel 2021: ad esempio, **Adidas** ha venduto 30.000 articoli come token non fungibili (NFT) per Metaverse (un valore totale di **23 milioni di dollari**) (Adidas, 2022)



Figura 49: Adidas nel Metaverso, Fonte: Adidas

3.5. Metaverso nel settore finanziario

All'interno del Metaverso, è possibile effettuare delle transazioni in maniera sicura tramite l'utilizzo della blockchain, che ne garantisce immutabilità, trasparenza e tracciabilità.

Tutti gli utenti, infatti, possono comprare o vendere terreni, immobili e altri beni digitali attraverso le valute digitali (BTC, ETH ecc.), le quali sono facilmente interscambiabili con le valute reali.

Date le sue potenzialità, il Metaverso oltre ad essere un mondo di mix-reality abitato da avatar fotorealistici, potrebbe diventare con gli anni, una vera e propria piattaforma digitale

per le transazioni aziendali e personali.

È in grado, infatti, di innovare il sistema di gestione dei sistemi finanziari, migliorandone in termini di efficienza di tempi e costi il metodo utilizzato per le transazioni finanziarie.

La realtà aumentata (AR) e la realtà virtuale (VR) sono applicazioni del Metaverso che sono state sfruttate da banche e istituzioni finanziarie per migliorare le comunicazioni con i clienti, fornire coaching e formazione dei dipendenti in un contesto di mix-reality.

Ad esempio, **Bank of America** ha garantito dei piani di formazione tramite **VR** per i suoi dipendenti in quasi 4.300 centri finanziari distribuiti nella nazione, simulando dunque le interazioni con i clienti e identificando le lacune di competenze. (Bank of America, 2021)

(Anna J. Park, 2021) Grazie al Metaverso è inoltre possibile aprire delle filiali virtuali: ad esempio, **NH Investment & Securities**, società di intermediazione mobiliare in Corea del Sud, sta pianificando il lancio della sua piattaforma sul Metaverso: **NH Universe**..

All'interno della piattaforma, 2.000 clienti potranno interagire tra di loro in uno spazio virtuale ed utilizzare vari servizi (lezioni sul mondo finanziario, seminari di analisi degli investimenti ecc.)



Figura 50: Metaverso nel settore finanziario, Fonte: The Korea Times

(Standard Chartered, 2022) Un ulteriore esempio applicativo è quello di **Standard Chartered Bank (Hong Kong) Limited** ("**SCBHK**"), la quale ha sviluppato una filiale virtuale sulla piattaforma decentralizzata *The Sandbox*, con l'obbiettivo di creare nuove esperienze innovative per i clienti e la comunità della banca.

Mary Huen, Chief Executive di Standard Chartered, Hong Kong ha dichiarato: "Il metaverso è una visione per la prossima fase dell'evoluzione di Internet, portando nuove possibilità ed esperienze uniche attraverso l'uso di tecnologie immersive. Il nostro coinvolgimento nel metaverso ci consente di immaginare il nostro rapporto con i clienti esistenti e potenziali su questa nuova piattaforma e il nostro approccio per migliorare i percorsi dei clienti. L'acquisizione di un terreno virtuale a Mega City, una scelta naturale per la Banca dato il suo tema distintivo di Hong Kong, si adatta perfettamente alla nostra promessa di rafforzare la nostra presenza continua a Hong Kong, sia fisica che virtuale".

Il Metaverso è dunque strettamente correlato al settore finanziario lo dimostra **Metaverse 4 Finance Accelerator**, il primo programma italiano promosso dal **gruppo Sella** e realizzato dal proprio Venture Incubator **dpixel (con il supporto di OGR Torino)**, con l'obbiettivo di individuare startup che offrono soluzioni e tecnologie innovative nell'ambito della Metaverse Finance. (Mauro Bellini, 2022)

3.6. Metaverso nel settore automotive

Il settore automotive è sempre più influenzato dal Metaverso, il quale:

- offre alle case automobilistiche un'ottimizzazione del sistema di gestione dei dati;
- garantisce ai clienti una maggiore interazione con i prodotti al fine di testare in anteprima i veicoli in maniera virtuale e immediata come se fosse la realtà;
- attraverso la blockchain (NFT, smart contract e crittografia), permette di vendere
 o comprare un bene virtuale con criptomonete, le quali sono poi interscambiabili
 con le valute reali.

Tra i principi esempi applicativi di case automobilistiche approdate nel Metaverso vi sono:

- Nissan: ha sviluppato il proprio showroom virtuale e-Power Experience su
 Decentraland, attraverso il quale gli utenti possono socializzare, analizzare
 virtualmente le caratteristiche dell'auto, interagire con le chatbot (conoscere le
 offerte, configurare la propria vettura, calcolare il valore dell'auto usata) e fare
 esperienze interattive.
 - Inoltre, Nissan ha premiato tutti gli utenti che scelgono di entrare nel Metaverso, regalando test drive reale con la Nissan Qashqai e-Power; (Nissan, 2022)



Figura 51: Nissan sbarca nel Metaverso, Fonte: Nissan

- Toyota: ha permesso ai propri dipendenti e clienti di partecipare ad eventi e riunioni lavorative all'interno nel Metaverso, sfruttandone dunque tutte le caratteristiche;
- **Ferrari**: ha stipulato un accordo con *Velas Network AG*, strat-up svizzera che offre soluzioni decentralizzate sullo sviluppo di NFT e sulla blockchain, al fine di creare uno spazio specializzato sui servizi digitali e sulla realtà virtuale. (Giuseppe Spera, 2022)
- **Skoda**: ha sviluppato un progetto con dimensione virtuale (Skodaverse) che si basa sulla piattaforma Nemesis, al fine di creare un Metaverso all'interno del quale tutti i visitatori possono testare virtualmente nell'isola modello elettrico (Skoda Enyag Coupe RS) e socializzare con altri avatar fotorealistici. Permette inoltre tutti i partecipanti del Metaverso di: -conoscere le funzionalità dell'auto elettrica partecipare ad eventi privati all'interno dell'isola (mostre virtuali, concerti, eventi di moda) aderire a conferenze e alle presentazioni di nuovi prodotti. (Skoda)



Figura 52: Skodaverse, Fonte: Skoda

3.7. Metaverso nel settore immobiliare

Entro fine 2023 sono previsti investimenti immobiliari nel Metaverso per **2,5 miliardi di euro** ed oltre **3,5 miliardi di euro** nel 2025. (Scenari Immobiliari, 2022)

Tra i principali Metaversi, quelli con un maggior numero di investimenti immobiliari sono *The Sandbox e Decentraland*: all'interno dei quali infatti, tutti gli utenti possono acquistare, vendere o affittare dei "pezzi terrieri" denominati **LAND**, i quali poi possono essere rivenduti in futuro.

Ogni utente può dunque acquistare una serie di proprietà e affittarle a terzi per determinati periodi attraverso gli smart contract della blockchain, esattamente come avviene nel caso del real estate tradizionale.

Ogni transazione immobiliare all'interno del Metaverso è sicura, tracciabile e immutabile grazie alle caratteristiche della blockchain.

L'esponenziale valore economico che stanno avendo i metaversi e gli investimenti fatti dai grandi brand attratti dal pubblico presente all'interno di quest'ultimi creano le condizioni ideali per effettuare investimenti immobiliari all'interno di questi universi tridimensionali decentralizzati, a prescindere dalla volontà di partecipare in maniera attiva o passiva alle attività del metaverso stesso.

"Possedere una land nel metaverso significa ottenere un diritto di proprietà su un terreno virtuale che, acquisendo valore, permette guadagni connessi alla compravendita o alla sua messa in affitto.

All'interno di una land è inoltre possibile realizzare esperienze di ogni tipo, espandere il proprio pubblico di riferimento e **potenziare il proprio business con nuove occasioni di lead generation**" spiega **Danilo Costa**, Founder e CEO di Coderblock, company blockchain italiana. (Mauro Bellini, 2023)

Il Metaverso è inoltre in grado grazie alle sue caratteristiche innovative sulla realtà virtuale (VR) di migliorare in termini di efficienza il sistema di vendita delle agenzie immobiliari.

Come tirocinio della Laurea Magistrale in Ingegneria Gestionale al Politecnico di Torino, ho svolto un tirocinio di 4 mesi nell'azienda edile **Primula Costruzioni Srl**, che si occupa sia della ristrutturazione che della vendita di appalti antichi a Torino.

Durante la progettazione e la vendita dell'immobile è stato utilizzato un visore olografico in grado di simulare ai minimi dettagli il progetto come se fosse già stato concluso. Grazie alla realtà virtuale è stato infatti possibile vendere un lotto di terra senza ancora aver iniziato i lavori di ristrutturazione.



Figura 53: I nuovi scenari del metaverso nel mercato immobiliare, Fonte: Magazine WINDTRE

3.8. Metaverso nel settore sanitario

Il Metaverso sta completamente digitalizzando e innovando il settore sanitario. In seguito all'emergenza sanitaria causata dalla pandemia Covid-19, si sono sviluppati dei sistemi di telemedicina basati sulla decentralizzazione delle cure.

Si stima che **nel 2025** il mercato globale della salute digitale raggiungerà **657 miliardi di dollari**. Le tecnologie della realtà virtuale e della realtà aumentata, che oggi valgono a livello globale circa **1,8** miliardi di dollari e, secondo le stime, nel 2028 dovrebbero arrivare a **9,5 miliardi**. (Massimo Mattone, 2021)

Il Metaverso oltre ad innovare l'intero sistema sanitario di gestione dei dati attraverso la blockchain, è in grado di creare delle rappresentazioni umane dettagliate nel mondo virtuale con lo scopo di migliorare la cosiddetta "medicina di precisione".

