



Dipartimento di  
Economia e Management

Cattedra di Economia e Gestione delle Imprese

La Blockchain e sue applicazioni nel  
mercato dell'arte

Prof. Francesco Cappa

---

Relatore

Guglielmo Belmonte  
matr. 225441

---

Candidato



---

# INDICE

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Capitolo 1 – Introduzione</b> .....  | <b>5</b>  |
| <b>Capitolo 2 – La Blockchain e sue applicazioni</b> .....                            | <b>8</b>  |
| Gli attuali sistemi di transazione .....  | 8         |
| Le reti peer-to-peer.....   | 8         |
| Integrità e problemi di sicurezza .....   | 9         |
| I Bitcoin .....   | 10        |
| Smart Contract.....   | 11        |
| <b>Caratteristiche chiave</b> .....   | <b>11</b> |
| Registro distribuito (distributed ledger) .....                                       | 15        |
| Permessi.....   | 16        |
| Consenso.....   | 17        |
| <b>Tipi di Blockchain</b> .....   | <b>18</b> |
| Blockchain pubblica .....   | 18        |
| Blockchain privata.....   | 19        |
| <b>Punti di forza e debolezze</b> .....   | <b>19</b> |
| <b>Il Mercato della Blockchain</b> .....  | <b>21</b> |
| <b>Ambiti di applicazione</b> .....   | <b>24</b> |
| Welfare .....   | 26        |
| eHealth.....  | 26        |
| Supply chain .....  | 27        |
| Organizzazioni non-profit.....  | 28        |
| Energia .....   | 29        |
| Logistica .....   | 29        |
| Modelli di governance .....   | 30        |
| Arte .....  | 30        |
| <b>Capitolo 3 – Applicazione della Blockchain al settore dei beni culturali</b> ..... | <b>31</b> |
| Provenienza e autenticità .....   | 31        |
| Riproduzione di opere d’arte digitali (digital scarcity) .....                        | 33        |
| Tokenizzazione o Fractional equity .....  | 35        |
| Croudfunding.....   | 37        |

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Rights management</b> .....                                | <b>38</b> |
| <b>Preservare il patrimonio culturale</b> .....               | <b>38</b> |
| <b>Opere d’arte derivate</b> .....                            | <b>40</b> |
| <b>Figura 15. Un esempio di arte derivativa.</b> .....        | <b>41</b> |
| <b>Smart canvas</b> .....                                     | <b>42</b> |
| <b>Musei</b> .....  | <b>44</b> |
| Accessibilità.....  | 44        |
| Royalties.....  | 45        |
| Cryptocurrencies.....   | 45        |
| Memoria Digitale e preservazione .....                        | 46        |
| Assicurazioni .....   | 46        |
| <b>Integrazione dei servizi ed interazione semplice</b> ..... | <b>47</b> |
| <b>Capitolo 4 – Caso di Studio: Verisart</b> .....            | <b>49</b> |
| <b>Milestones</b> .....                                       | <b>50</b> |
| <b>Challenge</b> .....  | <b>50</b> |
| <b>Prospettive a cinque anni</b> .....                        | <b>52</b> |
| <b>Un esempio di Progetto innovativo</b> .....                | <b>52</b> |
| <b>Un esempio di utilizzo del servizio</b> .....              | <b>53</b> |
| <b>Uno spiacevole episodio</b> .....                          | <b>57</b> |
| <b>Competitors</b> .....                                      | <b>59</b> |
| <b>Capitolo 5 – Conclusioni</b> .....                         | <b>61</b> |
| <b>Riferimenti</b> .....                                      | <b>64</b> |

# Capitolo 1 – Introduzione

Ai giorni nostri le informazioni sono il principale patrimonio di ogni organizzazione. Esse sono memorizzate in archivi digitali, basi di dati, che sono di solito sotto il controllo di una singola entità. Questo comporta una serie di minacce alla sicurezza. In primo luogo, i clienti devono fidarsi nella gestione dei propri dati da parte delle organizzazioni, che non devono farne un uso malevolo e che devono riuscire a gestire la sicurezza ed evitare che vengano rubati. Ogni organizzazione mantiene i propri registri con i dati, con possibili incongruenze fra essi. Se i dati sono gestiti da Cloud provider, bisogna avere fiducia che questi dati non siano usati per profilare l'utente, controllare le sue relazioni e per trarre profitto dai dati. Frodi, cyberattacchi, o anche semplici errori materiali possono danneggiare l'intera rete di business.

Altri problemi riguardano la fiducia tra due parti che vogliono concludere una transazione finanziaria. Per ottenere il consenso fra degli agenti che operano in ambito economico uno dei principali aspetti da garantire è quello della fiducia (trust). Per ovviare a questo problema di solito si rivolgono ad intermediari, quali banche, notai, etc. I tempi per portare a termine le transazioni sono lunghi. Il volume delle transazioni nel mondo cresce sempre più in seguito all'eCommerce, agli acquisti in app, accoppiato con la mobilità sempre crescente delle persone in tutto il mondo [21]. Per risolvere queste sfide e tante altre, c'è la necessità di un meccanismo che consenta di stabilire la fiducia, che non necessiti di dispositivi particolari e non sia costoso.

La Blockchain è stata associata inizialmente al Bitcoin, una moneta digitale o criptovaluta lanciata da una persona misteriosa nel 2009, nota con lo pseudonimo di Satoshi Nakamoto. I Bitcoin si basano sulla tecnologia Blockchain. Blockchain è un mezzo

per memorizzare transazioni basate su Bitcoin, ma ha un potenziale di applicazione molto più ampio.

La Blockchain è un registro condiviso ed immutabile che facilita il processo di registrare transazioni e tracciare i beni (asset) in una rete di business [21]. Il registro è condiviso fra tutti i partecipanti della rete e viene aggiornato presso tutti i partecipanti peer-to-peer ogni volta che si effettua una transazione. Questa modalità di gestione delle informazioni, che approfondiremo meglio in questo lavoro di tesi, è economica ed efficiente poiché elimina gli sforzi di duplicazione e riduce il costo degli intermediari. Quindi, consente molto di più di uno scambio di valuta: le aree di applicazioni sono innumerevoli, dai servizi finanziari, al supply chain management, all'eHealth.

Sebbene la Blockchain venga associata per lo più ad utilizzi da parte di imprese for-profit, anche organizzazioni pubbliche e non-profit possono avvantaggiarsi di questa nuova tecnologia. Ad esempio, nella pubblica amministrazione può essere usata per fornire certificati digitali sia anagrafici, sia accademici, per il trasferimento di immobili, nell'ambito del welfare per definire i criteri con cui i beneficiari possono avvalersi dei sussidi. In ambito non-profit è molto utile per tracciare il percorso dei fondi dal donatore al destinatario. Molte volte, infatti, i fondi donati sono "scomparsi" a seguito della corruzione dilagante. La Blockchain può aumentare la fiducia dei donatori attraverso la disponibilità di report finanziari trasparenti.

Il suo impiego si sta diffondendo anche nell'ambito dei beni culturali e, in particolare, nei musei [27]. Anche in questo settore le applicazioni sono svariate. I compratori vogliono delle garanzie sulla provenienza di ciò che acquistano. La Blockchain consente di conservare la storia ed il valore delle opere d'arte [18] e partecipare alle aste, tracciare i trasferimenti delle opere d'arte e gestire le royalties delle opere da parte dei musei. Anche il Piano triennale per la Digitalizzazione e l'Innovazione dei Musei [25], emesso dal Ministero dei Beni Culturali, auspica che la Blockchain venga utilizzata dai musei di tutto il mondo per catalogare tutte le opere in loro possesso in un archivio distribuito.

In questo lavoro di tesi, dopo aver descritto i concetti di base della Blockchain e le sue principali applicazioni nel Capitolo 2, nel Capitolo 3 ci focalizzeremo sulle applicazioni specifiche di questa tecnologia al settore dei beni culturali. Nel Capitolo 4 illustreremo un caso di studio aziendale di possibile applicazione della Blockchain alla certificazione delle opere d'arte e, infine, nel Capitolo 5 concluderemo la tesi con considerazioni finali.

In questo modo si intende contribuire alla conoscenza scientifica del fenomeno della Blockchain, che, essendo recente ed in continua evoluzione, non è ancora del tutto chiaro. Inoltre, si evidenzia come la Blockchain possa essere utili anche in contesti inusuali quali quello delle organizzazioni culturali, fornendo utili indicazioni circa i possibili benefici.

# Capitolo 2 – La Blockchain e sue applicazioni

La Blockchain nasce per una specifica esigenza: soddisfare la necessità di un sistema per condurre e registrare le transazioni finanziarie in modo efficiente, poco costoso, affidabile e, soprattutto, sicuro. Di seguito descriviamo i concetti principali e le caratteristiche di questa tecnologia che consentono di rispondere a questa necessità.

## Gli attuali sistemi di transazione

Nella storia, per scambiare valori si sono adottati diversi mezzi, a partire dalle monete di metallo, le banconote, lettere di credito, fino ad arrivare ai moderni sistemi bancari. Attraverso l'utilizzo di questi mezzi è stato possibile facilitare lo scambio di valori e proteggere venditori ed acquirenti. Grazie all'evoluzione tecnologica e, in particolare, ai collegamenti telefonici, ad Internet e agli smartphone, le transazioni sono cresciute molto di numero, velocità ed efficienza, accorciando sempre più le distanze fra il venditore e l'acquirente. Lato negativo è la complessità dei sistemi di transazioni che sono vulnerabili ai cyberattacchi, sono a volte inefficienti, costosi. Ad esempio, le carte di credito hanno un notevole costo che i commercianti devono sostenere. Inoltre, molte persone non posseggono un conto corrente e devono scambiare valori con altri mezzi.

## Le reti peer-to-peer

I nodi di una rete peer-to-peer sono uguali per quanto riguarda i diritti ed i ruoli nel sistema.

I sistemi peer-to-peer possono essere utilizzati per applicazioni molto rilevanti, quali condivisione di file, distribuzioni di contenuti e protezione della privacy [14].

Queste applicazioni utilizzano la semplice idea che rendendo i computer degli utenti nodi della rete che faranno parte del sistema distribuito. Di conseguenza, maggiore è il numero di utenti che utilizzano il software, maggiore sarà la potenza del sistema (in termini di risorse). Il vantaggio di questi sistemi è che gli utenti possono interagire direttamente, senza dover passare attraverso un sistema centrale.



Figura 1. Sistemi peer-to-peer e sistemi centralizzati<sup>1</sup>.

## Integrità e problemi di sicurezza

Un importante requisito di un sistema software è l'integrità. Essa ha tre componenti principali:

- Integrità dei dati. I dati gestiti dal sistema sono completi, corretti e privi di contraddizioni;
- Integrità comportamentale. Il sistema si comporta come dovrebbe ed è libero da errori logici;
- Security (sicurezza). Il sistema è in grado di restringere l'accesso ai suoi dati ed alle sue funzionalità solo agli utenti autorizzati.

---

<sup>1</sup> <https://en.wikipedia.org/wiki/Peer-to-peer>

Comunicare sulla rete significa mandare e condividere dati che sono critici. Malintenzionati possono violare la sicurezza della rete compromettendo i dati o sfruttando le informazioni. Meno ristretto è l'accesso alla rete, più alti saranno i problemi di sicurezza a cui la rete andrà incontro.

## I Bitcoin

I Bitcoin rappresentano una soluzione al costo, complessità, inefficienza e vulnerabilità delle transazioni. Si tratta di una moneta digitale lanciata dal misterioso Satoshi Nakamoto nel 2009. Di lui si sa che è giapponese. Oltre questo, non si sa molto altro sulla sua identità. Si sa solo che ha iniziato a lavorare sul progetto Bitcoin a partire dal 2007.

I Bitcoin sono una valuta che non dipende da nessuna autorità centrale. Non sono controllati da nessuno. Non si basano su un'autorità centrale che monitora, verifica ed approva le transazioni e gestisce l'emissione della moneta, ma su una rete di computer peer-to-peer.

Essi offrono diversi vantaggi, quali:

- riduzione dei costi. Non servono più gli intermediari;
- efficienza. L'informazione viene registrata una volta ed è disponibile su tutti i peers appartenenti alla rete distribuita;
- Sicura. Una transazione non può essere cambiata.

I Bitcoin si basano sulla tecnologia Blockchain, che viene utilizzata come un registro condiviso. Bitcoin è solo una delle applicazioni che si basano sulla Blockchain che fornisce lo strumento per effettuare le transazioni Bitcoin.

## Smart Contract

Uno smart contract è un accordo o un insieme di regole che governa una transazione di business. E' un programma software che viene memorizzato nella Blockchain ed eseguito ogni volta che si verificano delle condizioni. Ad esempio, una assicurazione di viaggio incapsula la condizione che si applica uno sconto del 20% se l'aereo ha un ritardo superiore alle tre ore e viene eseguita automaticamente quando il ritardo si verifica. Lo smart contract si basa su di un'applicazione che elabora le informazioni in modo deterministico (con gli stessi input fornisce sempre gli stessi output). I dati su cui si basa sono fondamentali: devono provenire da fonti certificate. I dati non vengono interpretati. I contraenti definiscono le clausole e le regole di controllo e di azione. Gli effetti non dipendono più dalla loro volontà, in quanto è l'applicazione ad avere il potere di decidere.

Una delle caratteristiche principali di uno smart contract è l'efficienza: non ci sono tempi morti dovuti all'intermediazione ed anche il risparmio, dovuto alla mancanza dei costi di intermediazione. Le informazioni che elabora sono memorizzate nella Blockchain e, pertanto, affidabili.

## Caratteristiche chiave della Blockchain

Con i metodi tradizionali per la gestione delle transazioni ad il tracciamento delle risorse (asset), i partecipanti della rete mantengono i propri registri ed altri dati. La Blockchain dà ai partecipanti la possibilità di condividere il registro attraverso una replica peer-to-peer ogni volta che si verifica una transazione. Attraverso la replica peer-to-peer ogni partecipante può agire sia come mittente (publisher), sia come destinatario (subscriber). Ogni nodo può ricevere o mandare transazioni agli altri nodi ed i dati sono sincronizzati attraverso la rete.