È infatti possibile, studiare, analizzare e operare sulle "cavie digitali" al fine di eseguire un'esplorazione scientifica attraverso degli esperimenti per capire come reagiranno i "corpi reali" in futuro in differenti scenari.

Case Western Reserve University e Cleveland Clinic hanno sviluppato un programma di "Living Anatomy", che utilizza la mixed reality per l'insegnamento dell'anatomia.

La piattaforma decentralizzata è basata sulla tecnologia Microsoft HoloLense permette agli studenti di osservare all'interno di una rappresentazione 3D del corpo umano, visualizzando con dettaglio e precisione le strutture anatomiche, che sono difficili da esaminare a occhio nudo nella dissezione cadaverica tradizionale. (HolaAnatomy)

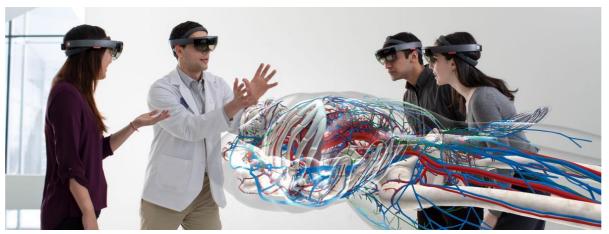


Figura 54:Case Western Reserve University, Fonte: HolaAnatomy

La realtà virtuale è stata inoltre dimostrato di essere un ottimo strumento per alleviare anche il dolore fisico reale: il primo mondo virtuale immersivo progettato per ridurre il dolore è **SnowWorld**.

Sviluppato da **Hunter Hoffman e David Patterson** presso l'HITLab dell'Università di Washington, ha lo scopo di ridurre il dolore dei pazienti ustionati. I pazienti sono stati

immersi in un ambiente virtuale ghiacciato all'interno del quale dovevano lanciare palle di neve contro dei bersagli, in modo da catturare la loro attenzione, alleviando il dolore. (University of Washington)



Figura 55: Patient using SnowWorld, Fonte: University of Washington

La catena degli **Emirati Arabi Uniti Aster DM Healthcare** ha creato la prima struttura medica virtuale chiamata Medcare Women and Children con lo scopo di garantire una visita a distanza tra medico decisamente più efficace e dettagliata rispetto alla tradizionale visita "fisica" (Aster DM Healthcare esegue oltre **20.000 consulti l'anno in modo virtuale**, con una **crescita del 62%** ogni 12 mesi.) (Asterdmhealthcare, 2022)



Figura 56: Medcare Hospital, Fonte: Aster DM Healthcare

Grazie al Metaverso, dunque, sono state fornite nuove opportunità e soluzioni innovative, garantendo ai pazienti la possibilità di accedere a cure mediche virtuali (come descritto nel primo capitolo, blockchain nel settore sanitario) erogate magari da strutture sanitarie disposte fisicamente lontane dalla propria abitazione.

Ha infatti permesso di migliorare l'accesso alle cure (migliorando la comunicazione tra pazienti e fornitori annullando il vincolo del posizionamento geografico), incrementare la precisione delle diagnosi e la qualità della chirurgia, ridurre i costi e tempi di attesa, garantire un'efficiente formazione medica per i neolaureati e infine, ottimizzare la gestione dei dati.

(Mauro Bellini, 2023) "Con la transizione delle cure verso la prossimità, sempre più vicini alla casa del paziente, le nuove tecnologie ed il digitale assumono una rilevanza fondamentale. In quest'ottica il Metaverso permette di allargare in maniera significativa le modalità di diagnosi, definizione ed erogazione delle terapie, rendendo più egualitario l'accesso alle cure", Lorenzo Positano, Managing Director e Partner di Boston Consulting Group.



Figura 57: Il Metaverso nel Mondo della Salute, Fonte: Key4biz

3.9. Metaverso nel settore alimentare

Anche il settore agrifood è stato influenzato dal nuovo marketing del Metaverso.

Le principali applicazioni in questo settore sono dovute dall'interessamento dei principali food brand verso un pubblico sempre più digitalizzato.

(Mauro Bellini, 2022) Un importante esempio è quello di **Virtual Store Loft Italy**: si tratta di un Metaverso decentralizzato (accessibile tramite visori Oculus), che offre agli utenti

che ne fanno parte, le eccellenze gastronomiche del Made In Italy, autenticate e verificate dalla blockchain. È dunque considerato un museo virtuali di prodotti alimentari certificati.

Grazie alla blockchain e al Metaverso, tutti i partecipanti immedesimati nei loro avatar, possono socializzare fra loro e interagire con i prodotti dei vari food brand.

Oltre a poter acquistare i prodotti alimentare selezionati e messi a disposizione, è possibile partecipare ad **eventi di social reality** (degustazioni guidate, conferenze a tema food ecc.).



Figura 58: Loft Italy porta il turismo enogastronomico nel metaverso, Fonte:

Blockchain4innovation

Un ulteriore esempio applicativo è **Chipotle:** si tratta di una catena americana specializzata in *burrito* e *taco*, la quale ha sviluppato per la prima volta, un **evento per Halloween sul metaverso Roblox.**

È stato chiamato "Chipotle Boorito Maze" e si tratta di uno spazio virtuale in cui gli utenti hanno travestito i propri avatar per poi costruire il proprio burrito.

I primi **100.000 utenti** di Roblox che hanno creato correttamente il burrito, rispettando gli ingredienti e le tempistiche, hanno ricevuto un codice di ingresso gratuito per la vita reale. (Chiptole , 2022)



Figura 59: Chiptole Metaverse, Fonte: Chiptole Mexican Grill

(Prosciutto di San Daniele, 2022) Il **Consorzio del Prosciutto di San Daniele** ha sviluppato un progetto (LAB) in collaborazione con TechStar, azienda friulana che offre soluzioni innovative con tecnologie di realtà aumentata e intelligenza artificiale.

Lo scopo è stato quello di incentivare i clienti digitalizzati ad appassionarsi sempre di più ai valori dell'azienda, sfruttando il Metaverso.

Gli utenti all'interno del laboratorio digitale creato possono partecipare a curiose esperienze interattive per poi successivamente visionare un salone di stagionatura e scoprire scrupolosamente il ciclo di vita del Prosciutto San Daniele DOP.



Figura 60: Prosciutto di San Daniele nel Metaverso, Fonte: Prosciutto di San Daniele

3.10. Metaverso nel settore fashion & luxury

Le applicazioni del Metaverso nel mondo della moda riguardano invece principalmente il settore gaming. Negli ultimi anni hanno infatti avuto molto successo le **skins** (modifiche estetiche che i giocatori, e in questo caso gli utenti del Metaverso, possono applicare ai loro personaggi o avatar fotorealistici nella mix-reality).

(Jörg Weking, Kevin C. Desouza, Erwin Fielt, Marek Kowalkiewicz, 2023) Il Metaverso ha dunque, il potenziale per innovare l'imprenditorialità, cioè, offrire nuovi modelli di business che sono facilmente sfruttabili dai grandi brand della moda:

- Gucci: in collaborazione con il Metaverso Roblox, ha venduto la borsa digitale
 Dionysus per 350.000 Robux, ovvero per circa 4.115 dollari (ad un prezzo decisamente più elevato del prezzo"fisico"); (Hackl, 2021)
- Louis Vuitton: ha sviluppato nell'agosto 2021 il gioco Louis The Game, con l'obbiettivo di sensibilizzare i clienti sulla storia del marchio, renderli partecipi e garantire l'accesso a una lotteria NFT per coloro che hanno raggiunto determinati livelli all'interno del gioco. (Louis Vuitton, 2021)
- **Balenciaga**: nel settembre 2021 ha eseguito una collaborazione con **Fortnite**, uno tra i giochi più scaricati di sempre di Epic Games. Gli utenti hanno potuto comprare delle skins (attraverso la moneta virtuale V-Bucks) per vestire i propri avatar, creando un certo *hype* in tutta la community. (Vogue, 2021)



Figura 61: Fornite X Balenciaga, Fonte: Forbes

 Nike: ha sviluppato con il Metaverso Roblox, Nikeland: si tratta di un mondo virtuale fotorealistico all'interno del quale tutti gli utenti possono socializzare fra loro e provare le scarpe Nike in anteprima.

Lo scopo di questo Metaverso è stato quello di incentivare gli utenti a fare sport, i quali possono liberamente sportarsi in appositi spazi sportivi (campi da tennis, calcio, piste di atletica), rigorosamente vestiti con indumenti firmati Nike. (Nike, 2021)



Figura 62: Nikeland on Roblox, Fonte:Nike

• Rolex: ha fatto domande di marchio inerenti a criptovalute, transazioni crittografiche tramite blockchain, Metaverso e NFT (Michael Kondoudis, 2022)



Figura 63: Rolex nel Metaverso, Fonte: MyLime

3.11. Vantaggi e svantaggi del Metaverso

mondo virtuale ed eliminando "la distanza";

Dopo aver analizzato le caratteristiche e i tratti principali del Metaverso nei diversi settori industriali, ne sono stati riportati alcuni vantaggi e svantaggi. (Gomex, 2022)

- Permette a tutti gli utenti di connettersi tra loro, garantendo la socializzazione nel
- Garantisce un'esperienza immersiva e coinvolgente che simula un'attività non realizzabile nella vita reale (ad esempio fare un aperitivo sulla più alta piramide in Egitto, oppure poter partecipare ad una importante riunione dall'altra parte nel mondo senza dover prendere un aereo ecc.);
- Offre nuovi modelli di business e migliora le interazioni online tra le persone (rispetto ai semplici social conosciuti da anni);
- È in grado di migliorare l'apprendimento, 'istruzione online e le relazioni in ambito lavorativo.

Tra i principali **svantaggi** invece, vi sono:

I principali vantaggi sono:

- Eventi di criminalità informatica che hanno obbligato i governi a spendere tempo
 e denaro al fine di rafforzare e proteggere gli attuali sistemi Internet. Il Metaverso,
 essendo un nuovo concetto basatosi sulla decentralizzazione del dato, oltre a non
 possedere sofisticati livelli di sicurezza, non permette ai governi o alle grandi
 autorità di governarlo, impedendogli dunque di combattere e contrastare il
 crimine informatico;
- Offrendo un mondo di mix-reality completamente connesso con un'unica cultura e civiltà estesa a tutti gli utenti che ne fanno parte, ha un impatto negativo sulle culture e sulle società del mondo reale;
- Problemi di dipendenza delle applicazioni se non usate con moderazione;
- Disconnessione dal mondo fisico con l'avvicinamento degli utenti ad una vita non reale, creata a proprio piacimento in un mondo digitalizzato (l'americano medio trascorre circa 6 ore ogni giorno davanti ad un dispositivo mobile (Georgiev, 2023));

- Problemi legati alla psiche (depressione e bullismo virtuale): è stato analizzato come il Metaverso sia in grado di allontanare sempre di più l'individuo dalla realtà, garantendogli una vita migliore nel mondo duality rispetto a quello fisico;
- Crescita del potere delle aziende internazionali, le quali prenderanno il controllo e trasformeranno il mondo virtuale in base alle loro strategie di marketing.

3.12. Use Case NIKE x RTFKT

(fashionmagazine, 2021) Nel dicembre 2021 Nike ha acquistato, ad un prezzo non noto, **RTFKT studios**, azienda virtuale di calzature che produce sneakers e NFT per il metaverso. RTFKT è divenuta famosa grazie alla collaborazione con l'artista ventenne **FEWOCiOUS**, uno tra i più noti in ambito NFT, con il quale ha realizzato una collezione di soli 3 modelli di sneakers, con prezzo compreso tra *i 3000 e 10000 dollari*, e resi disponibili 600 NFT.

In seguito, si è verificato un sold out immediato con guadagno effettivo di **3,1 milioni di dollari**.

La prima collaborazione tra Nike e RTFKT prende il nome di **Cryptokicks**, si tratta una versione digitale del celebre modello **Nike Dunk**, all'interno della quale sono stati resi disponibili **2000 NFT** ad un prezzo compreso tra i **7500 e 9000 dollari**.

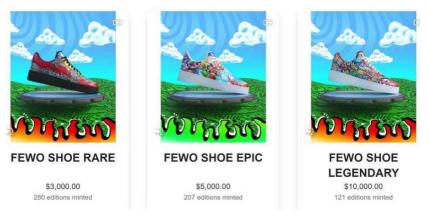


Figura 64: Nike x RTFKT, Fonte: sneakerflippers.com

Successivamente è stato realizzato un modello personalizzato di scarpe (in alto a destra) in seguito alla collaborazione con l'artista giapponese **Takashi Muramaki**, ed è stato venduto per **45 ether**, vale a dire **circa 120 mila euro**.



Figura 65: Nike X RTFKT, Fonte: highsnobiety.com

Dalla vendita degli NFT, **Nike** nel 2022 ha incassato **186,13 milioni di dollari**, posizionandosi prima in classifica rispetto a tutti gli altri marchi di moda.

Tutto questo è stato possibile grazie a **Nikeland** e all'acquisizione di **RTFKT**. (Ricavi NFT, 2022)

Rank	Title	Secondary Transactions	Secondary Volume	Primary Sales Revenue	Total Royalties	Total NFT Revenue
1	Nike	82.51k	\$1.34b	\$93.13m	\$92.99m	\$186.13m
2	Dolce & Gabbana	11.97k	\$20.62m	\$23.14m	\$557.20k	\$23.69m
3	Tiffany	76.00	\$3.41m	\$12.62m	0	\$12.62m
4	Gucci	4.84k	\$31.92m	\$10.00m	\$1.60m	\$11.60m
5	Adidas	57.36k	\$178.22m	\$6.20m	\$4.81m	\$11.01m
6	Time Magazine	22.38k	\$37.55m	\$7.09m	\$3.72m	\$10.81m
7	Budweiser	4.44k	\$6.65m	\$5.88m	Θ	\$5.88m
8	Bud Light	11.23k	\$3.34m	\$4.00m	0	\$4.00m
9	AO	10.53k	\$8.18m	\$1.50m	\$204.45k	\$1.70m
10	Lacoste	15.28k	\$3.13m	\$1.00m	\$125.19k	\$1.13m
11	Nickolodeon	8.26k	\$2.67m	\$351.25k	\$267.42k	\$618.67k
12	McLaren	2.22k	\$2.62m	\$204.54k	\$130.85k	\$335.39k
13	Pepsi Mic Drop	3.50k	\$11.06m	0	Θ	0

Figura 66: Ricavi NFT NIKE Fonte: dune.com

L'andamento delle quotazioni di Nike nel trimestre del 2021, hanno evidenziato una **tendenza ascendente**, avvenuta grazie l'utilizzo del metaverso. (Vontobel, 2021)



Figura 67: Analisi Tecnica Quotazioni Nike, Fonte: certificati.vontobel.com

3.13. Use Case Collezione Genesi Dolce & Gabbana

La Collezione Genesi è stata presentata dall'evento couture di Dolce&Gabbana a Venezia dal 28 al 31 agosto 2021. (Collezione Genesi, 2021)

Si tratta di una collezione di nove creazioni realizzate da Dolce&Gabbana Alta Moda, Alta Sartoria e Alta Gioielleria in collaborazione con **UNXD**, una casa d'aste per opere digitali di lusso e cultura (definite come le creazioni digitali più complesse mai realizzate finora).

La particolarità della Collezione Genesi risiede principalmente nella sua natura a cavallo tra due mondi: da un lato, infatti, vi sono le creazioni puramente virtuali, come la Impossible Tiara, realizzata con "gemme che non possono essere trovate sulla Terra", dall'altro, cinque capi che esistono anche nella loro forma fisica, tra cui le due versioni, oro e argento, di The Dress from a Dream.

Si tratta della prima collezione NFT nell'ambito della moda di lusso che coinvolge sia opere digitali che fisiche, collegando il fisico e il metafisico.

Gli utenti oltre ad aver acquistato l'NFT, entrando dunque della community del brand, hanno ottenuto un invito "fisico" a tutti gli show di Alta Sartoria, Alta Moda e Alta Gioielleria di Dolce&Gabbana in Italia.

Una delle cose che ha ispirato gli NFT di Dolce&Gabbana è stata l'idea che ciò che il marchio poteva creare virtualmente non fosse limitato dalle regole della realtà o dai vincoli del mondo fisico. Ad esempio, le gemme presenti in "The Impossible Tiara" NFT non sono disponibili perché la miniera non è più operativa.

3.13.1. Report sulle statistiche dell'asta di Dolce & Gabbana

- Il minimo richiesto per partecipare alle offerte era di \$25; (Raffaele Redi, 2021)
- Valute accettate erano USD ed ETH ('NFT era basato sulla blockchain di Ethereum);
- L'asta ha generato \$5.7 milioni di dollari a ottobre 2021; (La prima collezione NFT di Dolce & Gabbana viene venduta per 5,7 milioni di dollari, 2021)
- Ricavato ha raggiunto i **\$25.65 milioni di dollari**, di cui \$23.14 milioni di dollari provenienti da ricavi di vendita primarie e \$2.52 milioni di dollari di royalties;

- Le vendite online di Dolce & Gabbana stanno crescendo significativamente da 18 mesi a questa parte e attualmente hanno superato il 10% dei ricavi totali della maison, che ora punta a un tasso di penetrazione del 13%. (fashionmagazine, 2021)
- La digitalizzazione ha permesso di raggiungere Paesi fino a oggi poco significativi in termini di volumi, come ad esempio l'area dei Balcani;
- L'NFT "The Doge Crown" ha ottenuto l'importo maggiore: 423,5 ETH, o circa \$1.3 milioni ai prezzi correnti, mentre l'NFT "The Glass Suit" ha incassato 351,384 ETH, o poco più di \$1 milione. Le due versioni di "Dress from a Dream" hanno fruttato ciascuna più di \$500,000.