Una rete basata sulla Blockchain ha le seguenti caratteristiche:

- **Consenso:** affinché una transazione sia valida, tutti i partecipanti devono essere d'accordo sulla sua validità. Questo è raggiunto attraverso l'utilizzo di un algoritmo di consenso. Ogni rete Blockchain può stabilire le condizioni sotto le quali una transazione o uno scambio di risorse può realizzarsi.
- **Provenienza:** i partecipanti sanno da dove viene la risorsa e come il suo proprietario sia cambiato nel tempo.
- **Immutabilità:** nessun partecipante può manomettere una transazione dopo che sia stata memorizzata nel registro. Se è stato commesso un errore nella transazione, una nuova transazione deve essere effettuata per correggere l'errore ed entrambe le transazioni devono essere visibili.
- **Finalità:** un singolo registro condiviso rappresenta l'unico posto in cui si può determinare chi sia il proprietario di una risorsa o il completamento di una transazione.

La Blockchain deriva il suo nome dal fatto che memorizza i dati in blocchi collegati a formare una catena, come si vede in Figura 2. I blocchi registrano il tempo e la sequenza delle transazioni e sono collegati in serie. Ogni blocco ha un identificatore unico (hash), il timestamp di ogni transazione ed un collegamento al blocco precedente ed al blocco successivo. Questi collegamenti impediscono che un blocco venga inserito tra due blocchi esistenti in un momento successivo o che un blocco sia alterato. Quando i partecipanti ricevono un blocco controllano che le informazioni in esso contenute siano valide. Se si verifica un'anomalia il blocco viene rifiutato e tutti i partecipanti ne sono informati. In caso di successo il blocco viene aggiunto alla catena e vi rimarrà per tutta la durata della Blockchain, da cui la proprietà di "immutabilità".

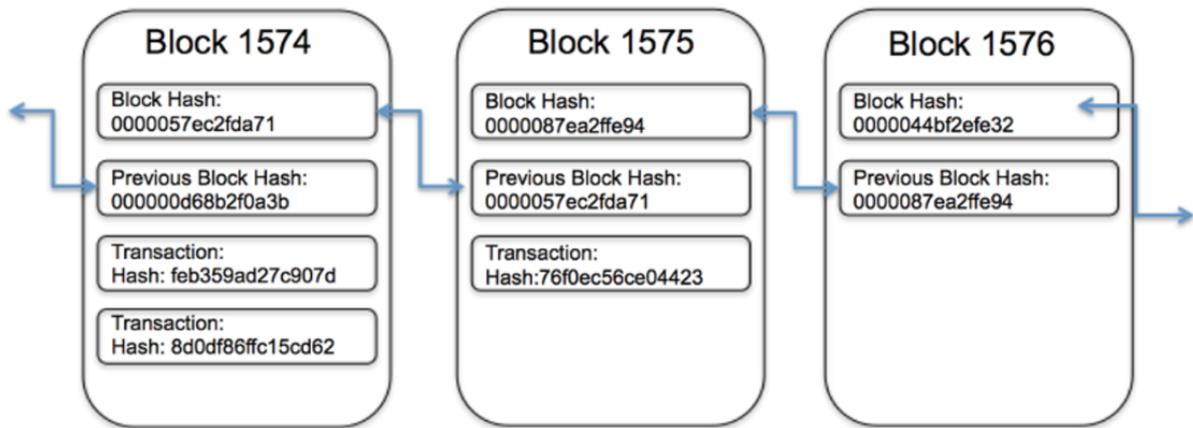


Figura 2. Transazioni memorizzate in una serie di blocchi [21].

La figura seguente descrive il processo che porta al completamento di una transazione con la Blockchain.

#### METHOD OF OPERATION – BLOCKCHAIN

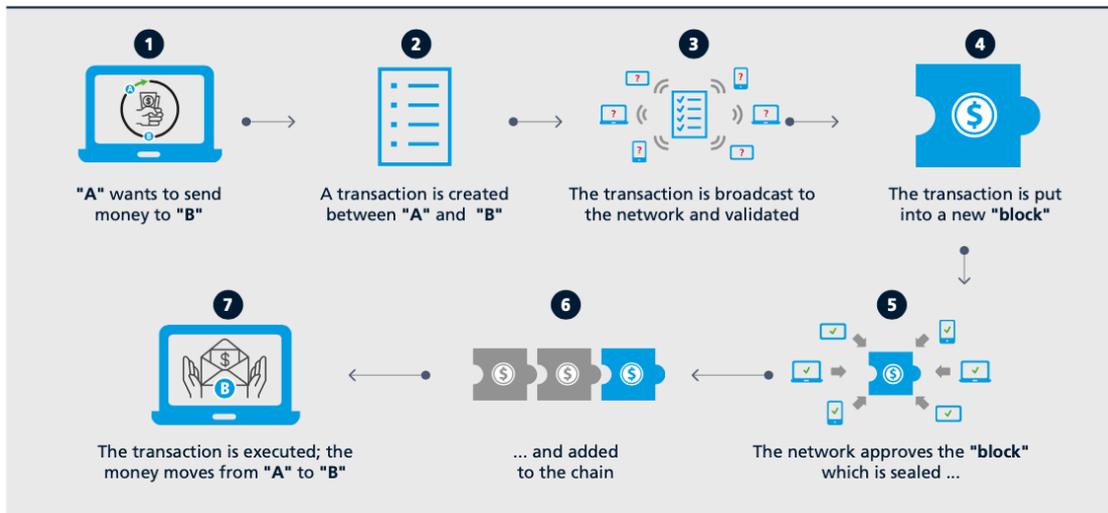


Figura 3. Un esempio di transazione con la Blockchain [12].

Esistono diverse tecniche per realizzare la Blockchain. Tra di esse descriviamo la tecnica basata sull'hashing che viene utilizzata per generare gli identificatori dei blocchi. Ai dati viene applicata una funzione matematica e viene prodotto un output (una hash) che ha sempre la stessa lunghezza. Caratteristica molto utile della funzione hash è che la probabilità di trovare due pezzi di dati che producono lo stesso output è ridottissima. Quindi, se si tenta di modificare i dati di input. Si ottiene un output completamente diverso. Ad esempio, consideriamo la funzione di hashing SHA256, adottata per i Bitcoin. Come si può notare nell'esempio riportato nella seguente tabella, basta una piccola modifica nell'input, anche cambiare minuscole e maiuscole, per avere un output molto diverso.

A tutt'oggi nessuna *collisione* si è verificata in SHA256 (ovvero, due diversi input che producono lo stesso output). Ciò rende questa funzione molto adatta alla Blockchain: poiché ogni Blocco si riconduce al precedente attraverso la funzione di hash, (il blocco nuovo include la hash del precedente), se modifichiamo i dati del precedente cambierà il suo id, rendendo evidente il tentativo di modifica.

| Dati di input   | Output SHA256  |
|-----------------|--|
| Binance Academy | 886c5fd21b403a139d24f2ea1554ff5c0df42d5f873a56d04dc480808c155af3 |
| Binance academy | 4733a0602ade574551bf6d977d94e091d571dc2fcfd8e39767d38301d2c459a7 |
| binance academy | a780cd8a625deb767e999c6bec34bc86e883acc3cf8b7971138f5b25682ab181 |

Tabella 1. Esempi di output prodotti da una funzione hash<sup>2</sup>.

<sup>2</sup> <https://academy.binance.com/it/Blockchain/what-is-Blockchain-technology-a-comprehensive-guide-for-beginners>

Le caratteristiche che rendono la Blockchain utilizzabile nelle attività economiche sono descritte di seguito.

#### *Registro distribuito (distributed ledger)*

I registri vengono usati per la partita doppia fin dal quindicesimo secolo. Il registro centralizzato è attualmente usato dalle banche e dalle organizzazioni pubbliche, non è accessibile direttamente a tutti gli utenti.

La tabella seguente descrive le principali differenze fra un registro centralizzato ed un registro distribuito<sup>3</sup>.

Per esempio, le banche mantengono il controllo completo delle transazioni. Se un istituto centralizzato ha intenzioni malevoli può chiudere l'attività e proibire altre transazioni, oppure possono, sulla base dei contratti stipulati con gli utenti, cambiare in modo unilaterale le loro condizioni. Al contrario, il registro distribuito memorizza tutte le transazioni che avvengono nella rete, è condiviso fra tutti i partecipanti della rete attraverso la duplicazione: ogni partecipante possiede una copia del registro; si basa sui permessi: i partecipanti possono vedere solo le transazioni che sono autorizzati a vedere.

Shneider osserva che la fiducia va trasferita dagli intermediari al software, quindi ai programmatori che lo hanno sviluppato [30]. Il software non si crea magicamente dal solo e bisogna avere fiducia in esso. In effetti, non c'è nessuna ragione per credere che le persone che lavorano nel settore del software siano più affidabili delle persone che lavorano nelle banche o nelle altre istituzioni o che il software possa non commettere errori.

---

<sup>3</sup> <https://subscription.packtpub.com/book/data/9781789804164/1/ch01/v1/sec02/centralized-versus-distributed-ledgers>

| <b>Centralized ledger</b>   | <b>Distributed ledger</b>   |
|---|---|
| La riconciliazione <sup>4</sup> è richiesta (sia interna, sia esterna)      | La riconciliazione non è richiesta. E' in ogni caso richiesto un consenso per raggiungere un accordo  |
| Non c'è restrizioni sulle operazioni che si possono effettuare sul database | Si possono solo aggiungere blocchi  |
| Esiste un unico punto di fallimento   | E' distribuito, quindi non c'è un singolo punto di fallimento   |
| Esiste un singolo punto di contatto   | E' decentralizzato, quindi non c'è una autorità singola   |
| Ci sono terze parti, intermediari e supervisori                             | E' P2P. Non c'è una parte centrale. L'aggiunta dei dati alla Blockchain è legata dal consenso.  |
| Backup e disaster recovery sono necessari                                   | La disponibilità dei dati cresce quanto più nodi partecipano alla rete  |
| Le azioni possono essere eseguite per conto di qualcuno                     | Ogni utente accede personalmente al sistema con autenticazione crittografica  |
| NA  | E' immutabile poiché i dati aggiunti al registro sono immutabili  |
| NA  | Esiste interazione diretta fra i nodi, consentendo l'inizio di transazioni relative a denaro, beni reali quali immobili, opere d'arte, etc. |

### *Permessi*

Blockchain può essere con permessi o senza permessi. Nel primo caso, ogni partecipante viene identificato in maniera univoca. E', pertanto, necessario definire le politiche di accesso alle transazioni. Questo permette di vincolare la partecipazione alla rete ed i definire regole per la protezione dei dati. Questo tipo di Blockchain permette di

---

<sup>4</sup> La riconciliazione bancaria consiste nel verificare che le registrazioni contabili corrispondano ai dati riportati nell'estratto conto.

avere un maggiore controllo sulla consistenza dei dati. Ad esempio la parte A trasferisce una risorsa alla parte B. A e B possono vedere i dettagli della transazione, ma C può vedere solo che c'è stata una transazione. Se un supervisore (auditor) accede alla rete, può vedere i dettagli della transazione.

### *Consenso*

In una rete di business i cui partecipanti siano noti ed affidabili, il *consenso* consente di verificare e concludere (commit) le transazioni. Tutti i nodi votano indipendentemente e raggiungono un accordo collettivo sulla validità di una transazione. Il consenso generalmente si può ottenere in due modi:

- Prova di quota. I validatori devono possedere una certa percentuale della quota della rete. Attaccare la rete diventa molto costoso perché bisogna acquisirne una notevole quota.
- Multi-firma. Un certo numero di validatori (ad esempio da tre a cinque) deve essere d'accordo ed affermare che la transazione è valida.

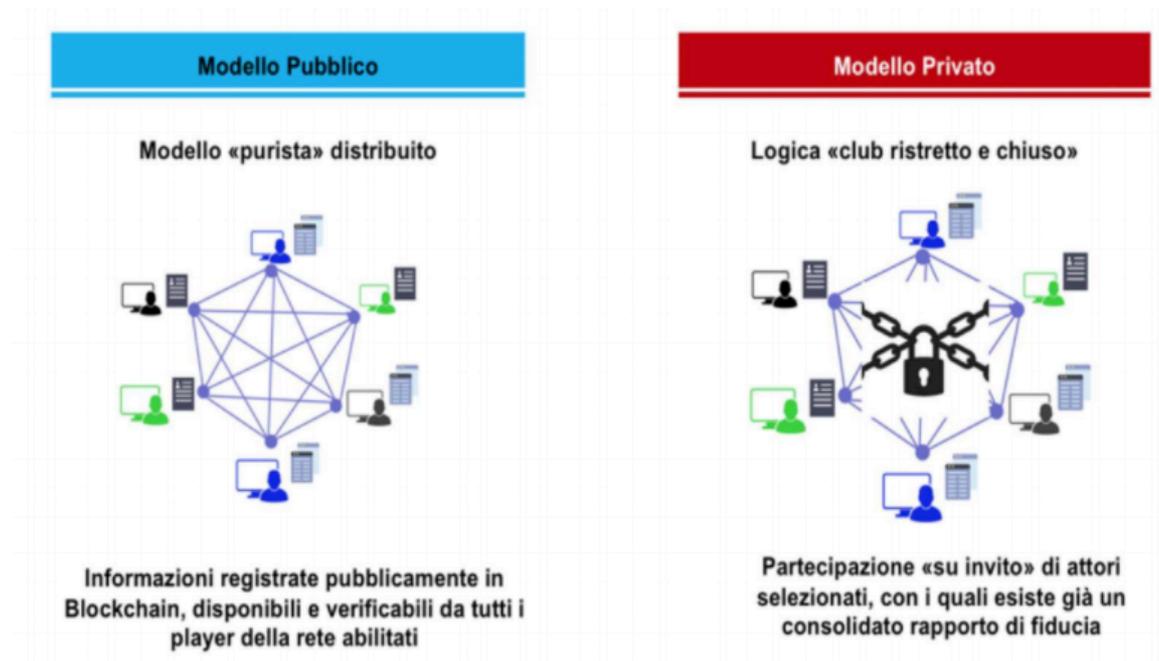


Figura 5. Tipi di Blockchain [5].

## Tipi di Blockchain

Esistono due tipi di Blockchain: pubblica e privata (Figura 5) .

### *Blockchain pubblica*

In questo tipo di Blockchain i dati sono accessibili a tutti nel mondo. Chiunque può scrivere nella Blockchain e leggere i dati. Chiunque può diventare membro della Blockchain, basta scaricare l'applicazione. È totalmente decentralizzata, nessun utente possiede privilegi speciali. E' difficile da hackerare poiché i nodi sono tanti e si dovrebbe riuscire a modificare i registri di ogni nodo. I Bitcoin si basano su una Blockchain pubblica. Questo tipo di Blockchain richiede che molti nodi validino ogni transazione e per questo può essere lenta.