I PRO DEGLI NFT NELL'AMBITO MODA

- Sostenibilità: gli NFT possono aiutare a promuovere la sostenibilità nel settore della moda, ad esempio attraverso la creazione di abiti digitali che non richiedono l'utilizzo di risorse e materiali per la produzione fisica. Ciò può contribuire a ridurre l'impatto ambientale del settore della moda:
- **Creatività**: gli NFT possono fornire nuove opportunità creative nel settore della moda, ad esempio attraverso la creazione di capi di abbigliamento digitali unici e innovativi.
 - Ciò può portare a una maggiore diversità e originalità nell'offerta di moda;
- Accessibilità: gli NFT possono rendere la moda più accessibile, in particolare per coloro che non possono permettersi di acquistare abiti di lusso o di alta moda.
 Ciò può contribuire a una maggiore democratizzazione della moda;
- Innovazione tecnologica: gli NFT possono stimolare l'innovazione tecnologica nel settore della moda, ad esempio attraverso l'utilizzo di tecnologie avanzate come la realtà virtuale e aumentata per creare esperienze di acquisto uniche e coinvolgenti per i clienti;
- Nuove opportunità di business: gli NFT possono creare nuove opportunità di business nel settore della moda, ad esempio attraverso la creazione di marketplace digitali per la moda o la vendita di capi di abbigliamento digitali unici a prezzi premium.

Ciò può portare a una maggiore diversificazione delle attività nel settore della moda.

I CONTRO DEGLI NFT NELL'AMBITO DELLA MODA

- **Riduzione dell'esperienza tangibile**: l'acquisto di abiti digitali attraverso gli NFT può ridurre l'esperienza tangibile e sensoriale dell'abbigliamento, che è un aspetto fondamentale dell'industria della moda;
- **Problemi di diritti d'autore**: l'utilizzo degli NFT nel settore della moda può portare a problemi di diritti d'autore, poiché la creazione di abiti digitali può comportare l'utilizzo di materiali o design protetti da copyright;
- Accessibilità: anche se gli NFT possono rendere la moda più accessibile, la maggior parte dei capi di abbigliamento digitali di alta qualità venduti tramite NFT sono ancora ad accesso esclusivo e possono essere acquistati solo da una fascia di consumatori con maggiori possibilità economiche;
- Questioni di sicurezza: la creazione e lo scambio di NFT nel settore della moda possono essere soggetti a rischi di sicurezza informatica, ad esempio furti di dati personali o hacking di transazioni;
- Incertezze nel valore a lungo termine: poiché il valore degli NFT nel settore della moda dipende dalla domanda del mercato e dal valore artistico dei capi di abbigliamento digitali, il loro valore a lungo termine può essere incerto e difficile da prevedere.

Capitolo 4 - Conclusioni

Lo scopo del presente lavoro di tesi è quello di analizzare la tecnologia blockchain, relazionarla al metaverso e trovare le loro possibili applicazioni nei settori: finanziario, assicurativo, automotive, immobiliare, sanitario, alimentare, energetico e della moda.

La selezione degli articoli di ricerca è avvenuta tramite la banca dati **ScienceDirect** e l'approccio "**From Browse Approach**" e, gli argomenti principalmente trattati sono:

- le caratteristiche, l'evoluzione nel tempo, la componentistica, le tipologie e le problematiche della tecnologia blockchain;
- le applicazioni risolutive della blockchain nei diversi casi d'uso dei corrispettivi settori;
- le caratteristiche e l'implementazione del Metaverso nei diversi settori industriali;

La tecnologia blockchain, come è stato descritto durante tutta la tesi, in particolar modo nel **capitolo 2**, ha apportato notevoli cambiamenti in tutti i settori selezionati, risolvendo alcuni importanti problemi.

Il vantaggio competitivo della blockchain è stato il fatto che possa essere applicata in differenti contesti garantendo affidabilità, trasparenza, sicurezza e immutabilità dei dati operando in maniera decentralizzata senza il controllo e la governabilità delle grandi autorità centrali.

Sebbene questa tecnologia abbia però numerosi svantaggi e limitazioni in termini di scalabilità, impiego elevato di energia e potenza di calcolo, costi di installazione, mancanza di standardizzazione e limiti di capacità, ritengo che, se integrata correttamente, possa rivoluzionare le interazioni socioeconomiche e diventare un punto cardine di una nuova società digitalizzata.

Per quanto riguarda invece il Metaverso che, come descritto nel capitolo 3, è strettamente correlato alla blockchain, l'analisi della tesi ha evidenziato alcuni esempi applicativi nei diversi settori selezionati, generando nuove idee di marketing e nuovi modelli di business applicabili dalle big-tech.

La maggior parte dei progetti effettuati all'interno del mondo di mix-reality sono però solo in una fase iniziale di sviluppo.

Il Metaverso ad oggi, infatti, è ancora poco utilizzato, ma ritengo che diventerà un luogo digitale dove gli utenti possono socializzare, interagire, giocare, lavorare liberamente, senza regole stabilite dalle grandi istituzioni governative.

Tra i principali vantaggi garantiti dal Metaverso vi sono sicuramente la realtà aumentata e quella virtuale, le quali hanno apportato fin da subito, notevoli miglioramenti nelle applicazioni nei diversi settori industriali, innovando alcuni importanti aspetti.

Viviamo in un mondo sempre più digitalizzato, ricco di cambiamenti e continue innovazioni tecnologiche in grado di allontanarci dalla realtà, dalla vita vera.

Bisogna dunque trovare "un giusto equilibro", è necessario distinguere i vantaggi e gli svantaggi di queste tecnologie, sfruttandole in modo corretto, senza abusarne ma soprattutto, rimanendo sempre con "i piedi per terra".

[&]quot;I fear the day that tecnology will surpass our human interaction. The world will have a generation of idiots", Albert Einstein.

Bibliografia

- Alessandro Ricci . (s.d.). *Timestamp: cos'è e a cosa serve, spiegato da un imprenditore Blockchain.*Tratto da Scaling Parrots: https://www.scalingparrots.com/timestamp-cose-e-a-cosa-serve/
- Abdur Rehman, S. A. (2022, Novembre). A secure healthcare 5.0 system based on blockchain technology entangled with federated learning technique. Tratto da ScienceDirect: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0010482522007417
- Adidas. (2022). INTO THE METAVERSE. Tratto da Adidas: https://www.adidas.com.au/metaverse Agrawal, T. K. (2016). Cryptographic Tracking Tags for Traceability in Textile and Clothing Supply
- AHLGREN, M. (2022, Ottobre 29). *websiterating*. Tratto da websiterating: https://www.websiterating.com/it/research/internet-statistics-facts/

Chain. Tratto da World Scientific.

- AIFA. (2016, Giugno 13). *PangeaX*. Tratto da Angenzia Italiana del Farmaco: https://www.aifa.gov.it/-/operazione-pangea-ix
- Allen, M. (2017, Marzo 9). *How blockchain could soon affect everyday lives*. Tratto da swissinfo.ch (SWI): https://www.swissinfo.ch/eng/joining-the-blocks_how-blockchain-could-soon-affect-everyday-lives/43003266
- Alterside. (2023). *Metaverso, cos'è e quali caratteristiche lo definiscono*. Tratto da Alterside: https://www.alterside.com/metaverso-cose-e-quali-caratteristiche-lo-definiscono/
- Anna J. Park. (2021, Agosto). *Metaverse' becomes new growth engine of financial industry.* Tratto da Korea Times: https://www.koreatimes.co.kr/www/biz/2021/08/126_314385.html
- Anniina Saari, J. V. (2022). *Blockchain in real estate: Recent developments and empirical applications*. Tratto da ScienceDirect: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0264837722003611#bib15
- Anokye Acheampong Amponsah, A. F. (2022, Settembre). A novel fraud detection and prevention method for healthcare claim processing using machine learning and blockchain technology. Tratto da ScienceDirect:

 https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2772662222000534
- Anokye Acheampong Amponsah, A. F. (2022, Aprile). *Improving the Financial Security of National Health Insurance using Cloud-Based Blockchain Technology Application*. Tratto da https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2667096822000246
- Ansa. (2021, Dicembre 28). La mobilità condivisa ha ripreso a crescere ma è ancora concentrata in poche città. Tratto da Ansa:

 https://www.ansa.it/ansa2030/notizie/asvis/2021/12/27/la-mobilita-condivisa-ha-ripreso-a-crescere-ma-e-ancora-concentrata-in-poche-citta_321cba04-8936-4237-8637-b15e16c5c014.html
- Ansif Arooja, M. S. (2022, Novembre). *Unfolding the blockchain era: Timeline, evolution, types and real-world applications.* Tratto da ScienceDirect: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1084804522001527
- Anter. (2018, Dicembre 6). Blockchain, prosumer and community: how the energy market is changing. Tratto da Anter: https://anteritalia.org/blockchain-e-prosumer-come-sta-cambiando-il-mercato-energetico-anter/
- Arbucci, F. (2021, Gennaio 30). Workforce e Workplace Transformation: l'innovazione di Dallara ancora più legata al territorio. Tratto da Industry4business: https://www.industry4business.it/connected-enterprise/workforce-e-workplace-transformation-linnovazione-di-dallara-ancora-piu-legata-al-territorio/
- Asterdmhealthcare. (2022). *Medcare Women & Children Hospital Enters Metaverse*. Tratto da Asterdmhealthcare: https://www.asterdmhealthcare.com/newsroom/detail/medcarewomen-children-hospital-enters-metaverse

- ATLANT. (2022). Tratto da Rebot: https://atlant.io/
- AuraLuxuryBlockchain. (2021). *A revolution in the luxury industry.* Tratto da AuraLuxuryBlockchain: https://auraluxuryblockchain.com/
- Balocco, V. (2021, Aprile 12). *Un caffè al profumo di... blockchain: con lo storico brand Barbera, e-commerce in criptovalute.* Tratto da Sciencedirect:

 https://www.blockchain4innovation.it/criptovalute/un-caffe-al-profumo-di-blockchain-con-lo-storico-brand-barbera-e-commerce-in-criptovalute/
- Bank of America. (2021, Ottobre 7). Bank of America is First in Industry to Launch Virtual Reality Training Program in Nearly 4,300 Financial Centers. Tratto da Bank of America: https://newsroom.bankofamerica.com/content/newsroom/press-releases/2021/10/bank-of-america-is-first-in-industry-to-launch-virtual-reality-t.html
- Barbara Bigliardi, E. B. (2023). *Industry 4.0 in the agrifood supply chain: a review.* Tratto da ScienceDirect: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050922024607
- BCG. (2018). The First All-Blockchain Insurer. Tratto da The Boston Consulting Group.
- Bellini, M. (2022, Settembre 28). *Blockchain: cos'è, come funziona e gli ambiti applicativi in Italia*.

 Tratto da Network Digital 360: https://www.blockchain4innovation.it/esperti/blockchain-perche-e-cosi-importante/
- Bill Wang Wen Luo Abraham Zhang, Z. T. (2020, Dicembre). *Blockchain-enabled circular supply chain management: A system architecture for fast fashion.* Tratto da ScienceDirect: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0166361520305583
- Bitcoin. (s.d.). Come funziona bitcoin? Tratto da Bitcoin: https://bitcoin.org/it/come-funziona
 Bitshouts. (s.d.). Blockchain Technology Problems and Solutions. Tratto da Bitshouts:
 https://bitshouts.com/blockchain-technology-problemssolutions/#:~:text=Some%20of%20the%20major%20problems%20that%20blockchain%2
 Otechnology,transparent%20and%20that%20its%20actors%20can%20be%20identified.
- BMW. (2022). *Blockchain at the servist of the motorists*. Tratto da BMW: https://www.bmw.com/it/innovation/blockchain-automotive.html
- Bongiovanni, G. (2008). Enciclopedia della Scienza e della Tecnica. Tratto da Treccani.
- Borsaltaliana. (2022, Maggio 16). NFT: qual è la differenza tra token fungibili e token non fungibil.

 Tratto da Borsaltaliana: https://www.borsaitaliana.it/notizie/sotto-la-lente/differenza-tra-token-fungibili-e-token-non-fungibili.htm
- Bruna Villa Todeschini, M. N.-d.-M. (2017, Novembre-Dicembre). *Innovative and sustainable business models in the fashion industry: Entrepreneurial drivers, opportunities, and challenges.* Tratto da ScienceDirect:

 https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0007681317301015
- Bruno Bogaz Zarpelão, S. B. (2021). 10 On the use of blockchain for agrifood traceability. Tratto da ScienceDirect:
 - https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128211045000015
- Bua, C. (2018, Marzo 13). *Blockchain, il libro mastro digitale di cui tutti parlano*. Tratto da Digital Dictionary: https://www.digitaldictionary.it/blog/blockchain-ossia-il-libro-mastro-digitale
- Carrefour. (2019). *LA BLOCKCHAIN ALIMENTARE*. Tratto da Carrefour: https://www.carrefour.com/en/group/food-transition/food-blockchain

20Real.pdf

- Cavalcanti, G. (2018, Novembre 22). Blockchain, the DHL-Accenture project arrives to combat counterfeit medicines. Tratto da Sanità Informazione:
 - https://www.sanitainformazione.it/speciali/blockchain-il-futuro-della-sanita/blockchain-il-progetto-dhl-accenture-per-contrastare-la-contraffazione-dei-farmaci/
- Certilogo. (2019, Aprile 26). *Making Blockchain Real. LVMH and the future of authentic luxury.*Tratto da Certilogo:

 https://brands.certilogo.com/hubfs/Downloadable%20Content/Making%20Blockchain%
- Chiptole . (2022, Aprile 5). FANS CAN ROLL BURRITOS AT CHIPOTLE IN THE METAVERSE TO EARN BURRITOS IN REAL LIFE. Tratto da https://newsroom.chipotle.com/2022-04-05-FANS-

- CAN-ROLL-BURRITOS-AT-CHIPOTLE-IN-THE-METAVERSE-TO-EARN-BURRITOS-IN-REAL-LIFE
- CoinMarketCap. (2023). *Decentraland*. Tratto da https://coinmarketcap.com/it/currencies/decentraland/
- Collezione Genesi. (2021, Settembre 20). Tratto da https://unxd.com/drops/collezione-genesi Commissione Europea JRC – IPTS. (2014). Environmental Improvement Potential of textiles. Tratto da European Commision:
 - https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC85895/impro%20textiles_final%20report%20edited_pubsy%20web.pdf
- Confagricolturaliguria. (2021, Febbraio 12). *Agricoltura 4.0. Cosa significa? Come funziona?* Tratto da Confagricolturaliguria: https://liguria.confagricoltura.it/ita/settori-produttivi/agricoltura-4.0/agricoltura-4.0.-cosa-significa-come-funziona
- cryptominded. (s.d.). *Quanti bitcoin ci sono in circolazione?* Tratto da cryptominded: https://cryptominded.com/it/quanti-bitcoin-ci-sono-in-circolazione/
- Cuberli, M. (2020, Settembre 24). *Diversi tipi di consenso nella Blockchain*. Tratto da Filippo Angeloni: https://www.filippoangeloni.com/diversi-tipi-di-consenso-nella-blockchain/
- D. Allessie, M. S. (2019). Blockchain for digital government an assessment of pioneering implementations in public services, Science for Policy, Publications Office of the European Union,, Luxembourg (2019). Tratto da Unione Europea:

 https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/e76bbeb9-7650-11e9-9f05-01aa75ed71a1/language-en
- D.Jeyabharathi, D. D. (2020). *Chapter 7 Cloud-Based Blockchaining for Enhanced Security.* Tratto da ScienceDirect:
 - https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128198162000071
- Daniel Conte de Leon, A. Q. (2017). *Blockchain Properties and Misconceptions*. Tratto da Asia Pacific Journal of Innovation and Entrepreneurship.
- Darwin, C. (24 Novembre 1859). L'Origine della Specie.
- Davide Aloini, E. B. (2023, Gennaio). *Transforming healthcare ecosystems through blockchain:*Opportunities and capabilities for business process innovation. Tratto da ScienceDirect: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0166497222001043
- Decentraland. (2022, Marzo). *Metaverse Fashion Week is here!* Tratto da Decentraland.org: https://decentraland.org/blog/announcements/metaverse-fashion-week-is-here/
- Deepti Saraswat, F. P. (2022, Agosto). *UpHaaR: Blockchain-based charity donation scheme to handle financial irregularities.* Tratto da ScienceDirect: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2214212622001144
- Deloitte. (s.d.). *Blockchain Enigma Paradox Opportunity*. Tratto da Deloitte: https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/uk/Documents/Innovation/deloitte-uk-blockchain-full-report.pdf
- Desh Deepak Sharma, R. K. (2023). 16 Blockchain-enabled energy sector management. Tratto da ScienceDirect:
 - https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780323918503000068
- EconomyUp. (2019, Settembre 17). Firma elettronica e blockchain: che cosa c'è da sapere (e la proposta della startup Scytale). Tratto da NetworkDigital360: https://www.economyup.it/fintech/firma-elettronica-e-blockchain-che-cosa-ce-da-sapere-e-la-proposta-della-startup-scytale/
- Ellen Macarthur Foundation. (2017). A New Textiles Economy: Redesigning fashion's future.

 Tratto da Ellen Macarthur Foundation: https://ellenmacarthurfoundation.org/a-new-textiles-economy
- Ellen MacArthur Foundation. (2017). A NEW TEXTILES ECONOMY: REDESIGNING FASHION'S FUTURE. Tratto da Ellen MacArthur Foundation: https://ellenmacarthurfoundation.org/publications
- Esben Hegnsholt, S. U.-L. (2018, Agosto 20). Affrontare la crisi delle perdite e degli sprechi

- alimentari da 1,6 miliardi di tonnellate. Tratto da BCG: https://www.bcg.com/publications/2018/tackling-1.6-billion-ton-food-loss-and-waste-crisis
- Ethereum. (s.d.). *Cos'è Ethereum?* Tratto da Ethereum: https://ethereum.org/it/what-is-ethereum/
- European Commission. (2020). *A European Green Deal*. Tratto da European Commission: https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en
- F.Dal Mas, M. V. (2023). Blockchain technologies for sustainability in the agrifood sector: A literature review of academic research and business perspectives. Tratto da ScienceDirect:
 - https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S004016252200676X
- Fabbri, F. (2018, Dicembre 20). *Automotive, blockchain take-off in 2019. A \$1.6 billion market in 2026.* Tratto da Key4biz: https://www.key4biz.it/automotive-decollo-della-blockchain-nel-2019-un-mercato-da-16-miliardi-di-dollari-nel-2026/238696/
- FAO. (s.d.). *Agriculture to 2050 the challenges ahead.* Tratto da FAO: https://www.fao.org/news/story/en/item/36193/icode/
- fashionmagazine. (2021, Marzo 23). *Dolce & Gabbana: l'e-commerce verso il 13% dei ricavi.*Tratto da fashionmagazine: https://www.fashionmagazine.it/business/crescono-croaziaromania-e-polonia-dolce--gabbana-le-commerce-verso-il-13-dei-ricavi-107137
- fashionmagazine. (2021, dicembre 14). *Nike accelera nel Metaverso e acquisisce il player di moda digitale RTFKT*. Tratto da fashionmagazine:

 https://www.fashionmagazine.it/business/dopo-la-creazione-di-nikeland-su-roblox-nike-accelera-nel-metaverso-e-acquisisce-il-player-di-sneaker-digitali-rtfkt-108661
- Finextra. (s.d.). *The Fintech 2.0 Paper:.* Tratto da Finextra: https://www.finextra.com/finextra-downloads/newsdocs/the%20fintech%202%200%20paper.pdf
- Food Insight. (2022, Maggio 18). 2022 Food and Health Survey. Tratto da Food Insight: https://foodinsight.org/2022-food-and-health-survey/
- FoodChain. (s.d.). La Filiera Alimentare Trasparente. Tratto da FoodChain: https://www.food-chain.it/
- Gaurav Kumar Badhotiya, V. P. (2021). *Investigation and assessment of blockchain technology adoption in the pharmaceutical supply chain.* Tratto da ScienceDirect: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214785321007707
- Georgiev, D. (2023, Gennaio 12). How Much Time Does the Average American Spend on Their Phone in 2023? Tratto da Techjury.net: https://techjury.net/blog/how-much-time-does-the-average-american-spend-on-their-phone/#gref
- Ghassan Al-Sumaidaee, R. A. (2023). *Performance analysis of a private blockchain network built on Hyperledger Fabric for healthcare.* Tratto da ScienceDirect: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0306457322002618
- Gianluigi Guida, A. M. (2020, Ottobre 21). *Blockchain e smart contract: benefici e limiti.* Tratto da Altalex: https://www.altalex.com/documents/news/2020/10/21/blockchain-smart-contract-benefici-limiti
- Giuseppe Spera. (2022, Febbraio 3). *Anche Ferrari vuole la sua parte di metaverso, tra NFT e digital asset.* Tratto da TuttoTech: https://www.tuttotech.net/news/2022/02/03/ferraridebutto-metaverso-nft.html
- Gomex, A. (2022, Agosto 15). *Metaverse Pros and Cons: The Top Benefits and Drawbacks*. Tratto da Cyberscrilla: https://cyberscrilla.com/metaverse-pros-and-cons-the-top-benefits-and-drawbacks/
- Grassi, D. (2021, Agosto 26). *Market anomaly detection per crypto token: l'Al incontra la finanza decentralizzata*. Tratto da Blockchain4Innovation:

 https://www.blockchain4innovation.it/mercati/industria4-0/market-anomaly-detection-per-crypto-token-lai-incontra-la-finanza-

- decentralizzata/#Sfide_e_opportunita_per_IAI_sulla_blockchain
- Gucci. (2021). *IL GUCCI GARDEN SU ROBLOX.* Tratto da Gucci: https://www.gucci.com/it/it/st/stories/inspirations-and-codes/article/gucci-gaming-roblox
- GVR. (2022, Aprile). *Real Estate Market Growth & Trends.* Tratto da grandviewresearch: https://www.grandviewresearch.com/press-release/global-real-estate-market
- H. Ritchie, M. R. (2020). *CO*₂ *ed emissioni di gas serra*. Tratto da Google Scholar: https://scholar.google.com/scholar?q=CO%20and%20Greenhouse%20Gas%20Emissions
- Hackl, C. (2021, Giugno 1). *Metaverse Weekly: Virtual Gucci Pursues, Digital People, Direct To Avatar Ecosystem, Nerf, NFTs And Beyond.* Tratto da Forbes: https://www.forbes.com/sites/cathyhackl/2021/06/01/metaverse-weekly-virtual-gucci-pursues-digital-people-direct-to-avatar-ecosytem-nerf-nfts-and-beyond/?sh=54d0f96772c9
- Hiren Patel, B. S. (2021, Luglio 28). *AgriOnBlock: Secured data harvesting for agriculture sector using blockchain technology.* Tratto da ScienceDirect: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405959521000862
- HolaAnatomy . (s.d.). *Learn Faster, Understand More.* Tratto da https://case.edu/holoanatomy/Holbl M., K. M. (2018). *A systematic review of the use of blockchain in healthcare.* Tratto da
- Holbl M., K. M. (2018). A systematic review of the use of blockchain in healthcare. Tratto da MDPI: https://www.mdpi.com/2073-8994/10/10/470
- Houyu Zheng, L. Y. (2022, Novembre). *A novel insurance claim blockchain scheme based on zero-knowledge proof technology*. Tratto da ScienceDirect: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0140366422003152
- Impresacity. (2018, Settembre 24). *Blockchain aiuta le smart grid.* Tratto da Impresacity: https://www.impresacity.it/approfondimenti/20420/blockchain-aiuta-le-smart-grid.html
- Ingrid Appelqvist, H. D. (2022). 20 Industry 4.0 and the impact on the agrifood industry. Tratto da ScienceDirect:
 - https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128212929000017
- International Renewable Energy Agency. (2020). Global Renewables Outlook: Energy transformation 2050. Tratto da International Renewable Energy Agency:
 https://scholar.google.com/scholar?q=Global%20Renewables%20Outlook:%20Energy%2Otransformation%202050.%20Publications2020AprGlobal-Renewables-Outlook-2020%20n.d.
- Ionos. (2022, Marzo 1). *Che cosa è il Metaverso?* Tratto da Digital Guide Ionos: https://www.ionos.it/digitalguide/online-marketing/social-media/il-metaverso/#:~:text=Gli%20spazi%20digitali%20nel%20metaverso%20non%20esistono%2 Oparallelamente,su%20uno%20schermo%2C%20ma%20vi%20si%20trovano%20immersi.
- Ionos, D. G. (2020, Ottobre 14). *Cos'è una funzione di hash?* Tratto da Digital Guide Ionos: https://www.ionos.it/digitalguide/server/sicurezza/funzione-di-hash/
- JAGUAR LAND ROVER TRIALS WORLD-FIRST DIGITAL SUPPLY CHAIN FOR LEATHER USING BLOCKCHAIN TECHNOLOGY. (2021, Ottobre 12). Tratto da Jaguar: https://www.jaguar.in/news/jlr-trials-world-first-digital-supply-chain-for-leather-using-blockchain-technology.html
- Jörg Weking, Kevin C. Desouza , Erwin Fielt , Marek Kowalkiewicz . (2023). *Metaverse-enabled entrepreneurship*. Tratto da ScienceDirect: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352673423000045
- Kaikati J.G., L. G. (1980). *Beware of International brand piracy*. Tratto da Harvard Business Review.
- Kamanashis Biswas, V. M. (2017). *Tracciabilità della catena di approvvigionamento del vino basata su blockchainSistema*. Tratto da Conferenza sulle tecnologie future (FTC).
- Kangning Zheng, L. J. (2022). Blockchain technology for enterprise credit information sharing in supply chain finance. Tratto da ScienceDirect:

 https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2444569X22000919

- Kangning Zheng, L. J. (2022). Blockchain technology for enterprise credit information sharing in supply chain finance. Tratto da ScienceDirect:

 https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2444569X22000919
- Kotha Raj Kumar Reddy, A. G. (2021, Luglio). *Developing a blockchain framework for the automotive supply chain: A systematic review.* Tratto da ScienceDirect: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360835221002382
- L'Osservatorio Blockchain & Distributed Ledger del Politecnico di Milano. (s.d.). *Blockchain & Distributed Ledger*. Tratto da Osservatori.net Digital Innovation:

 https://www.osservatori.net/it/ricerche/osservatori-attivi/blockchain-distributed-ledger
- La prima collezione NFT di Dolce & Gabbana viene venduta per 5,7 milioni di dollari. (2021, Settembre 30). Tratto da coindesk:

 https://www.coindesk.com/business/2021/09/30/dolce-gabbanas-first-nft-collection-sells-for-57-m/
- Lannquist, A. (2018). *Introducing MOBI: The Mobility Open Blockchain Initiative.* Tratto da IBM: https://www.ibm.com/blogs/blockchain/2018/06/introducing-mobi-the-mobility-open-blockchain-initiative/
- Let's Be Well. (s.d.). *Let's Be Well Video Game.* Tratto da Let's Be Well: https://www.letsbewell.co/
- Lingling Guo, J. C. (2022, Agosto). A blockchain and IoT-based lightweight framework for enabling information transparency in supply chain finance. Tratto da ScienceDirect: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352864822000414
- Liuzzi, M. (2020, Settembre 10). Blockchain, presentato lo studio OCSE sullo sviluppo dell'ecosistema italiano. Tratto da Ministero delle Imprese e del Made in Italy: https://www.mise.gov.it/index.php/it/notizie-stampa/blockchain-presentato-lo-studio-ocse-sullo-sviluppo-dell-ecosistema-italiano?fbclid=IwAR10K_yk-oGzM_zhwN4m-uTP_Mvx7jUEPLDrGeR-cNW9NZFM8VPqJdgH1qs=?fbclid=IwAR10K_yk-oGzM_zhwN4m-uTP_Mvx7jUEPLDrGeR-cNW9NZF
- Louis Vuitton. (2021, Agosto). *Louis Vuitton Metaverse*. Tratto da Ordre Meta: https://www.ordremeta.com/news/louis-vuitton-metaverse
- Maciel M.Queiroz, S. F. (2019, Giugno). *Blockchain adoption challenges in supply chain: An empirical investigation of the main drivers in India and the USA*. Tratto da ScienceDirect: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0268401218309447
- Marlene Kuhn, F. F. (2021). *Blockchain architecture for automotive traceability*. Tratto da ScienceDirect: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212827120314785
- Martelli, S. (s.d.). LA STRUTTURA DI UNA BLOCKCHAIN: DEFINIZIONE E RUOLO DELLE PRINCIPALI COMPONENTI. Tratto da Studio Martelli: https://www.studiomartelli.it/la-struttura-di-una-blockchain-definizione-e-ruolo-delle-principali-componenti/
- Massimo Mattone. (2021, Ottobre 21). *Digital Health: investimenti record anche nel 2021*. Tratto da Healthtech360: https://www.healthtech360.it/salute-digitale/mercato-globale-digital-health-2021-investimenti-record/
- Mattone, M. (2021, Ottobre). *Digital Health: record investments also in 2021*. Tratto da NetworkDigital360: https://www.healthtech360.it/salute-digitale/mercato-globale-digital-health-2021-investimenti-record/
- Mauro Bellini. (2017, Gennaio 18). *B3I Alliance: here is the Blockchain for the benefit of insurance companies*. Tratto da Blockchain4innovation.
- Mauro Bellini. (2021, Febbraio 9). *Bitcoin as a payment instrument in the automotive world:*Tesla's strong signal. Tratto da Blockchain4innovation:

 https://www.blockchain4innovation.it/mercati/automotive/bitcoin-come-strumento-dipagamento-nel-mondo-automotive-il-segnale-forte-di-tesla/
- Mauro Bellini. (2021, Ottobre 27). *La blockchain di Authena smaschera le insidie della contraffazione salvaguardando la profumeria italiana*. Tratto da blockchain4innovation: https://www.blockchain4innovation.it/luxury/la-blockchain-di-authena-smaschera-le-

- insidie-della-contraffazione-salvaguardando-la-profumeria-italiana/
- Mauro Bellini. (2022, Giugno 23). *Gruppo Sella promuove Metaverse 4 Finance Accelerator*. Tratto da Blockchain4innovation: https://www.blockchain4innovation.it/mercati/banche-e-finanza/gruppo-sella-promuove-metaverse-4-finance-accelerator/
- Mauro Bellini. (2022, Settembre 9). Loft Italy porta il turismo enogastronomico nel metaverso.

 Tratto da Blockchain4innovation:

 https://www.blockchain4innovation.it/mercati/agrifood/loft-italy-porta-il-turismo-enogastronomico-nel-metaverso/
- Mauro Bellini. (2023, Febbraio 3). *Metaverso: il settore sanità è pronto alla sperimentazione.*Tratto da Blockchain4innovation:

 https://www.blockchain4innovation.it/mercati/sanita/metaverso-il-settore-sanita-e-pronto-alla-sperimentazione/
- Mauro Bellini. (2023, Febbraio 16). Virtual real estate: come ottenere un land e perché investire nel settore. Tratto da Blockchain4innovation:

 https://www.blockchain4innovation.it/mercati/costruzioni/virtual-real-estate-comeottenere-un-land-e-perche-investire-nel-settore/
- McKinsey & Company. (2022). *Value creation in the metaverse*. Tratto da McKinsey & Company: https://www.mckinsey.com/capabilities/growth-marketing-and-sales/our-insights/value-creation-in-the-metaverse
- Meta. (2021, ottobre 28). *Introducing Meta: A Social Technology Company*. Tratto da Meta: https://about.fb.com/news/2021/10/facebook-company-is-now-meta/
- Meta. (2023). Explore the world of Meta Quest. Tratto da Meta: https://www.meta.com/it/en/quest/
- METAV.RS. (2023). *DIFFERENT TYPES OF METAVERSE*. Tratto da METAV.RS: https://metav.rs/blog/different-types-of-metaverse/
- Michael Kondoudis. (2022, Ottobre 31). he Law Office of Michael E. Kondoudis. Tratto da Michael Kondoudis.
- Michał Kowalski, Z. W. (2021, Maggio). *Blockchain technology and trust relationships in trade finance*. Tratto da ScienceDirect: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0040162521000731
- Muntadher Sallala, R. d. (2022, Settembre). *An empirical comparison of the security and performance characteristics of topology formation algorithms for Bitcoin networks.* Tratto da ScienceDirect:
- https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2590005622000613 Mura, M. T. (2021, Marzo 8). *IBM e Moderna testano la blockchain per la gestione dei vaccini anti COVID.* Tratto da Blockchain4innovation:
 - https://www.blockchain4innovation.it/mercati/sanita/ibm-e-moderna-testano-la-blockchain-per-la-gestione-dei-vaccini-anti-covid/
- MyHealthPassport. (2021, Marzo). *Green Pass Digital Certificate for Covid-19 Vaccine and Serological Tests.* Tratto da MyHealthPassport: https://myhealthpassport.it/
- Nakamoto, S. (2008, Ottobre 31). *Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System.* Tratto da https://bitcoin.org/bitcoin.pdf
- Nardini, R. (2022, Marzo 8). *Il nuovo Web3: cos'è, come funziona e le implicazioni di cyber security.* Tratto da CyberSecurity360: https://www.cybersecurity360.it/cultura-cyber/il-nuovo-web3-cose-come-funziona-e-le-implicazioni-di-cyber-security/
- Nasi, M. (2021, Luglio 19). *Differenze tra crittografia simmetrica e asimmetrica*. Tratto da Il Software: https://www.ilsoftware.it/articoli.asp?tag=Differenze-tra-crittografia-simmetrica-e-asimmetrica 23240
- Nestlè. (2019, Luglio 2). *Nestlé breaks new ground with open blockchain pilot*. Tratto da Nestlè: https://www.nestle.com/media/pressreleases/allpressreleases/nestle-open-blockchain-pilot
- NFT. (2022, Luglio 6). What Is An NFT? Non-Fungible Tokens Explained. Tratto da NFT:

- https://www.nft.com/articles/what-is-an-nft
- NFT Magazine. (s.d.). *Gli NFT più costosi di sempre*. Tratto da NFT Magazine: https://nftmagazine.it/nft-piu-costosi-di-sempre/
- Nike. (2021). *Nikeland on Roblox*. Tratto da Nike: https://www.nike.com/it/bambini/nikeland-roblox
- Nissan. (2022, Novembre 28). *Nissan sbarca nel Metaverso*. Tratto da Nissan: https://www.nissan.it/experience-nissan/metaverso.html
- OCSE. (2020, Ottobre 20). Confindustria Moda: la contraffazione costa al fashion 5,2 miliardi all'anno. Tratto da Fashion Network: https://it.fashionnetwork.com/news/Confindustria-moda-la-contraffazione-costa-al-fashion-5-2-miliardi-all-anno,1253061.html#fashion-week-paris-haute-couture-iris-van-herpen
- OECD. (2019, Marzo 18). *Trade in fake goods is now 3.3% of world trade and rising.* Tratto da OECD: https://www.oecd.org/newsroom/trade-in-fake-goods-is-now-33-of-world-trade-and
 - rising.htm#:~:text=Trends%20in%20Trade%20in%20Counterfeit%20and%20Pirated%20Goods,Trends%20in%20Trade%20in%20Counterfeit%20and%20Pirated%20Goods.
- Oracle. (s.d.). *Che cos'è la Blockchain?* Tratto da Oracle: https://www.oracle.com/it/blockchain/what-is-blockchain/
- Osservatori.net Digital Innovation. (2021, Marzo 16). *Il mercato dell'Agricoltura 4.0 vale 540 milioni di euro, +20%.* Tratto da Osservatori.net Digital Innovation: https://www.osservatori.net/it/ricerche/comunicati-stampa/agricoltura-40-mercatopandemia
- P.Podshivalov, T. (2022, Novembre). *Improving implementation of the Blockchain technology in real estate registration.* Tratto da ScienceDirect:

 https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1047831022000153
- Pascal Lafourcadea, M.-P. (2020, Settembre). *About blockchain interoperability.* Tratto da ScienceDirect:
 - https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0020019020300636
- PharmaLeadger. (2021). *Blockchain*. Tratto da PharmaLeadger: https://pharmaledger.eu/blockchain/
- Pierluigi Freni, E. F. (2022, Marzo). *Tokenomics and blockchain tokens: A design-oriented morphological framework*. Tratto da ScienceDirect: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2096720922000094
- PoliMi. (2022, Gennaio 21). *Blockchain: the road to the next web revolution.* Tratto da osservatori.net digital innovation: https://www.osservatori.net/it/ricerche/osservatoriattivi/blockchain-distributed-ledger
- Polito. (2019, Aprile 1). *Il Politecnico entra in MOBI Mobility Open Blockchain Initiative per l'identificazione e la connessione dei veicoli*. Tratto da Polito: https://poliflash.polito.it/ricerca_e_innovazione/il_politecnico_entra_in_mobi_mobility_open_blockchain_initiative_per_l_identificazione_e_la_connessione_dei_veicoli
- Prorpy. (s.d.). *Buy and sell homes faster, easier and more securely.* Tratto da Prorpy: https://propy.com/browse/
- Prosciutto di San Daniele. (2022, Ottobre 19). *Il Prosciutto di San Daniele approda nel metaverso.*Tratto da Prosciutto di San Daniele: https://prosciuttosandaniele.it/2022/10/il-prosciutto-di-san-daniele-approda-nel-metaverso/
- PwC. (2022). *Time for trust: How blockchain will transform business and the economy.* Tratto da PwC: https://www.pwc.com/gx/en/industries/technology/publications/blockchain-report-transform-business-economy.html
- Qiang Wang, M. S. (2020, Agosto). Integrating blockchain technology into the energy sector from theory of blockchain to research and application of energy blockchain. Tratto da ScienceDirect:
 - https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1574013720300241

- Qiang Wang, R. L. (2021, Febbraio). *Blockchain technology in the energy sector: From basic research to real world applications.* Tratto da ScienceDirect: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1574013721000022
- R.M. Bennett, M. P. (2021, Febbraio). *Hybrid approaches for smart contracts in land administration: lessons from three blockchain proofs-of-concept.* Tratto da ScienceDirect.
- R3. (2022). Shaping the future of regulated markets. Tratto da R3: https://www.r3.com/
- Rabab Jafri, S. S. (2022). *Blockchain applications for the healthcare sector: Uses beyond Bitcoin.*Tratto da ScienceDirect:
 - https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780323906159000220
- Raffaele Redi. (2021, Settembre 7). *Dolce & Gabbana lancia la sua prima NFT 'Collezione Genesi'*.