### *Blockchain privata*

La Blockchain privata è una rete regolata da una singola organizzazione e vi si accede solo su invito. Ci possono essere diversi livelli di accesso, quali lettura, visualizzazione, controllo. Le informazioni possono essere cifrate per proteggere la confidenzialità.

Con questo tipo di Blockchain le organizzazioni possono impiegare il registro distribuito senza rendere i dati pubblici. Manca la caratteristica di “decentralizzazione”, ma questo tipo di Blockchain, avendo meno nodi, è più veloce.

### **Punti di forza e debolezze**

Come abbiamo fin qui discusso, la Blockchain ha molteplici aspetti positivi. In primo luogo, è molto resistente ai fallimenti tecnici ed agli attacchi. Questo è dovuto al fatto che è distribuita su migliaia di dispositivi sulla rete e ogni nodo ne contiene una copia. Così, se un nodo fallisce la rete non viene compromessa. Inoltre, è praticamente impossibile cambiare i dati inseriti nella Blockchain (immutabilità), poiché ogni cambiamento viene tracciato nel registro. Altro vantaggio è che non ha bisogno di intermediari, è un sistema trustless (senza fiducia).

Ci sono in ogni caso alcuni aspetti negativi che devono ancora essere risolti. Innanzitutto, la Blockchain non offre protezione per il cliente. Una volta che una transazione è stata eseguita, per tornare indietro tutte le parti devono essere d'accordo. I sistemi centralizzati quali quello bancario offrono delle procedure per governare le dispute. Poi, tutti i dettagli delle transazioni sono visibili a chiunque (Mancanza di privacy). Senza questo livello di trasparenza ogni nodo della Blockchain non potrebbe verificare le transazioni. Questo è un fattore limitante per i casi che richiedono più privacy. Ci sono, inoltre, problemi di lentezza nell'insediamento di una Blockchain. Per

concludere una transazione tutti i nodi della rete devono essere d'accordo sulla sua validità. Questo è molto lento rispetto alle transazioni bancarie che si verificano in un istante.

Un altro problema è la crescita della taglia della Blockchain che porta ad una difficoltà nella scalabilità: ogni volta che un nuovo blocco viene aggiunto l'algoritmo che lo inserisce impiega diverso tempo. Ogni nodo che valida la rete la deve memorizzare per intero tutti i blocchi.

Un altro aspetto rilevante è la standardizzazione. Per poter essere fruibile a livello universale, come Internet, la Blockchain dovrebbe avere un protocollo standard, che al momento non è stato definito.

La Blockchain si basa su un modello di sicurezza a chiave pubblica, dove chi scrive la transazione usa la sua chiave privata, mentre per leggere gli altri usano la sua chiave pubblica. La chiave privata può essere rubata, come il PIN di un telefono. Alcuni considerano un problema per la sicurezza la mancanza di meccanismi di sicurezza aggiuntivi. Inoltre, poiché si basa sull'immutabilità, ci sono problemi nel caso di errori nel software o cambiamenti al protocollo Blockchain (mancanza di flessibilità).

La robustezza della Blockchain si basa sul fatto che la maggioranza della rete sia controllata da nodi onesti. Nel caso di reti piccole è possibile realizzare l'attacco al 51%. E' necessario superare la taglia critica che renda impossibili gli attacchi al 51% (Taglia critica)

Cosa non trascurabile, il nuovo approccio per la gestione della proprietà deve essere accettato dal sistema legale (mancanza di accettazione legale).

Un'ultima considerazione, ma non per questo meno importante, riguarda l'accettazione dell'utente: è importante che gli utenti capiscano il funzionamento della Blockchain e si fidino. Se le sue funzioni fondamentali non sono comprese, difficilmente la useranno (mancata accettazione dell'utente).

## Il Mercato della Blockchain

Secondo uno studio realizzato dalla Deloitte<sup>5</sup>, la Blockchain si muove da una fase sperimentale ad una fase di investimenti significativi per realizzare soluzioni di business reali. Figura 6 mostra le intenzioni di investimento per settori per il 2020 raffrontate rispetto agli investimenti del 2019. Si nota dalla figura che, oltre alla crescita negli ambiti di utilizzo tradizionali della tecnologia, anche il settore Scienze della Vita ed Healthcare è in forte crescita.

Secondo il report "*Blockchain Market by Component (Platform and Services), Provider (Application, Middleware, and Infrastructure), Type (Private, Public, and Hybrid), Organization Size, Application Area (BFSI, Government, IT & Telecom), and Region - Global Forecast to 2025*", published by MarketsandMarkets™, la taglia del mercato della Blockchain crescerà da 3.0 miliardi di dollari nel 2020 a 39.7 miliardi di dollari nel 2025, ad un tasso composto di crescita annuale (Compound Annual Growth Rate, CAGR) del 67.3% durante il periodo 2020–2025. Il report della Deloitte ed anche il report prodotto da MarketsandMarkets<sup>6</sup> prevedono che il tipo che avrà più successo è la Permissioned Private Blockchain, che consente la verifica delle transazioni a pochi nodi selezionati (vedere Figura 7).

---

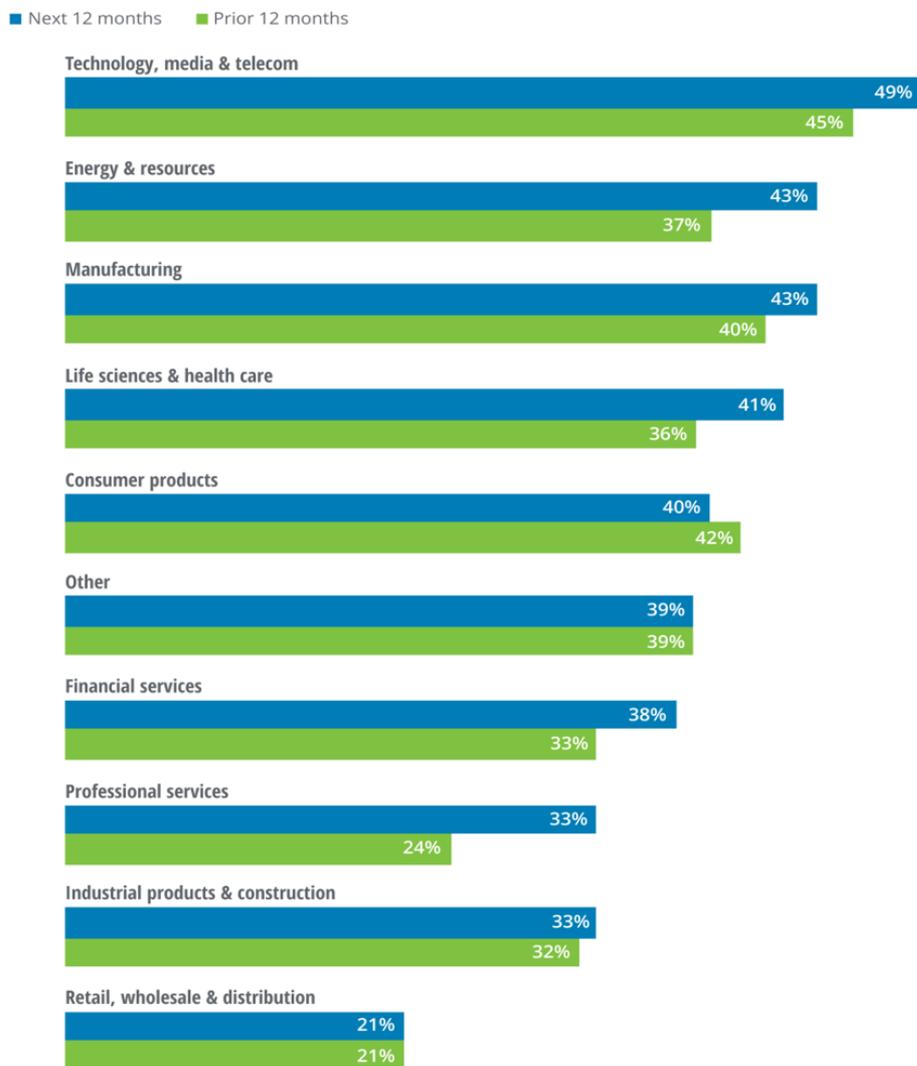
<sup>5</sup> <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/ie/Documents/Consulting/Blockchain-Trends-2020-report.pdf>

<sup>6</sup> <https://www.prnewswire.com/news-releases/Blockchain-market-worth-39-7-billion-by-2025--exclusive-report-by-marketsandmarkets-301052885.html>

### Share of respondents investing at least US\$5 million in blockchain initiatives

In nearly every case, planned spending of at least US\$5 million increased or stayed the same relative to the prior 12-month period

Survey question: Thinking specifically of blockchain technology, approximately how much has your organization or project invested in the next/prior 12 months?



N=1,386 (2019 global enterprise)  
Source: Deloitte 2019 Global Blockchain Survey; Deloitte analysis.

Deloitte Insights | [deloitte.com/insights](https://deloitte.com/insights)

Figura 6. Trend della Blockchain [10].

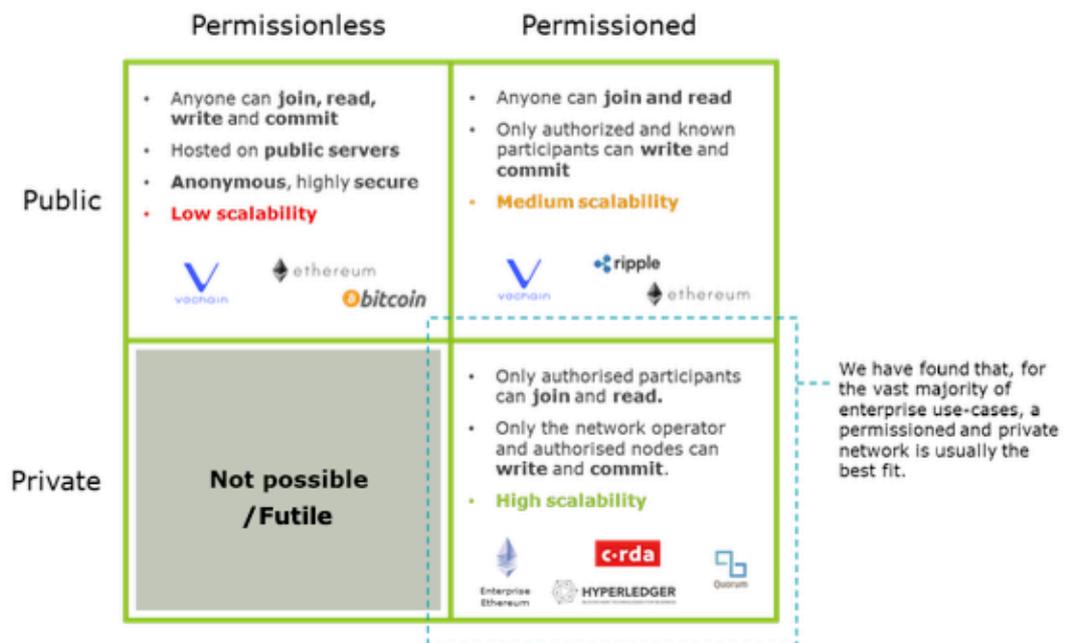


Figura 7. Tipo preferito di Blockchain [10].

I principali fornitori della tecnologia includono: IBM (US), AWS (US), Microsoft (US), SAP (Germany), Intel (US), Oracle (US), Bitfury (Netherlands), Cegeka (Netherlands), Earthport (UK), Guardtime (US), Digital Asset Holdings (US), Chain (US), Huawei (China), BlockCypher (US), Symbiont (US), BigchainDB (Germany), Applied Blockchain (UK), RecordsKeeper (Gibraltar), BlockPoint (US), Auxesis Group (India), BTL Group (Canada), Blockchain Foundry (UK), AlphaPoint (US), NTT Data (Japan), Factom (US), SpinSys (US), ConsenSys (US), Infosys (India), iXLedger (UK) e Stratis (UK).

## Ambiti di applicazione

La Blockchain è nata per registrare le transazioni finanziarie. Successivamente, è stata utilizzata per molteplici altre applicazioni, quali quelle descritte di seguito.

### *Sistemi di pagamento digitale*

La Blockchain offre un livello di sicurezza molto elevato, e ciò la rende molto appetibile per le attività di trasferimento di denaro transnazionali, gli scambi interbancari e l'intermediazione finanziaria [13]. Per quanto riguarda gli utenti finali (i consumatori), consente di effettuare gli instant payment e i micropagamenti, che consentono lo scambio di piccole somme di denaro in modo istantaneo e semplice.

### *Assicurazioni*

L'abbinamento dei sensori della tecnologia IoT (Internet of Things) agli Smart Contract può essere molto utile in campo assicurativo. Infatti, i sensori sulle autovetture possono raccogliere dati sul comportamento del guidatore ed in caso di frequente guida pericolosa, ad es., mancato rispetto dei limiti di velocità, il premio assicurativo può essere aumentato automaticamente. Al contrario, in caso di guida prudente costante può essere diminuito.

### *Digital Rights Management*

L'accesso ai contenuti multimediali può essere regolato da Smart Contract. Ad esempio, si può accedere ad un brano musicale se il valore erogato è adeguato. Se non ci si trova nelle appropriate condizioni, il contenuto non viene erogato, ma lo smart contract può

proporre un nuovo contratto con condizioni più favorevoli, ad esempio. Tutte queste condizioni vengono gestite senza l'intervento di un operatore.

### *Crowdfunding*

Il crowdfunding è un'alternativa molto valida al venture capital, ed ha consentito la realizzazione di molti progetti innovativi. Spesso, purtroppo, dietro questi progetti ci sono delle frodi o succede che buona parte dei soldi destinati al progetto vadano a finire in mano ad intermediari. La Blockchain può, attraverso l'uso degli smart contract, consentire di definire delle scadenze e stabilire che altri fondi saranno dati solo se arrivati alla scadenza si verifica che il denaro sia stato usato nel modo stabilito [26]. Con una maggior fiducia dovuta all'utilizzo della Blockchain il crowdfunding può diventare un mezzo più legittimo ed affidabile per finanziare i progetti.

### *Servizi di Governance decentralizzati*

Con lo sviluppo di sistemi sicuri di identità digitale le organizzazioni governative e non possono fornire una varietà di servizi ai cittadini ed eliminare la falsificazione dei certificati ed il furto di identità. Tale sistema si basa sulla Blockchain e su sistemi biometrici che rilevano caratteristiche biometriche uniche dell'individuo, quali le impronte digitali o l'iride.