 Tratto da currency.com: https://currency.com/dolce-gabbana-launches-its-first-nft-collezione-genesi
- Rajesh Kumar Singh, R. M. (2022, Dicembre 5). *Blockchain Applications for Secured and Resilient Supply Chains: A Systematic Literature Review and Future Research Agenda*. Tratto da ScienceDirect:
 - https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360835222008427
- RedSwan. (2022). RedSwan CRE A Tokenized Commercial Real Estate Marketplace. Tratto da RedSwan: https://redswan.io/
- Research, J. (2022). Blockchain in Financial Services: Key Opportunities, Vendor Strategies & Market Forecasts 2021-2030. Tratto da Juniper Research:

 https://www.juniperresearch.com/researchstore/fintech-payments/blockchain-infinancial-services-research-report
- *Ricavi NFT.* (2022, settembre 1). Tratto da dune.com: https://dune.com/kingjames23/nft-project-possible-data-to-use
- Rubino, A. (2020, Febbraio 19). Come la financial technology sta cambiando l'economia con le tecnologie Blockchain. Tratto da Blockchain4Innovation:

 https://www.blockchain4innovation.it/mercati/come-la-financial-technology-sta-cambiando-leconomia-con-le-tecnologie-blockchain/
- Rui Roriz, J. L. (2019). Avoiding Insurance Fraud: A Blockchain-based Solution for the Vehicle Sector. Tratto da ScienceDirect:

 https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050919322136
- Sathya Krishnamoorthi, V. R. (2023). *4 Blockchain for energy transactions*. Tratto da ScienceDirect:
 - https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780323918503000135
- Scenari Immobiliari. (2022, Giugno). *La casa nel Metaverso*. Tratto da Scenari Immobiliari: https://www.scenari-immobiliari.it/2022/06/29/metaverso-previsti-15-miliardi-di-euro-di-investimenti-immobiliari-a-livello-mondiale-nel-2022-e-fino-a-oltre-35-miliardi-nel-2025/
- Shuai Zhu, M. S. (2020, Giugno). *The development of energy blockchain and its implications for China's energy sector*. Tratto da ScienceDirect:

 https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0301420719307391
- Skoda. (s.d.). *Skodaverse*. Tratto da Skoda: https://www.skoda-auto.com/world/skodaverse Sophia Auer, S. N. (2022, Aprile). *Towards blockchain-IoT based shared mobility: Car-sharing and*
 - *leasing as a case study.* Tratto da ScienceDirect: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1084804521003015
- Standard Chartered. (2022, Aprile 25). We've partnered with The Sandbox to create metaverse experience. Tratto da Standard Chartered: https://www.sc.com/en/media/press-release/weve-partnered-with-the-sandbox-to-create-metaverse-experience/
- Statista. (2021, Aprile). *Projected global digital health market size from 2019 to 2025.* Tratto da Statista: https://www.statista.com/statistics/1092869/global-digital-health-market-size-forecast/
- Stefano Patuanelli. (2022). Ispettorato Centrale Repressione Frodi (ICQRF). Tratto da Il Ministero

- delle Politiche Agricole.
- Suruchi Singh, S. K. (2022). Blockchain technology for efficient data management in healthcare system: Opportunity, challenges and future perspective. Tratto da ScienceDirect: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221478532203214X
- Tagliaferri, S. (2020). Roblox è il gioco più popolare al mondo, nonostante molti giocatori tradizionali non sappiano nemmeno cosa sia. Tratto da Multiplayer.it: https://multiplayer.it/notizie/roblox-gioco-piu-popolare-mondo-nonostante-moltigiocatori-tradizionali-non-sappiano-nemmeno-cosa-sia.html
- Telepass. (2022, Luglio 27). *Telepass lancia una collezione esclusiva di NFT.* Tratto da Telepass: https://www.telepass.com/it/gruppo/news-eventi/telepass-lancia-una-collezione-esclusiva-di-nft
- The Global Fashion Agenda and The Boston Consulting Group. (2017). *The Pulse of Fashion*. Tratto da https://globalfashionagenda.org/impact-initiatives/pulse-of-the-industry/ There. (2011). *There*. Tratto da https://www.there.com/
- Tsan-MingChoi. (2019, Agosto). *Blockchain-technology-supported platforms for diamond authentication and certification in luxury supply chains*. Tratto da ScienceDirect: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1366554519303540
- Tufail H, e. a. (2022). The effect of fake reviews on e-commerce during and after Covid-19 pandemic: SKL-based fake reviews detection. Tratto da ScienceDirect.
- University of Cambridge. (s.d.). *Bitcoin Electricity Index*. Tratto da University of Cambridge: https://ccaf.io/cbeci/index
- University of Washington. (s.d.). *Virtual Reality Pain Reduction*. Tratto da University of Washington: https://depts.washington.edu/hplab/research/virtual-reality/
- Varriale V., C. A. (2021, Giugno 3). Supply chain sostenibili con Blockchain, IoT e RFID: una simulazione sulla gestione degli ordini. Tratto da MDPI: https://www.mdpi.com/2071-1050/13/11/6372
- Vogue. (2021, Settembre 20). Balenciaga and Fortnite Team Up for a Digital-to-Physical Partnership. Tratto da Vougue: https://www.vogue.com/article/balenciaga-fortnite-partnership
- Vontobel. (2021, Novembre 9). *Nike: trimestrale delude il mercato ma l'azienda guarda al metaverso*. Tratto da Vontobel: https://certificati.vontobel.com/IT/IT/news/nike-trimestrale-delude-il-mercato-ma-l-azienda-guarda-al-metaverso/
- vwfs. (2022). Fintech e Automotive: La Blockchain nel settore Automotive. Tratto da Volkswagen Financial Services: https://www.vwfs.it/news-hub/blockchain-automotive.html
- Wikipedia. (2023). Decentraland. Tratto da Wikipedia:
 - https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Decentraland&oldid=1115470293
- Wikipedia. (2023). Roblox. Tratto da Wikipedia: https://it.wikipedia.org/wiki/Roblox
- Wikipedia. (s.d.). Metaverso. Tratto da Wikipedia: https://it.wikipedia.org/wiki/Metaverso
- Wikipedia. (s.d.). Second Life. Tratto da Wikipedia:
 - https://it.wikipedia.org/wiki/Second_Life#Caratteristiche
- Wikipedia. (s.d.). Smart Grid. Tratto da Wikipedia: https://it.wikipedia.org/wiki/Smart_grid
- Xiaole Wan, D. Y. (2022, Novembre). Blockchain digital technology empowers E-commerce supply chain sustainable value co-creation decision and coordination considering online consumer reviews. Tratto da ScienceDirect:
 - https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1568494622007116
- Yaga, D. M. (2018). *National Institute of Standards and Technology*. Tratto da Blockchain Technology Overview.
- Yakob Mesengiser, N. M. (2021). *Problems of Using Redactable Blockchain Technology*. Tratto da ScienceDirect: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S187705092101317X

Ringraziamenti

Voglio dedicare un pensiero a tutte quelle persone che mi sono sempre state vicine per tutta la mia carriera universitaria.

Innanzitutto, voglio ringraziare la mia Relatrice e Professoressa Elisabetta Raguseo per la disponibilità, cortesia e dedizione che mi ha dimostrato durante il periodo di stesura della tesi.

Ringrazio il mio caro amico Luca con il quale ho un rapporto speciale e spero di condividere con lui un altro traguardo insieme (sarebbe il terzo).

Voglio salutare i miei fratelli di sangue Samuele, Manuel e Matteo con i quali ho condiviso i momenti più belli e i più brutti della mia vita.

Un abbraccio ai nonni di Cerreto Alpi che nonostante i chilometri di distanza mi hanno dimostrato interesse e affetto.

Un saluto a mia nonna Lorena, hai avuto tanta pazienza con me, ti voglio tanto bene.

Un grazie speciale va alla mia famiglia: a mio padre Daniele che mi ha sempre sostenuto stimolandomi costantemente (spero di averti reso orgoglioso), alla persona più buona e dolce di sempre, mia madre Sabrina e infine alla mia sorellina Alice.

Dedico anche questo successo a mio nonno Guerrino, alla persona più importante che ho, alla persona che si "è costruito da solo", a colui che mi ha fatto capire i valori della vita, insegnandomi tante cose. Ti amo.

E infine,



Ho messe le stelle come destinazione Si, sono un tipo di poche parole che le spreca per poche persone.