Uno dei servizi di questa tipologia che meglio si presta all'uso della Blockchain è il notaio pubblico. Ci sono state molte discussioni al riguardo e molta preoccupazione nella categoria dei notai. Quello che emerge è una possibile equiparazione tra il time stamp tipico della Blockchain alla marca temporale (che già esisteva nel nostro ordinamento) nel produrre certezza giuridica sulla data applicata al documento digitale

[16]. Quindi, la Blockchain consentirà di attribuire “data certa” alle informazioni e alle transazioni.

La Blockchain è decentralizzata e distribuita, non prevede intermediari. L’attività notarile è, al contrario, centralizzata (gestita dallo Stato) e si basa su un intermediario (il notaio). La proposta dei notai Notarchain lanciata nel 2017, si discosta dall’essenza della Blockchain (permissionless, distribuita su tanti nodi peer): essa si baserebbe su di una struttura permissioned, chiusa, in cui la validazione è riservata – ed era inevitabile trattandosi di sistema notarile – a un nucleo ristretto di nodi qualificati.

Un altro servizio di Governance è il voto elettronico. Esso consiste nel far corrispondere una transazione sulla Blockchain ad un voto. Ogni voto sarà, quindi, non modificabile; non ripudiabile; non può essere registrato più volte. Tutti i nodi della rete ne posseggono una copia valida<sup>7</sup>.

#### *Welfare*

La Blockchain può essere utilizzata per implementare il fascicolo elettronico del lavoratore [9], in cui confluiscono tutte le informazioni della persona provenienti dai diversi soggetti della rete nazionale. In questo fascicolo sarebbero tracciate, oltre all’attività lavorativa, anche tutte le attività formative ed i contributi, i benefici di cui ha usufruito, etc. La Blockchain garantirebbe la completezza, correttezza, immodificabilità, referenziazione temporale certa dei dati.

#### *eHealth.*

L’applicazione della Blockchain al settore dell’eHealth è molto di più dell’introduzione di una nuova piattaforma, può portare notevoli cambiamenti ai processi organizzativi. L’ampio raggio di applicazioni include i risultati delle prove sperimentali

---

<sup>7</sup> <https://www.reply.com/it/content/ballotchain>

in ambito medico e farmaceutico, i report relativi alle malattie infettive, dati sulle vaccinazioni. Di seguito sono descritte alcune applicazioni [22]:

- Cartella clinica elettronica - Electronic Health Records (EHR) – è un modello di informazione standardizzato che permette l'integrazione fra diversi fornitori di servizi e-health. Contiene informazioni sulle prescrizioni mediche, le malattie. Soffre di limitazioni relative all'interoperabilità e alla sicurezza dei dati scambiati fra le organizzazioni. La Blockchain faciliterebbe la sicurezza e l'accuratezza dei dati, l'interoperabilità e la riduzione dei costi di manutenzione.

- Electronic Medical Records (EMR), per lo scambio in tempo reale dei dati provenienti da sensori applicati ai pazienti. to the exchange of real-time data from different body sensors in patients

- Supply chain management. Nel settore farmaceutico esiste il problema delle medicine contraffatte. La Blockchain può fornire un registro per la salvaguardia del paziente e la registrazione degli acquisti farmaceutici.

- Gestione della fatturazione. Secondo gli analisti di Frost & Sullivan Health Practice, il 5-10% di tutte le fatture mediche è falso. Blockchain potrebbe eliminare la falsificazione delle fatture e fornire una registrazione più robusta di queste.

### *Supply chain*

Uno dei principali vantaggi della Blockchain in ambito supply chain è rafforzare la tracciabilità dei prodotti. Questo soddisfa la domanda crescente del consumatore di avere informazioni sulla provenienza dei prodotti e sulla eticità e sostenibilità del processo produttivo. Questo incentiva i produttori a servirsi di risorse etiche e sostenibili.

Inoltre, mitiga gli alti costi dovuti al controllo della qualità, quali richiamare prodotti avariati, o perdita di guadagni dovuti a prodotti venduti a nero o falsi. Generalmente, i consumatori accedono alla storia del prodotto scannerizzando un codice QR posto su di esso.

Un problema molto serio nel settore alimentare è la tracciabilità del prodotto quando è necessario richiamarlo perché avariato. I costi per rintracciare i prodotti avariati sono molto elevati. Conoscere le origini di un prodotto facilita il riconoscimento del lotto avariato, riducendo i danni che esso può arrecare ai consumatori. Le frodi sul cibo sono ridotte, in quanto è possibile registrare tutti i passaggi del prodotto attraverso la supply chain.

#### *Organizzazioni non-profit*

Come si vede in Figura 8, è molto importante per i donatori avere fiducia nell'uso che l'ente non-profit farà dei fondi che vengono donati. In particolare, come riportato dal Journal of Accounting, Audit and Finance nel 2018, nonprofit che sono più trasparenti ricevono il 53% in più di contributi se paragonati a organizzazioni meno trasparenti.

In aggiunta, la disponibilità di report finanziari può essere un fattore chiave che influenza la decisione di donare. Con la Blockchain i donatori possono verificare che le loro donazioni abbiano raggiunto la destinazione desiderata. I fondi sono tracciati in tempo reale e le donazioni sono realizzate attraverso smart contract. Così, una volta che una transazione è stata realizzata è permanentemente memorizzata nella rete e non può essere cambiata. Questo è utile anche quando un donatore vuole una prova della donazione effettuata, come un ID della transazione.

La Blockchain si rivela particolarmente utile nelle emergenze. In questi casi i fondi devono arrivare a destinazione in tempi brevissimi, per prevenire ulteriori danni. Poiché la Blockchain è decentralizzata, i fondi possono viaggiare da una parte all'altra del mondo in pochi secondi e con costi bassissimi.

## How important is it to trust a charity before giving?



### Importance of trust before giving

In general, on a 10-point scale, how important is it that you trust a charity before giving to it?

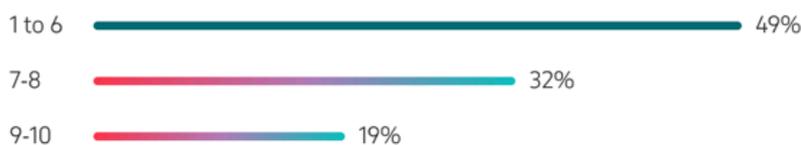


### Trust in charity

1 = Not trust at all

10 = Completely trust

In general, on a 10-point scale, how much do you trust charities?



Data source: give.org—Donor trust report, 2018

Figura 8 . Opinione dei donatori sugli enti non-profit.

### *Energia*

La Blockchain potrebbe essere utilizzata per creare reti peer-to-peer di produttori di energia in cui ogni Cittadino produttore possa produrre e vendere l'energia al suo vicino.

### *Logistica*

La tecnologia Blockchain ha un grande potenziale nell'ottimizzare i costi ed i tempi associate alla documentazione di trasporto. Si pensi che oggi la spedizione di merci

refrigerate dall'Africa all'Europa passa approssimativamente attraverso 30 persone ed organizzazioni, con più di 200 comunicazioni ed interazioni fra queste parti [12].

#### *Modelli di governance*

L'uso della Blockchain consente di definire modelli di governance basati su consorzi attraverso la collaborazione fra le altre parti [10].

#### *Arte*

Per quanto riguarda le applicazioni della Blockchain relative a questa a rea si rimanda agli approfondimenti del prossimo capitolo.

## **Capitolo 3 – Applicazione della Blockchain al settore dei beni culturali**

Il settore dei beni culturali è intrinsecamente lontano dalla digitalizzazione rispetto alle altre tipologie di business (per via dell'output e del pubblico). Di conseguenza, le applicazioni basate sulla Blockchain potrebbero risultare di difficile accettazione da parte degli operatori coinvolti. Lo scopo della tesi è proprio dimostrare attraverso la descrizione di applicazioni rilevanti e innovative come invece possano essere utili ed avere un grande impatto su un grande numero di aspetti del mercato dell'arte, ed in particolare, sulla trasparenza.

La Blockchain può avere molteplici utilizzi nel settore dei beni culturali, quali la registrazione della provenienza e dell'autenticità, digital scarcity per le opere d'arte virtuali, fractional equity come forma d'investimento e nuove forme di gestione del copyright [34]. Essa ha un notevole impatto sull'imprenditorialità nel settore artistico e sull'accessibilità delle opere. Nonostante alle opere d'arte siano legati valori socio-culturali non riconducibili al solo aspetto finanziario, la Blockchain può cambiare profondamente il modo in cui le opere d'arte circolano nei mercati, come riassunto in Figura 9. Di seguito descriviamo le possibilità di applicazione della Blockchain nel settore considerato.

### **Provenienza e autenticità**

La provenienza descrive la catena di proprietà di un'opera d'arte. La ricerca della provenienza di un'opera d'arte è un'attività che richiede molto tempo quando si prepara

una mostra. È anche un aspetto centrale per i musei, si pensi, ad esempio, al progetto “Provenance Research Project” del MOMA di New York che aveva lo scopo di studiare la provenienza di opere d’arte sottratte agli ebrei durante la seconda guerra mondiale. Conoscere la provenienza di un’opera d’arte è rilevante non solo per stabilirne il prezzo, ma anche per poterla vendere. La Blockchain può consentire di documentare e di dimostrare il possesso di un’opera d’arte. Se nel database della Blockchain andiamo a registrare il titolo legale di possesso di un’opera d’arte, la proprietà legale diventa inseparabile dalla provenienza.

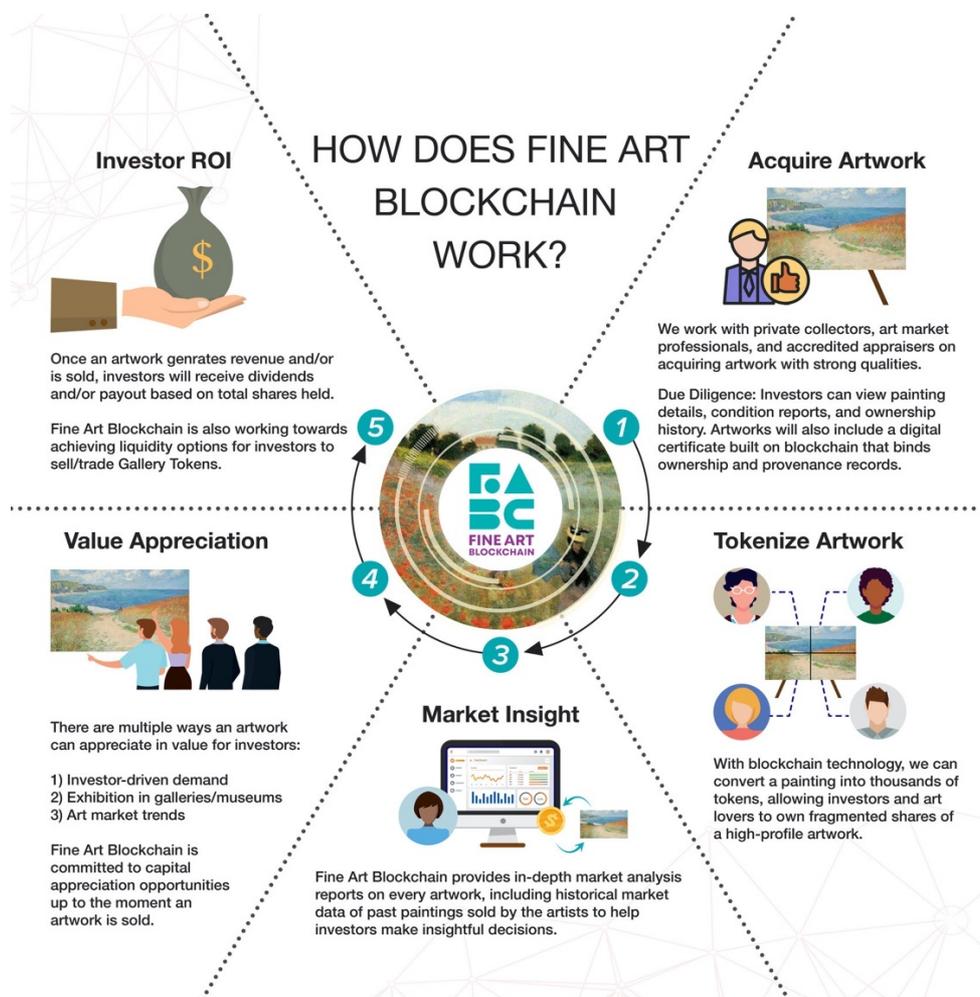


Figura 9. Applicazione della Blockchain al mercato delle opere d’arte [7].

L'autenticità di un'opera d'arte può essere determinata in diversi modi, quali il parere di un esperto, l'analisi scientifica ed il certificato di autenticità. Il certificato di autenticità realizza l'autenticazione mediante un contratto. La difficoltà sta nel collegare i record della Blockchain all'opera d'arte fisica.

### Riproduzione di opere d'arte digitali (**digital scarcity**)

La Blockchain può essere molto utile per risolvere uno dei problemi tipici dell'arte digitale: come creare una edizione limitata di un'opera digitale che può essere riprodotta facilmente. Nel 2014 McCoy e Dash hanno creato un progetto, Monegraph, che consente agli artisti di registrare i loro lavori digitali sulla Blockchain e di specificare le condizioni ed i diritti di condivisione del loro lavoro. In questo modo "copia e incolla" diventa un atto di "creazione e distruzione" (della proprietà) [35].

È ovvio che non è possibile impedire a qualcuno di fare una copia di un'opera digitale in suo possesso, quello che si ottiene con la digital scarcity è che essa ridefinisce il concetto di proprietà [19]. Un oggetto (anche digitale) ha valore se è possibile trasferirne la proprietà. Il controllo che uno riesce ad avere su uno oggetto rimane legato ad un'applicazione. Ad esempio, un artista può stabilire di limitare il numero di copie a 100 su di una piattaforma, quale Verisart, quella proposta nel caso di studi. Non potrà modificare il numero di copie successivamente. Tramite la Blockchain di Verisart si è sicuri del trasferimento della proprietà dell'opera. Quindi è possibile che una persona abbia l'opera (i suoi bit) sul suo computer, ma non la possiede più e non può ricavarne valore. La Blockchain trasferisce la proprietà dell'opera, ma la transazione non distrugge

la copia dell'opera posseduta dal proprietario precedente, distrugge solo il "valore" attribuito alla copia originale [35].

Un caso di successo dell'uso della Blockchain nelle opere d'arte digitali sono i Criptokitties, un servizio offerto da Axiom Zen che consente l'acquisto, la fruizione e la vendita di gatti digitali. Ne sono stati venduti più di un milione, alcuni gatti sono mostrati in Figura 10. Un designer codifica un template per i gatti digitali, il codice di ogni gatto determina i suoi attributi fisici, come il DNA. Così chi acquista un criptogatto sa che è unico, perché è costruito grazie alla Blockchain e non può essere copiato.

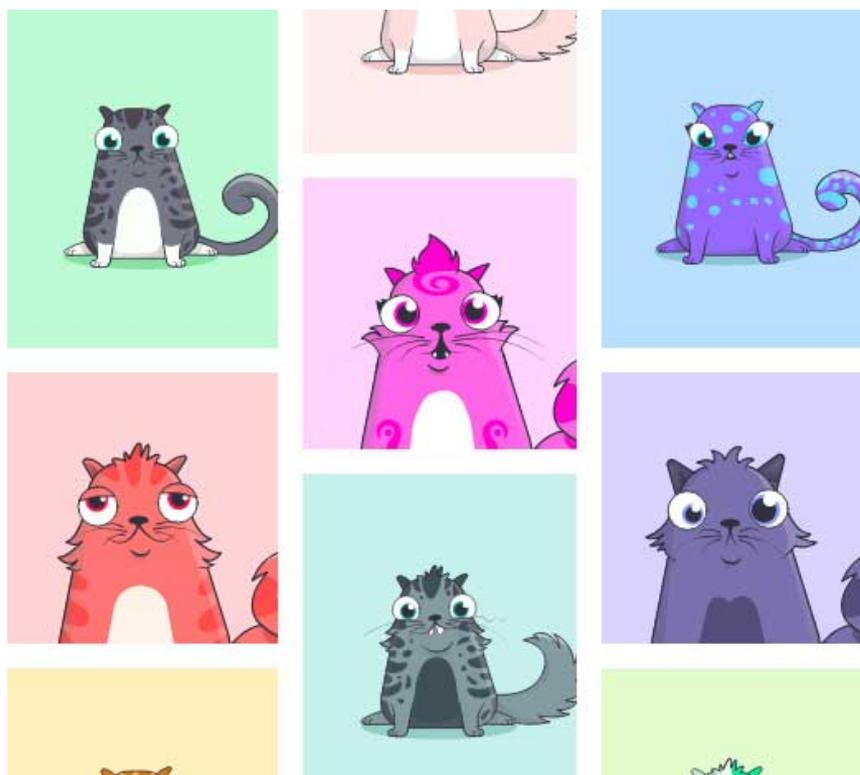


Figura 10. Criptokitties<sup>8</sup>

---

<sup>8</sup> <http://www.cryptokitties.co>

## Tokenizzazione o Fractional equity

L'idea di base della tokenizzazione è che anche un piccolo investitore possa possedere una piccola parte di un Picasso dal valore di molti milioni di dollari. L'idea è che il titolo di possesso possa essere scambiato senza che sia venduta l'opera reale [1].

Una delle principali aziende del settore è Maecenas, con più di 15 milioni di dollari in investimenti. Nel 2018 ha venduto il 31% di un'opera tokenizzata, 14 Small Electric Chairs (1980) di Warhol, per \$1.7m, mostrata in Figura 11. E' stata la prima compagnia a fare una cosa del genere.



Figura 11. La prima opera tokenizzata [1].

Cosa ne è dell'opera? Essa è stata venduta dalla London gallery Dadiani Fine Art, insieme a Maecenas, che ora ha chiuso. Eleesa Dadiani, la fondatrice della galleria, dice che non ha ancora deciso quale sarà lo spazio fisico in cui collocarla. Il quadro al momento è custodito in svizzera e si pensa di tokenizzare il rimanente 68.5%.

I pareri sul futuro di questa modalità di commercio delle opere d'arte sono divisi. Secondo Frédéric de Senarclens, fondatore di ArtMarketGuru, è difficile creare liquidità in questo campo poiché la base dei clienti interessati non è ampia. A riprova di ciò, nel 2019, un report della Deloitte su Arte and Finance afferma che solo il 19% dei collezionisti e professionisti del settore artistico si dichiara interessato alla proprietà frazionata (Figura 12).

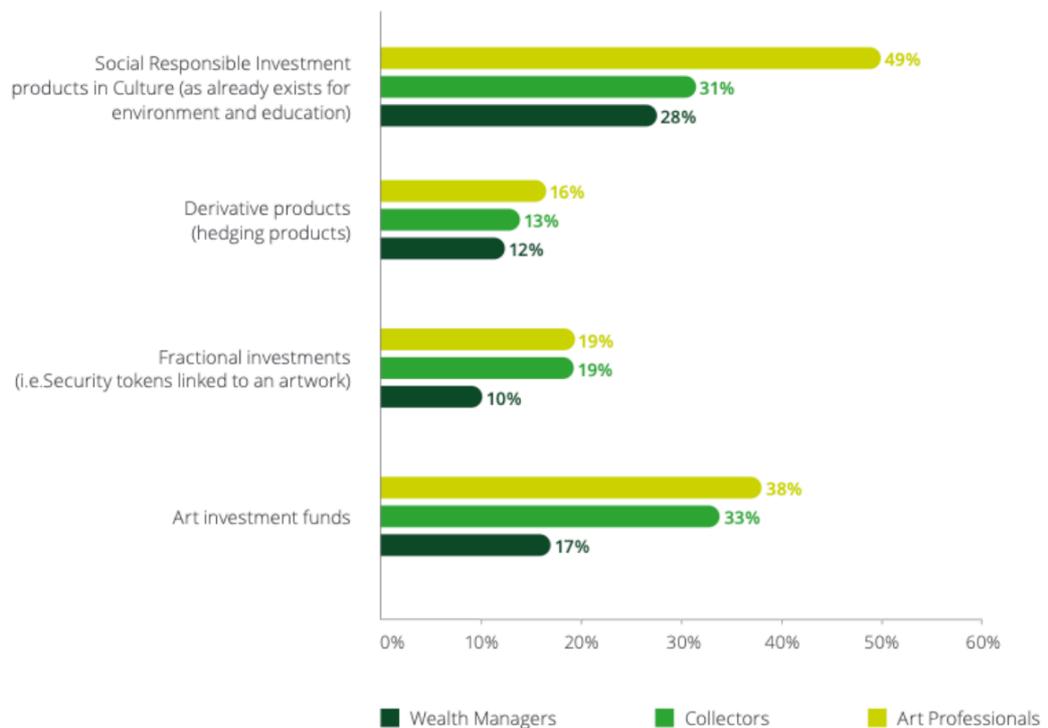


Figura 12. Interesse dei professionisti per le varie forme di investimento [11]

## Croudfunding

I token possono essere usati anche per il croudfunding di progetti artistici che gli investitori possono possedere interamente o parzialmente. Chiunque voglia contribuire al finanziamento di un progetto artistico può ricevere una proporzionale condivisione del valore tokenizzato del progetto, in accordo a quanto stipulato in uno smart contract.

*In Italia nasce il progetto Italian Wonders per la valorizzazione dei beni culturali nel territorio italiano ai tempi di COVID-19. La piattaforma consente agli enti culturali, sia privati che pubblici, di offrire al pubblico la propria arte sotto forma di token. Il ricavato ottenuto dalla vendita sarà inoltre volontariamente devoluto ai comuni in base all'appartenenza territoriale e simbolica della singola opera d'arte e/o monumento [27].*

In Figura 13 è mostrata l'offerta di un token della Basilica di San Marco al costo di €50,00 su Blockchain Ethereum<sup>9</sup>, la seconda piattaforma di criptovaluta dopo Bitcoin.

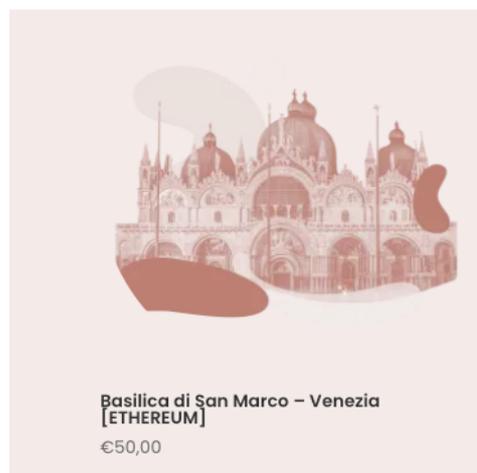


Fig.13. La basilica di San Marco tokenizzata <sup>10</sup>.

---

<sup>9</sup> <https://en.wikipedia.org/wiki/Ethereum>

<sup>10</sup> <https://www.italianwonders.io/>

## Rights management

I token consentono di definire opzioni per la gestione dei diritti ed il regolamento di questi. Ciò significa che offrono agli artisti migliore protezione dei diritti intellettuali ed una maggiore trasparenza del mercato su chi usufruisce dell'opera d'arte. Di conseguenza le royalties vengono attribuite in tempo reale al possessore/i dell'opera.

Un esempio di piattaforma per la gestione dei diritti digitali delle immagini è KODAKOne<sup>11</sup>. L'obiettivo di questo servizio basato su Blockchain è di evitare che le immagini riprodotte sul web vengano usate in modo pirata. Per evitare ciò, le immagini registrate sul registro blockchain vengono cercate nei vari siti web e segnalate. Una rete di legali provvede a dirimere le controversie. La piattaforma non ha solo l'obiettivo di proteggere il copyright, ma anche di rendere le opere dei fotografi più accessibili.

Ci si aspetta una crescita di questo tipo di servizi relativi a questo modello di proprietà e che ricompensino i creatori che condividono i contenuti sulla piattaforma. Il futuro potrebbe essere una piattaforma tipo Instagram in cui i produttori di contenuti vengono pagati per la pubblicità che viene mostrata ai followers [17].

## Preservare il patrimonio culturale

I reperti archeologici sono costantemente soggetti a furto o a deterioramenti dovuti allo scorrere del tempo o alle condizioni atmosferiche. Per cui può essere molto

---

<sup>11</sup> <https://www.kodakone.com>

rilevante disporre di un catalogo dei reperti al fine di preservarne le informazioni. Questo può essere utile per gli archeologi, ma anche per gli operatori museali e per coloro che operano nell'ambito dell'arte.

Il progetto Kapu vuole catalogare in modo sicuro ed univoco i reperti al fine di preservarne le informazioni per l'eternità attraverso l'utilizzo della Blockchain.

La startup è nata dall'idea di Martino Merola, fondatore e CEO di Kapu, nome derivato dal nome antico di Capua, città dove Merola è nato. I dati collegati ai reperti antichi sono gestiti attraverso un sistema condiviso, senza intermediari, che permette alle parti interessate di condividere le informazioni in modo sicuro e veloce.



Figura 14. La criptovaluta Kapu [29].

Per finanziare il progetto è stata creata una criptovaluta, Kapu, la cui immagine è in Figura 14.

Kapu è un progetto ecosostenibile, poiché richiede un hardware meno complesso rispetto al Bitcoin e consuma meno energia. Esso utilizza un sistema basato su delegati,

51 nodi in totale, che sono eletti dalla rete. La convalida dei blocchi non si estende a tutti i nodi della rete, ma solo ai delegati [6].

## Opere d'arte derivate

Un'altra applicazione della tokenizzazione sono le opere d'arte derivate. Tramite uno smart contract con l'acquisto della frazione di un'opera si può avere l'accesso ad un'opera d'arte derivata, quali arrangiamenti musicali, versioni di immagini in movimento, materiale letterario o riproduzioni dell'opera (ad esempio, una riproduzione digitale).

Alternativamente, si può accedere a dei media digitali che integrano l'opera fisica, quali un video che documenta la produzione dell'opera, o visualizzazioni in realtà aumentata. Poiché i token collegano l'opera d'arte reale alla controparte digitale, la parte digitale diventa parte dell'opera fisica, incrementandone il valore. I token artistici consentono di creare nuove espressioni grafiche, come gamification, e portano alla fusione di arte, realtà virtuale e gioco.

Figura 15 mostra un esempio di un quadro che viene animato in realtà aumentata: la terza pietra in testa all'uomo cade. Un altro esempio in Figura 16 mostra un dipinto di Madur Kumar che raffigura una donna migrante. Al dipinto è associata una registrazione della voce della donna. Alcuni dipinti hanno associato un video in cui le donne narrano la propria storia.



Figura 15. Un esempio di arte derivativa.



Figura 16. Le storie delle donne migranti in realtà aumentata<sup>12</sup>.

La tokenizzazione consente di associare questi materiali aggiuntivi alle persone che sono proprietarie dei token, rendendoli privilegiati rispetto agli utenti normali.

<sup>12</sup> <https://www.cbc.ca/arts/with-huge-portraits-and-augmented-reality-madhu-kumar-brings-you-the-real-voices-of-immigrant-women-1.5194154>

Questa può essere oggetto di un costo aggiuntivo per un visitatore del museo che voglia sperimentare le nuove tecnologie. In ogni caso, l'idea alla base è di fare in modo di spingere i visitatori ad utilizzare il cellulare per uno sguardo più approfondito, piuttosto che essere distratti da esso.

### Smart canvas

Gli artefatti artistici digitali possono essere visualizzati nel mondo fisico in diversi modi, inclusi gli smart canvas (cornici intelligenti), che visualizzano un'opera d'arte di cui può essere provata la proprietà attraverso un token.

L'utente acquista un'opera da una libreria e poi può visualizzarla sullo schermo digitale ad alta definizione, come fosse un vero quadro. La figura seguente mostra come sia facile scegliere le opere da uno smarphone (Figura 17 (a)) e come un'opera possa essere visualizzata in due tipi diversi di canvas (Figura 17 (b)).

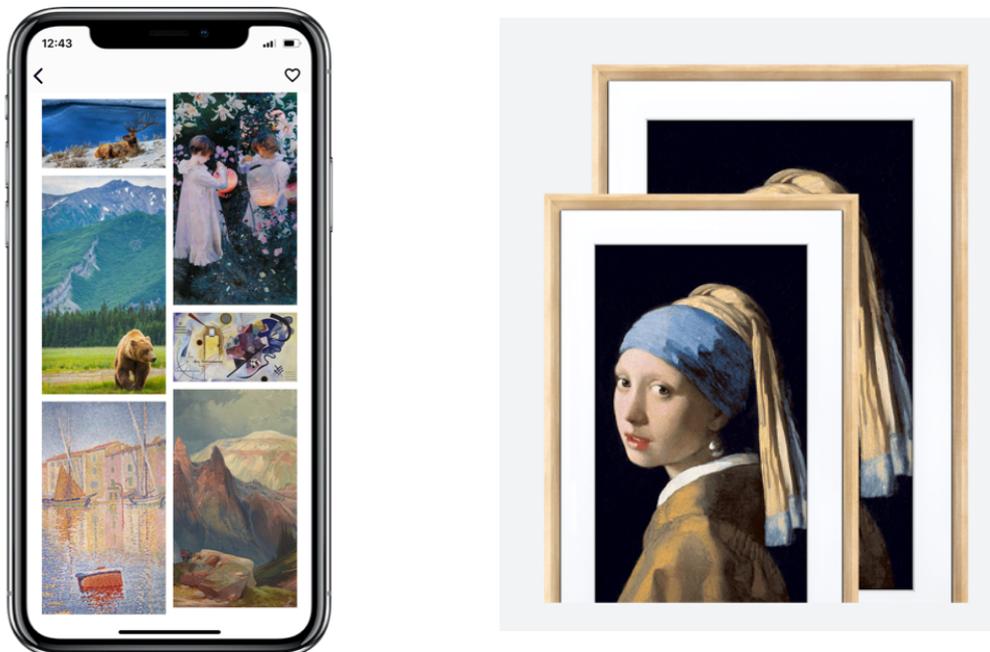


Figura 17. Accesso ad una collezione di opere d'arte via smartphone e due tipi di canvas [24].

Meural [24] fornisce un servizio molto innovativo, un programma di abbonamento simile a Spotify per la fruizione delle opere d'arte. E' possibile visualizzare anche proprie fotografie che devono essere caricate sul server. Figura 18, mostra come sia possibile far ruotare la visualizzazione delle opere d'arte negli stessi canvas in un ambiente reale.



Figura 18. Esempi di Smart Canvas con rotazione di immagini [24].

## Musei

I Musei possono trarre molteplici benefici dall'utilizzo della Blockchain [31]. Di seguito riportiamo alcuni esempi.

### *Accessibilità*

Stiamo assistendo ad un cambiamento di paradigma nel modo in cui i collezionisti privati condividono le proprie collezioni per il bene di una società più ampia. I collezionisti si sentono più dei curatori dell'opera che dei proprietari. Questa attitudine può essere favorita dall'utilizzo delle nuove tecnologie che consentono di rendere le collezioni private accessibili al pubblico.

Un registro condiviso accessibile che sia aggiornato permette di mettere in contatto gli espositori con i collezionisti d'arte. Ad esempio, un collezionista potrebbe dichiarare di essere disposto ad esporre le opere da lui possedute nei musei. I curatori potrebbero tener conto di queste informazioni nel pianificare le esposizioni, con risparmio di tempo e risorse da ambo le parti.

Anche i musei potrebbero scambiare più facilmente collezioni e collaborare. Si può pensare a degli accordi di viaggio basati su smart contract. Si potrebbe creare un database globale affidabile delle arti.

In particolare, un museo potrebbe offrire ai visitatori la fruizione di un'opera d'arte specifica pagando una porzione del suo prezzo, e dei suoi costi di manutenzione e restauro.

Un esempio di piattaforma che rende accessibili le opere d'arte è WUNDER<sup>13</sup>. Basata su Blockchain, ha lo scopo di consentire di avere una esperienza museale in ogni luogo ed in ogni momento, creando musei decentralizzati. I "mecenati" pagano un contributo mensile per accedere alla piattaforma. Possono anche accedere ad uno

---

<sup>13</sup> <https://www.museumnext.com/article/how-blockchain-could-change-the-museum-industry/>

spazio virtuale comune che rappresenta uno spazio museale. In tal modo ogni artista può essere raggiunto in maniera molto più agevole nel momento in cui le sue opere sono trasportate in uno spazio condiviso ed accessibili attraverso i vari dispositivi elettronici, dal tablet al visore VR.

WUNDER si basa su di un protocollo specifico, patron, che permette di commercializzare l'arte digitale attraverso l'uso dei token. Nel periodo di sottoscrizione di 30 giorni, il sottoscrittore può vedere l'opera o acquistarne una frazione, cosa che gli consente di averne l'accesso permanente. In tal modo questi può condividere i guadagni derivati da questo nuovo servizio offerto: Art-as-a-Service. Il protocollo patron effettua otto copie dell'opera originale, di cui una rimane all'artista, una alla piattaforma e le altre sono disponibili per il mercato.

#### *Royalties*

Attraverso gli smart contract un'opera d'arte può essere prestata ad un museo o ad una galleria.

Lo Smart Contract consente di definire in dettaglio molti aspetti, quale la cauzione dell'opera che viene fissata quando l'opera viene prestata e l'interesse che viene fornito al proprietario/i, più di un proprietario se l'opera è tokenizzata. Le royalties sarebbero automaticamente versate al proprietario dell'opera in tempo reale, sulla base del numero di persone che ha acquistato i biglietti per vedere l'opera.

#### *Cryptocurrencies*

La criprovaluta applicate ai musei potrebbe cambiare il modo in cui sono collezionati i reperti archeologici o il modo con cui compriamo i biglietti per accedere al museo. Essa può consentire pagamenti dematerializzati di opere del museo e di biglietti.

Una forma di crowdfunding che può essere vista come un atto di micro-mecenatismo, con la verifica della destinazione dei fondi attraverso smart contract.

#### *Memoria Digitale e preservazione*

La Blockchain può essere utilizzata per sviluppare nuove soluzioni per la conservazione preventiva delle opere, assicurando la memoria digitale alle generazioni future.

In precedenza abbiamo menzionato il progetto Kapu. Un altro esempio è dato dal lavoro svolto da Haltadefinizione per Casa Boschi, che espone più di 300 opere [23]. Le opere ivi raccolte, come tutte le opere d'arte, sono sottoposte alle variazioni climatiche. Sono state digitalizzate e archiviate tramite Blockchain, che garantisce la loro certificazione. Il loro stato verrà controllato nel tempo per verificare se subiscono delle variazioni cromatiche attraverso algoritmi di machine learning, in modo tale da essere allertati ed intervenire in caso di degrado dell'opera.

#### *Assicurazioni*

Le assicurazioni delle opere che viaggiano da e verso il museo sono un grosso problema [28]. Ad esempio, quando un collezionista presta ad museo una sua opera da esporre in una mostra il museo deve sottoscrivere una polizza assicurativa per il trasferimento dell'opera. Deve, pertanto, contattare una compagnia di assicurazioni e negoziare il valore dell'opera ed i termini della polizza.

Un sistema basato su Blockchain potrebbe collegare i diversi musei tra loro, le opere e le compagnie di assicurazione. Il sistema potrebbe offrire degli smart contract già programmati in cui siano stabiliti i termini e le clausole e che verifichino l'autenticità delle opere da assicurare. Detti contratti potrebbero anche includere un sistema per la gestione delle controversie. In tal modo, oltre ad avere massima semplificazione e trasparenza, si avrebbe anche che i costi di negoziazione fra le parti sarebbero nulli.

Uno dei principali vantaggi dell'uso della Blockchain nelle assicurazione di opere d'arte riguarda il pagamento di danni nel caso di un evento che era previsto in uno smart contract. La Blockchain prevede l'attivazione automatica dei pagamenti quando si verificano specifiche condizioni [3]. Uno smart contract di un'assicurazione dovrebbe automaticamente rilevare un furto o un danno ad un'opera d'arte, quale il danno effettuato dal turista che si siede sulle dita di una statua, avvenuto recentemente, o gli effetti catastrofici di un uragano, un'inondazione o un terremoto. Generalmente, in caso di disastri, è difficile provare la provenienza delle opere o la loro storia. Queste informazioni servono ai periti delle assicurazioni per valutare in quale misura il danno debba essere pagato. Il rimborso attraverso la Blockchain dovrebbe essere più veloce in quanto nello smart contract possono essere menzionate fonte di informazioni autorevoli, quali uno standard industriale come PCS® Catastrophe Loss Index<sup>14</sup>.

### Integrazione dei servizi ed interazione semplice

Affinché gli utenti si avvicinino a questo nuovo modo di fruire l'arte è fondamentale che l'interazione con i dispositivi elettronici sia il più immediata possibile.

Un esempio di tali applicazioni è il prototipo proposto dalla Deloitte's innovation lab, D.Lab, che ha l'obiettivo di connettere tutti i membri della comunità artistica, dagli investitori agli artisti, ai certificatori. Basato su Blockchain, consente il tracciamento delle opere d'arte, fornisce un marketplace trasparente ed una piattaforma di investimento [10].

---

<sup>14</sup> <https://www.verisk.com/insurance/products/property-claim-services/pcs-catastrophe-loss-index/>

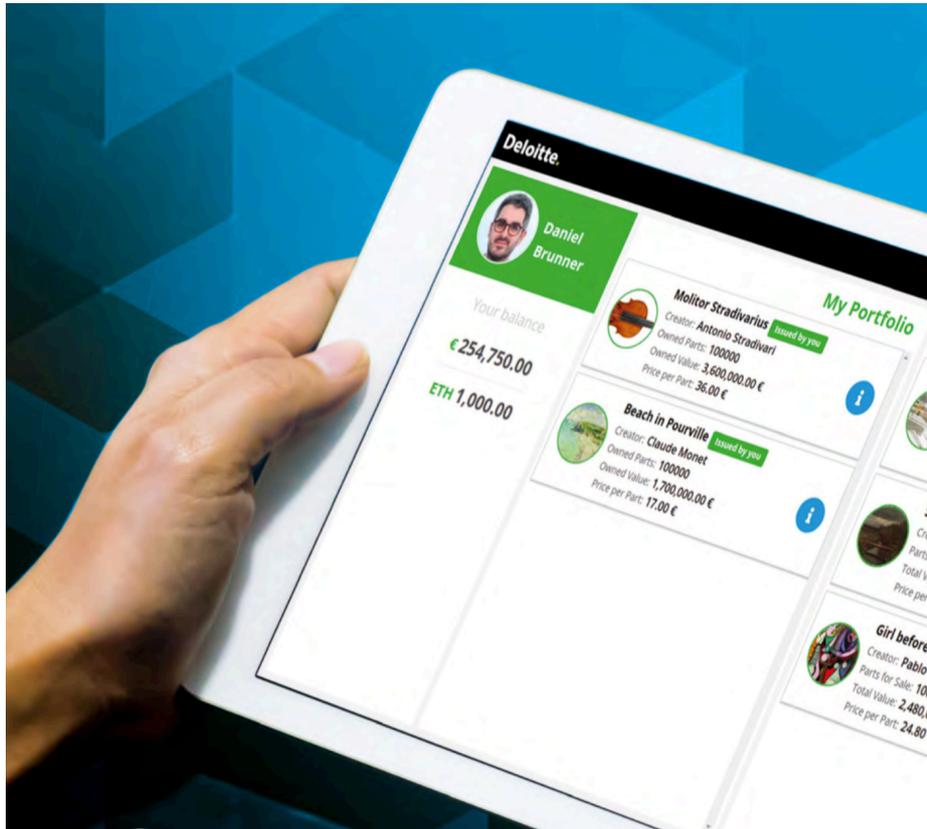


Figura 19. Un'applicazione che connette tutti gli aspetti dell'ecosistema dell'arte [11].

Grazie all'uso della Blockchain, l'utente può avere un certificato riconosciuto dell'opera d'arte, comprare e vendere opere d'arte certificate, investire in una frazione dell'opera. Figura 19 mostra una schermata dell'applicazione che consente di avere una ricapitolazione di tutte le opere e loro frazioni possedute dall'utente.

Per ogni opera d'arte, una finestra dettagliata permette a tutti gli utenti della piattaforma di avere informazioni su di essa. Tutte le informazioni importanti per certificare un'opera d'arte sono legate al suo token.

## Capitolo 4 – Caso di Studio: Verisart

La tecnologia continua a plasmare il mercato e l'industria dell'arte rendendo l'arte più accessibile e cambia le modalità con cui essa è promossa, scoperta, commercializzata e prodotta. Questo apre innumerevoli opportunità, basti pensare che negli ultimi otto anni le startup ArtTech hanno ricevuto approssimativamente 600 milioni di dollari di investimento.

Delle applicazioni presentate nel capitolo precedente in questo lavoro di tesi ne abbiamo approfondita una relativa alla gestione dei certificati digitali che accompagnano le opere d'arte. In particolare, come caso di studio è stata esaminata l'azienda Verisart<sup>15</sup>, la prima ad utilizzare la Blockchain per certificare le opere d'arte.

*Fondata nel:* 2015

*Management:* Robert Norton, CEO

*Investitori:*

Sinai Ventures, Galaxy Digital, and Rhodium

Verisart fornisce un certificato dell'opera basato su Blockchain ed una piattaforma per la verifica dei certificati. Essa è rivolta ad artisti, collezionisti, gallerie ed attività di eCommerce. Ha lo scopo di favorire la fiducia ed accrescere la liquidità nel mercato dell'arte.

Creando certificati digitali attraverso l'uso della tecnologia Blockchain, Verisart offre identità immutabili ad opere d'arte fisiche ed aiuta a ridurre attività fraudolente e

---

<sup>15</sup> <https://verisart.com>

riproduzioni non autorizzate. La piattaforma combina servizi di certificazione, provenienza e registrazione basati sulla Blockchain Bitcoin. Sono, inoltre, offerti servizi di classificazione museale, timestamp Bitcoin e verifica delle immagini. Gli utenti ottengono un certificato personalizzabile che può essere facilmente aggiornato e trasferito.

## Milestones

Nel 2015 la start-up ha iniziato con una app mobile iOS per gli artisti. Per il primo anno esisteva solo l'applicazione per il cellulare; verso la fine del 2016 è stata rilasciata l'applicazione web. Nel 2017 l'applicazione è stata aperta a partner quali eBay, Paddle 8, Avant Arte, Vast Photos, e DACS [11]. Dal 2015 sono stati ottenuti tre finanziamenti da parte di finanziatori privati ed istituzionali. In particolare, Verisart ha ottenuto nel 2019 un finanziamento di \$2,5 m.

## Challenge

In un'intervista [11], il Ceo di Verisart Robert Norton, afferma che la più grande sfida è portare nell'azienda una cultura tecnologica ad altissimo livello che consenta agli sviluppatori di realizzare un prodotto all'avanguardia e sempre in linea con i cambiamenti richiesti dagli utenti. Per questo l'azienda necessita di personale tecnico altamente qualificato. Come per ogni startup, avere i migliori ingegneri è uno dei principali problemi per realizzare una piattaforma all'avanguardia. In ogni caso, sono convinti di offrire un servizio che ha un importante valore aggiunto. Si stanno, perciò, preparando a lanciare sottoscrizioni per utenti ed aziende. L'obiettivo è far sì che gli

utenti integrino i propri dati, abbiano fiducia nelle registrazioni del registro e colleghino le registrazioni agli oggetti fisici [11].

Oggi, agosto 2020, il piano differenziato di servizi offerti è disponibile sul sito web di Verisart. Sono previsti tre tipi di offerte, come mostrato in Figura 20: Basic (gratis), Premium con un costo di \$100 all'anno e Business per \$2.000 all'anno. Gli utenti Basic possono creare certificati per un singolo artista, condividerli sui social, verificare un certificato in real time inquadrando il QR con l'app e trasferire un certificato ad un nuovo proprietario. Gli utenti Premium, in aggiunta, possono personalizzare il design di un certificato, definire il controllo sulla privacy, caricare dati aggiuntivi (bulk upload) per le edizioni limitate e attaccare all'opera etichette, come in Figura 21. Gli utenti Business, oltre a poter fare tutto ciò che è consentito agli altri utenti, possono gestire molteplici artisti ed accedere alle API offerte da Verisart da utilizzare nello sviluppo di proprie applicazioni.

**PRICING**

Become a Premium or Business subscriber and enjoy benefits like customizing your certificate, enhanced privacy settings and easily certifying multiple works. Or sign up for the free Basic plan to create certificates for a single artist.

|   | BASIC<br><small>FREE, FOREVER</small> | PREMIUM<br><small>\$100/YEAR</small> |      | BUSINESS<br><small>\$2000/YEAR</small> |      |
|---|---------------------------------------|--------------------------------------|------|--|------|
|   |                                       | MONTH                                | YEAR | MONTH                                  | YEAR |
| Create certificates for a single artist | ✓                                     | ✓                                    | ✓    | ✓                                      | ✓    |
| Share via social media                  | ✓                                     | ✓                                    | ✓    | ✓                                      | ✓    |
| Print certificate PDF                   | ✓                                     | ✓                                    | ✓    | ✓                                      | ✓    |
| Verify certificate real-time            | ✓                                     | ✓                                    | ✓    | ✓                                      | ✓    |
| Transfer certificate to new owner       | ✓                                     | ✓                                    | ✓    | ✓                                      | ✓    |
| Customize the certificate design        |                                       | ✓                                    | ✓    | ✓                                      | ✓    |
| Set privacy controls                    |                                       | ✓                                    | ✓    | ✓                                      | ✓    |
| Bulk upload for limited editions        |                                       | ✓                                    | ✓    | ✓                                      | ✓    |
| Attach artwork label                    |                                       | ✓                                    | ✓    | ✓                                      | ✓    |
| Manage multiple artists                 |                                       |                                      |      | ✓                                      | ✓    |
| API access integration                  |                                       |                                      |      | ✓                                      | ✓    |
|   | <a href="#">MANAGE PLAN</a>           | <a href="#">GET PREMIUM</a>          |      | <a href="#">GET BUSINESS</a>           |      |

Figura 20. Tipi di account.

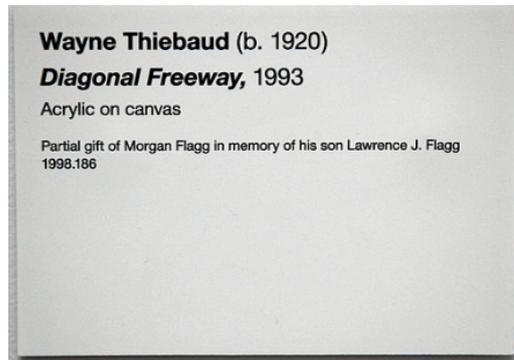


Figura 21. Un esempio di Artwork label.

## Prospettive a cinque anni

Norton cinque anni prima (2015) aveva sentito parlare per la prima volta della Blockchain. Da allora l'utilizzo della Blockchain per certificare la provenienza delle opere d'arte è un fatto assodato. Oggi si parte dall'architettura per la certificazione digitale e si va verso la gestione dei diritti degli artisti e la partecipazione frazionaria basata sul valore. L'obiettivo dell'azienda è ottenere la fiducia e fissare degli standard che consentano di verificare le affermazioni di possesso di un'opera durante la registrazione e la valutazione degli oggetti di diverse categorie. La loro intenzione è di fornire nuovi potenti strumenti per registrare, scoprire e commercializzare opere d'arte.

## Un esempio di Progetto innovativo

Un nuovo sito online di eCommerce di opere d'arte, Vide Atelier<sup>16</sup>, ha promosso un'iniziativa per rispondere agli effetti devastanti del COVID-19 sui guadagni degli artisti.

---

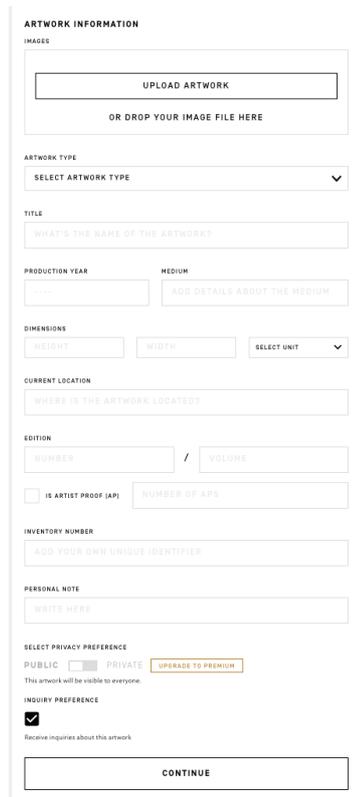
<sup>16</sup> <https://videatelier.org/>

Con il supporto di DACS, Marcel for Art e Verisart, tutte le stampe in edizioni limitate vendute daranno tutti i profitti agli artisti per intero, con 0% di commissione.

Ogni edizione è certificata usando il certificato di Verisart dando ai compratori fiducia sulla provenienza delle informazioni e trasparenza agli artisti su ogni vendita. Ogni transazione viene registrata permanentemente con la tecnologia Blockchain.

## Un esempio di utilizzo del servizio

Se l'utente si registra come artista può richiedere un certificato per la sua opera d'arte compilando il seguente form:



The form is titled "ARTWORK INFORMATION" and is divided into several sections:

- IMAGES:** A large box with "UPLOAD ARTWORK" and "OR DROP YOUR IMAGE FILE HERE".
- ARTWORK TYPE:** A dropdown menu labeled "SELECT ARTWORK TYPE".
- TITLE:** A text input field with the placeholder "WHAT'S THE NAME OF THE ARTWORK?".
- PRODUCTION YEAR:** A text input field.
- MEDIUM:** A text input field with the placeholder "ADD DETAILS ABOUT THE MEDIUM".
- DIMENSIONS:** Three input fields for "HEIGHT", "WIDTH", and "SELECT UNIT" (a dropdown menu).
- CURRENT LOCATION:** A text input field with the placeholder "WHERE IS THE ARTWORK LOCATED?".
- EDITION:** Two input fields for "NUMBER" and "VOLUME", separated by a slash. Below them is a checkbox for "IS ARTIST PROOF (AP)" and a text input for "NUMBER OF APS".
- INVENTORY NUMBER:** A text input field with the placeholder "ADD YOUR OWN UNIQUE IDENTIFIER".
- PERSONAL NOTE:** A text input field with the placeholder "WRITE HERE".
- SELECT PRIVACY PREFERENCE:** Radio buttons for "PUBLIC" and "PRIVATE", and a button for "UPGRADE TO PREMIUM". Below this is the text "This artwork will be visible to everyone."
- INQUIRY PREFERENCE:** A checked checkbox and the text "Receive inquiries about this artwork".
- CONTINUE:** A large button at the bottom.

Figura 22. Form di compilazione dati dell'artista.

Sono subito subito disponibili la preview del certificato, mostrata in Figura 23, (che è in stato “pending”, in attesa di essere approvato) ed il tracciato delle operazioni effettuate sull’opera e registrate nella Blockchain (Figura 24). In particolare, Figura 22 mostra l’ID dell’utente e il tempo in cui è stata registrata l’opera con la conseguente creazione del certificato.

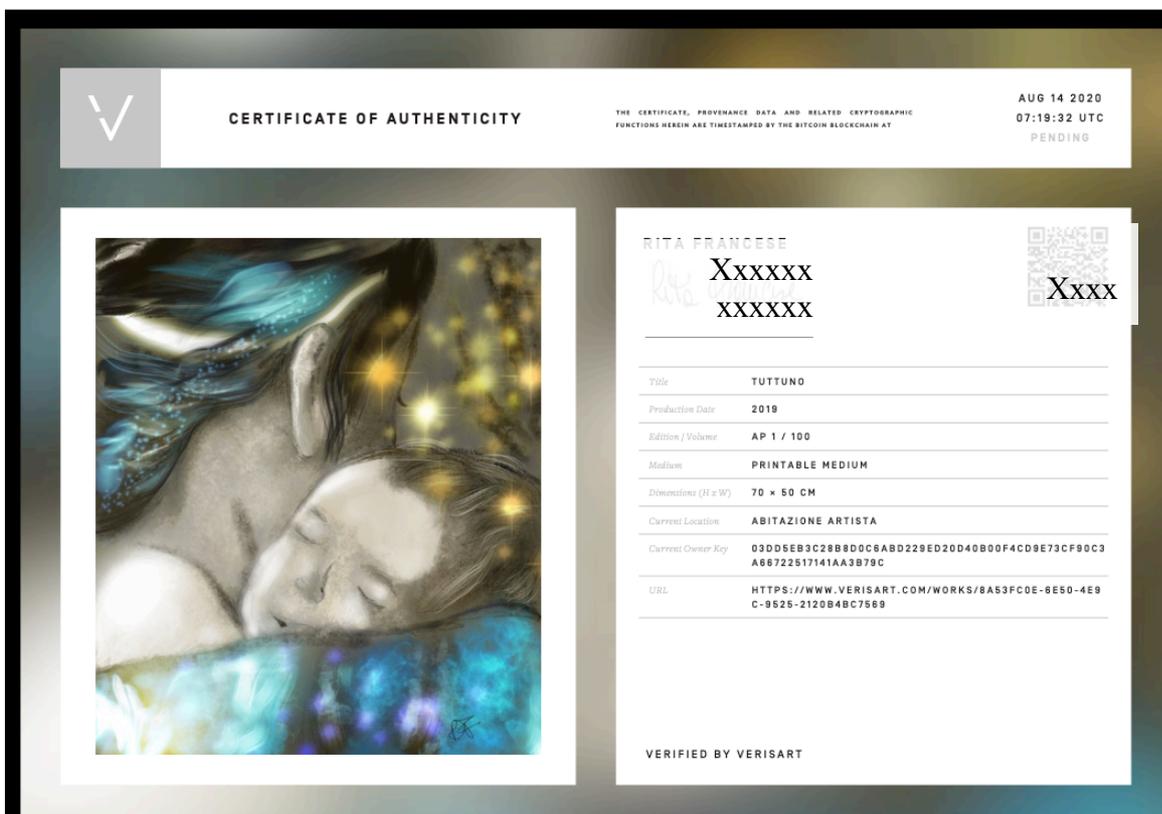


Figura 22. Preview del certificato in stato “Pending”.

| FILES   |                         |                          |
|---|-------------------------|--------------------------|
|  |                         |                          |
| HISTORY   |                         |                          |
| EVENT   | USER                    | TIMESTAMP                |
| 1 CREATED   | 03DD5EB3C28B8D0C6ABD... | AUG 14 2020 07:19:29 UTC |

Figura 23. Storia dell'opera registrata sulla Blockchain.

I dati richiesti per inserire l'opera nel catalogo sembrano molto approssimativi: nessun documento di riconoscimento dell'artista viene richiesto. Chiunque può registrare opere a nome di un altro. E poi, è veramente sua l'opera? Viene presa in input la firma dell'artista che poi viene posta sul certificato (oscurata dalle X in Figura 23).

L'artista riceve una email che spiega che il certificato non è ancora stato accettato (Figura 25). Quindi le opere vengono sottoposte a verifica, questo per evitare probabilmente che si ripeta quanto successo nel 2018, quando Terence Eden si registrò come proprietario di Monna Lisa (vedere paragrafo seguente)<sup>17</sup>.

<sup>17</sup> <https://bitsonline.com/blockchain-startup-mona-lisa-error/>



Se si scarica l'app Verisart, inquadrando il QR del certificato con la camera il telefono si collega al sito di Verisart e conferma la veridicità del certificato.

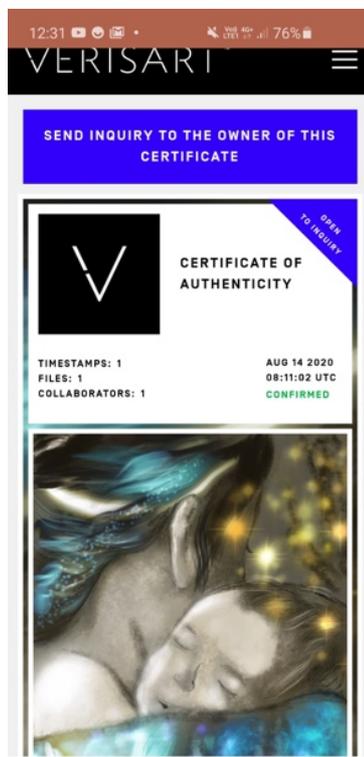


Figura 27. Verifica di autenticità del certificato.

## Uno spiacevole episodio

Therence Eden è un consulente operante nel settore delle applicazioni mobili<sup>18</sup>. Egli afferma che le transazioni possono essere ugualmente falsificate, a dispetto della robustezza del sistema su cui si basano. A riprova di ciò si iscrive sul sito di Verisart come artista e registra Monna Lisa come un quadro di sua proprietà, come si vede in Figura 28. Per l'immutabilità della Blockchain questa registrazione non può essere

---

<sup>18</sup> <https://bitsonline.com/blockchain-startup-mona-lisa-error/>



Secondo R. Huang [20], fondatore di FRESCO<sup>19</sup>, una rete basata su Blockchain dedicata all'arte, la registrazione di Eden di Monna Lisa sulla Blockchain non ha alcuna rilevanza perché nel mondo dell'arte la provenienza significa che tu devi dimostrare di essere il proprietario dell'opera d'arte nella vita reale, e devi anche dimostrare dove hai preso l'opera d'arte. Una persona qualsiasi che affermi di avere un Picasso non ha nessuna considerazione, deve essere un artista/collezionista/galleria d'arte verificabile per ottenere credito.

La provenienza in molti casi ha più valore dell'autenticità dell'opera stessa, poiché una provenienza affidabile indica che qualcuno ha già investito un notevole capitale in quel Picasso e può essere tracciata all'indietro proprietario per proprietario fino allo studio dell'artista. Quindi, ogni volta che si compra un'opera d'arte deve essere fatto da una sorgente verificabile. Quindi, la registrazione di Eden di Monna Lisa sulla piattaforma di Blockchain non ha alcun valore, poiché egli non può provare di possederla.

Un importante collezionista ha una reputazione da difendere. Per questo motivo, l'autenticità dell'opera d'arte è legata direttamente alla sua reputazione. Se vende un'opera falsa il suo accesso all'arte sarà per sempre interdetto.

## Competitors

Nonostante Verisart abbia il grande vantaggio di offrire una base di dati accessibile pubblicamente, un'altra azienda, Artory, è partita con un catalogo iniziale di opere sulla Blockchain [34]. Nell'autunno 2018 Artory ha registrato la Ebsworth Collection, venduta a Christie's New York per 318 milioni di dollari. Artory, come Verisart, offre un certificato di autenticità codificato nella Blockchain. Sono inclusi nel catalogo solo opere che sono

---

<sup>19</sup> <https://fresco.work>

state validate da organizzazioni partner, ad esempio gallerie d'arte. Il registro è "double-blind", significa che anche Artory non conosce l'identità dei collezionisti: essa lista solo le opere.

Un'altra compagnia che si interessa di arte e Blockchain si chiama Codex Protocol. E' partner di case d'asta come entry point della Blockchain. Uno dei partner è il consorzio Liveauctioneers, costituito da 5.000 case d'asta.

## Capitolo 5 – Conclusioni

In questo lavoro di tesi si è cercato di analizzare il fenomeno delle Blockchain, un fenomeno in continua evoluzione, di cui molti aspetti vanno ancora approfonditi. L'intento è stato in particolare, di contribuire a definire scientificamente le modalità di utilizzo di questa tecnologia nel contesto delle organizzazioni culturali, fornendo utili indicazioni circa i possibili benefici. Sembrava impensabile che una tecnologia così spinta potesse attecchire nel mondo dell'arte, un mondo intrinsecamente resistente alla digitalizzazione rispetto alle altre tipologie di business (per via dell'output e del pubblico).

Negli ultimi cinque anni le compagnie tecnologiche sono diventate attori rilevanti del mercato dell'arte e la Blockchain promuove delle innovazioni non indifferenti: è possibile creare una edizione limitata di un'opera digitale (digital scarcity) e anche di frazionare la proprietà di un'opera reale (tokenizzazione). Questo ultimo aspetto consiste nell'operare una forma di crowdfunding per sovvenzionare artisti o musei e possono anche essere visti come una forma di investimento. Le molteplici applicazioni della Blockchain spingono verso una più facile fruizione delle opere d'arte, ad esempio mettendo in contatto artisti ed espositori in modo agevole, stipulando contratti trasparenti (smart contract) per l'erogazione delle royalties.

I risultati dell'adozione di queste tecnologie nell'ambito del mercato dell'arte consentiranno che questo accresca in termini di trasparenza, efficienza e liquidità. Di questo ne beneficeranno gli artisti, i collezionisti d'arte, i musei e tutti gli attori che ruotano nell'ecosistema dell'arte e che si preparano a questa nuova realtà [11].

Tra le applicazioni individuate, è stato esaminato un caso di studio sull'utilizzo della Blockchain per la gestione sicura dei certificati delle opere d'arte, la startup Verisart. Sono stati discussi in modo critico i pro ed i contro dei servizi offerti nel caso di studio. Mentre è molto utile la tracciabilità di tutte le transazioni relative ad un'opera d'arte, emerge qualche problema nell'inserimento iniziale dell'opera nell'archivio: chiunque può attribuirsi un'opera non propria o un'opera famosa di cui non è il proprietario. Ma questo succede comunemente con le opere d'arte: si acquistano solo da fornitori altamente qualificati. Il problema che si è evidenziato è la necessità di un'autorità che certifichi la proprietà al momento di inserirla nella Blockchain, risolto da altre aziende, quali Codex e Artory, che includono opere nel proprio catalogo solo se certificate da partner qualificati, ad esempio case d'asta.

Il problema preso in esame di maggior rilievo dal quale si possono prendere spunti per possibili sviluppi futuri e dove bisogna concentrare l'attenzione dei prossimi anni è il "Blockchain air gap" tra il catalogo della Blockchain e l'opera d'arte fisica. Se il certificato è vero, cosa si può dire sull'opera d'arte che lo accompagna? Diciamo che un passo in più è stato fatto, nella realtà si può anche esibire un certificato falso, ma il collegamento della registrazione dell'opera sulla Blockchain e la sua controparte fisica rimane la sfida che compagnie come Verisart, Artory, e Codex devono affrontare. Si pensa ad impronte digitali dell'opera, analisi del suo DNA... Le aziende stanno esplorando tutte le possibilità, ma la sfida è ancora aperta.

Una critica, mossa da Shneider [30] è che molti dei sistemi esaminati per la tokenizzazione o la verifica delle opere d'arte sono delle "piattaforme" che offrono dei servizi. Ma, giustamente, cos'è una piattaforma se non un intermediario? Esse caricano dei costi in cambio dei loro servizi, anche se molto bassi. Quanto è il software che si utilizza per gli Smart Contract affidabile? Stiamo trasferendo il nostro concetto di "trust" dalle persone (gallerie o case d'asta) ai programmatori degli Smart Contract? Molte sono le domande a cui si deve ancora trovare una risposta.

In conclusione, il lavoro di tesi ha contribuito a definire scientificamente il fenomeno dell'applicazione della Blockchain nel settore dei beni culturali, un'area che per la sua natura umanistica poteva sembrare estranea all'applicazione di tecnologie informatiche spinte, quali quella considerata. Sono stati esaminati degli ambiti di applicazione innovativi che stanno rivoluzionando il modo di operare degli addetti del settore e che rendono le opere d'arte più accessibili, fruibili e più interessanti anche ad un pubblico di nativi digitali. Inoltre, si sono definiti i pro ma anche i contro che sono stati riscontrati nel caso studio preso in esame, caso di un'azienda che gestisce e certifica la veridicità di un certificato di autenticità, ma è ancora lontana, come accade nel mondo non digitale, dallo stabilire l'autenticità e la reale proprietà di un'opera d'arte. Queste problematiche relate al collegamento fra l'opera reale e la sua registrazione sulla Blockchain sono di grande rilievo e su di esse va concentrata l'attenzione dei prossimi anni per possibili sviluppi futuri.

# Riferimenti

[1]. G. Adam, Piece by piece: the issues with fractional ownership of art (2019), <https://www.theartnewspaper.com/comment/piece-by-piece-is-fractional-ownership-working>

[2]. D. Allesie, M. Sobolewski and L. Vaccari, Blockchain for digital government (2019)<https://joinup.ec.europa.eu/sites/default/files/document/2019-04/JRC115049%20Blockchain%20for%20digital%20government.pdf>

[3]. artmarket.guru (2017) BLOCKCHAIN TECHNOLOGY AND INSURANCE IN THE ART MARKET. <https://www.artmarket.guru/le-journal/blockchain/blockchain-technology-and-insurance/>

[4]. Basile, Mariano, et al. "A Blockchain-based support to safeguarding the Cultural Heritage." *EVA Proceedings of the Electronic Imaging & the Visual Arts*, edited by V. Cappellini(2019): 64-73.

[5]. M. Bellini, Blockchain: cos'è, come funziona e gli ambiti applicativi in Italia, <https://www.blockchain4innovation.it/esperti/blockchain-perche-e-cosi-importante/>

[6]. C. Buratti (2018) KAPU: la criptomoneta che conserva e rende immutabili i dati archeologici. <https://impact.startupitalia.eu/2018/11/07/kapu-la-criptomoneta-conserva-rende-immutabili-dati-archeologici/>

[7]. M. S. Cho, Tokenization of Alternative Assets: Artwork. <https://medium.com/codechain/tokenization-of-alternative-assets-artwork-10d8c8697807>

[8]. Ch'ng, Eugene. "The first original copy and the role of Blockchain in the reproduction of cultural heritage." *Presence: virtual and augmented reality* 27, no. 1 (2019): 151-162.

[9]. Ciucciovino, Con la Blockchain mercato del lavoro più efficiente (2018).[https://www.ilsole24ore.com/art/con-Blockchain-mercato-lavoro-piu-efficiente-AEz22xcF?refresh\\_ce=1](https://www.ilsole24ore.com/art/con-Blockchain-mercato-lavoro-piu-efficiente-AEz22xcF?refresh_ce=1)

[10]. Deloitte. 5 Blockchain Trends for 2020. <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/ie/Documents/Consulting/Blockchain-Trends-2020-report.pdf>

- [11]. Deloitte. Art & Finance Report 2019.  
<https://www2.deloitte.com/lu/en/pages/art-finance/articles/art-finance-report.html>
- [12]. DHL, Blockchain in logistics,  
<https://www.dhl.com/content/dam/dhl/global/core/documents/pdf/glo-core-Blockchain-trend-report.pdf>
- [13]. Exprivia/Italtel, Come la Blockchain rivoluziona i pagamenti digitali,  
<https://magazine.exprivia-italtel.com/come-la-Blockchain-rivoluziona-i-pagamenti-digitali>
- [14]. Drescher, Daniel. Blockchain basics. Vol. 276. Berkeley, CA: Apress, 2017.  
<https://theeye.unblockit.id/public/Books/Bibliotik/B/Blockchainbasics.pdf>
- [15]. D. Drubay, How Blockchain Can Impact Museums?  
<https://medium.com/@dianedrubby/how-blockchain-can-impact-museums-70f23a598697>
- [16]. L. Egitto, Perché le Blockchain di Stato e dei notai non sono Blockchain a tutti gli effetti (2019),  
[https://www.wired.it/internet/regole/2019/03/13/Blockchain-stato-italia-notai/?refresh\\_ce=](https://www.wired.it/internet/regole/2019/03/13/Blockchain-stato-italia-notai/?refresh_ce=)
- [17]. Future Today Institute, Token For Smart Royalties and Freelancers (2020)  
<https://futuretodayinstitute.com/trend/tokens-for-smart-royalties-and-freelancers/>
- [18]. S. P. Hanson, Blockchain per registrare le opere d'arte come i Bitcoin, Il Giornale dell'Arte, n. 384, 2018 .  
<https://www.ilgiornaledellarte.com/articoli/2018/3/129018.html>
- [19]. J. H. Hoepman (2019) On scarcity and the blockchain.  
<https://www.cqure.nl/en/knowledge-platform/on-scarcity-and-the-blockchain>
- [20]. R. Huang, Why A Random Mona Lisa Provenance Will Not Matter On Blockchain (2018). <https://medium.com/hry-publication/why-a-random-mona-lisa-provenance-will-not-matter-on-blockchain-efabb665703b>
- [21]. Gupta, M.: Blockchain for Dummies, IBM Limited Edition. Wiley, Hoboken NJ (2017)

[22]. M. Krusche, How Blockchain Technology will Change the eHealth Industry (2018). <https://www.digitalhealthnews.eu/opinion/5552-how-Blockchain-technology-will-change-the-ehealth-industry>

[23]. Maccaferri, Un archivio digitale (con Blockchain) per salvare Casa Boschi, il Sole24ore (2020). <https://www.ilsole24ore.com/art/un-archivio-digitale-con-Blockchain-salvare-casa-boschi-AEhjCoyE>

[24]. Meural, <https://meural.netgear.com>

[25]. Ministero per i beni e le attività culturali. Piano Triennale per la Digitalizzazione e l'Innovazione dei Musei. <http://musei.beniculturali.it/wp-content/uploads/2019/08/Piano-Triennale-per-la-Digitalizzazione-e-l'Innovazione-dei-Musei.pdf>

[26]. S. Mire, Blockchain For Crowdfunding: 8 Possible Use Cases (2018) <https://www.disruptordaily.com/Blockchain-use-cases-crowdfunding/>

[27]. Newsagent, Arte e cultura diventano digitali con la tecnologia Blockchain. Al via una raccolta fondi per sostenere i Comuni (2020) <https://newsagent.it/Blockchain-italia-patrimonio-arte-cultura-raccolta-fondi/>

[28]. R. Piselli, S. Segnalini, Blockchain e arte: quali vantaggi per operatori e utenti. Financial Community Hub. <https://fchub.it/Blockchain-e-arte-quali-vantaggi-per-operatori-e-utenti/>

[29]. sasslive.it. Come la tecnologia Blockchain può essere utile per preservare il patrimonio culturale, <https://www.sasslive.it/economia/come-la-tecnologia-Blockchain-puo-essere-utile-per-preservare-il-patrimonio-culturale/>

[30]. T. Schneider, The Gray Market: How One Warhol Auction Embodies the Blind Spots of Many Blockchain Art Startups (and Other Insights) (2018) <https://news.artnet.com/opinion/gray-market-maecenas-blockchain-auction-1308482>

[31]. L. Styx, What does blockchain mean for art museums and could it bring transparency to the art market? (2019) <https://www.museumnext.com/article/how-blockchain-could-change-the-museum-industry/>

[32]. V. ZAVYALOVA, Il futuro dell'arte passa per la Blockchain, SCIENZA & TECH (2018), <https://it.rbth.com/scienza-e-tech/81861-il-futuro-dellarte-passa>.

[33]. M. Westall, A new online art shop Vide Atelier has launched a platform taking ZERO% commission from artists (2020), <https://fadmagazine.com/2020/06/29/a->

new-online-art-shop-vid-e-atelier-has-launched-a-platform-taking-zero-commission-from-artists/

[34]. A. Whitaker. "Art and Blockchain: A primer, history, and taxonomy of Blockchain use cases in the arts." *Artivate* 8.2 (2019): 21-46.

[35]. M. Zeilinger, (2018). Digital art as 'monetized graphics': Enforcing intellectual property on the blockchain, *Philosophy & Technology*,