



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PADOVA

**DIPARTIMENTO DI SCIENZE ECONOMICHE ED AZIENDALI
"M. FANNO"**

DIPARTIMENTO DI DIRITTO PRIVATO E CRITICA DEL DIRITTO

CORSO DI LAUREA IN ECONOMIA

PROVA FINALE

**"BLOCKCHAIN E SMART CONTRACT: ASPETTI NORMATIVI E
POSSIBILI UTILIZZI"**

RELATORE:

CH.MO PROF. RICCARDO MAZZARIOL

LAUREANDO: MATTEO TERROSU

MATRICOLA N. 1192152

ANNO ACCADEMICO 2022 – 2023

Dichiaro di aver preso visione del “Regolamento antiplagio” approvato dal Consiglio del Dipartimento di Scienze Economiche e Aziendali e, consapevole delle conseguenze derivanti da dichiarazioni mendaci, dichiaro che il presente lavoro non è già stato sottoposto, in tutto o in parte, per il conseguimento di un titolo accademico in altre Università italiane o straniere. Dichiaro inoltre che tutte le fonti utilizzate per la realizzazione del presente lavoro, inclusi i materiali digitali, sono state correttamente citate nel corpo del testo e nella sezione ‘Riferimenti bibliografici’.

I hereby declare that I have read and understood the “Anti-plagiarism rules and regulations” approved by the Council of the Department of Economics and Management and I am aware of the consequences of making false statements. I declare that this piece of work has not been previously submitted – either fully or partially – for fulfilling the requirements of an academic degree, whether in Italy or abroad. Furthermore, I declare that the references used for this work – including the digital materials – have been appropriately cited and acknowledged in the text and in the section ‘References’.

Firma (signature) 

Indice	
Introduzione	4
Capitolo 1 – Blockchain e smart contract	6
1.1 – Blockchain.....	6
1.1.1 – Storia ed introduzione della tecnologia blockchain.....	6
1.1.2 – Funzionamento della tecnologia blockchain.....	7
1.2. – Smart contract.....	9
1.2.1. Storia ed introduzione dello smart contract.....	9
1.2.2. Funzionamento dello smart contract.....	10
Capitolo 2 – Quadro normativo e analisi giuridica dello smart contract	15
2.1. Cenni riguardo il quadro normativo comunitario e nazionale.....	15
2.2. Comparazione tra contratto tradizionale e smart contract: elementi essenziali.....	17
2.2.1. L’accordo e i vizi del consenso: profili problematici.....	17
2.2.2. La forma e l’identificazione delle parti.....	20
2.2.3. L’oggetto.....	22
2.2.4. La causa ed il problema del linguaggio.....	22
Capitolo 3 – Possibili utilizzi della blockchain e dello smart contract	24
3.1 L’e-voting e la democrazia liquida.....	24
3.2 La gestione dei diritti digitali.....	26
Conclusione	29
Bibliografia e sitografia	31

Introduzione

Nell'era della digitalizzazione, nuove tecnologie emergenti, come la blockchain e gli smart contracts, stanno rivoluzionando il modo in cui interagiamo e facciamo affari. Sebbene questi concetti siano spesso associati al mondo della finanza e delle criptovalute, il loro potenziale va ben oltre, offrendo nuove prospettive in svariati settori. Tuttavia, come ogni innovazione tecnologica, portano con sé una serie di sfide, in particolare dal punto di vista giuridico.

Il presente elaborato, dunque, intende esplorare, analizzare e discutere la tecnologia blockchain e gli smart contracts, evidenziandone le opportunità, ma anche i limiti nel mondo giuridico.

Nel primo capitolo, vi è un'immersione nel mondo della blockchain e degli smart contracts, offrendo un panorama dettagliato sulle loro origini e il loro funzionamento; questi elementi, infatti, vengono ritenuti di fondamentale importanza, in quanto è solo ponendo le basi tecniche e storiche che si può affrontare un'approfondita analisi giuridica. Inoltre, vengono accennate diverse problematiche giuridiche relative agli smart contracts: dalla gestione delle sopravvenienze, alle sfide poste dalla forma contrattuale, passando per la possibile esigenza di un intermediario tra le parti e riflettendo sulle modalità di applicazione dei rimedi ablatori. Anche se alcune di queste tematiche saranno esaminate approfonditamente nel secondo capitolo, mentre altre rimarranno solamente accennate, risulta evidente come gli smart contracts sollevino numerose questioni che, in molti casi, rimangono irrisolte.

Il secondo capitolo si concentra sugli smart contracts, esaminando la normativa vigente sia a livello nazionale, con particolare riferimento al D.L. 14 dicembre 2018, n. 135, sia a livello comunitario. In questo capitolo, inoltre, la definizione tradizionale di contratto viene messa a confronto con le caratteristiche degli smart contracts e la loro definizione data al comma 2 dell'art 8-ter della legge precedentemente citata; nella comparazione si cerca di individuare e chiarire le problematiche che potrebbero emergere riguardo gli elementi costitutivi del contratto, in particolare focalizzandosi sull'identificazione delle parti, sui vizi del contratto e sul problema del linguaggio informatico.

Nel terzo capitolo, vengono esaminate le diverse applicazioni della tecnologia blockchain e degli smart contracts. Si pone un particolare focus sull'*e-voting* e sul concetto innovativo di democrazia "liquida", indagando come esso, in sinergia con la *e-democracy*, potrebbe trasformare profondamente la nostra percezione democratica dello Stato.

Successivamente, viene analizzato il ruolo cruciale della blockchain e degli smart contracts nella garanzia di tracciabilità e autenticità nel campo della gestione dei contenuti digitali. Questa discussione pone al centro i diritti d'autore, un argomento d'attualità nel mondo creativo; da tempo, infatti, il settore è afflitto dai problemi della pirateria e dalle sfide legate al

riconoscimento dei giusti compensi agli autori, rendendo l'argomento particolarmente interessante e rilevante.

L'obiettivo di questo elaborato è, dunque duplice: da un lato, si desidera offrire ai lettori una panoramica chiara e concisa di queste tecnologie emergenti; dall'altro, si vuole analizzare in profondità le implicazioni giuridiche, delineando il quadro normativo attuale, individuando le sfide legali e mettendo in luce le potenzialità che la tecnologia blockchain e lo smart contract possono offrire per migliorare sicurezza, trasparenza ed efficienza in vari settori, offrendone alcuni esempi.

Capitolo 1 – Blockchain e smart contract

1.1 – Blockchain

1.1.1 – Storia ed introduzione della tecnologia blockchain

La tecnologia blockchain è una delle innovazioni più rivoluzionarie degli ultimi tempi. Trova le sue origini in un documento pubblicato il 31 ottobre 2008 da Satoshi Nakamoto (uno pseudonimo utilizzato da una persona o un gruppo di persone non ancora identificate), intitolato “*Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System*”. In questo documento, viene spiegata per la prima volta l'idea di una moneta virtuale, introducendo al contempo il concetto di una rete decentralizzata basata su una catena di blocchi (Blockchain) per supportare la criptovaluta Bitcoin.

Come ogni inventore illuminato, Nakamoto non ha creato nulla di completamente nuovo, ma ha modellato in forma digitale qualcosa che già esisteva nel mondo materiale, ovvero il trasferimento di valore.¹

Nel mondo virtuale, la fruizione dei beni e delle informazioni è molto aperta e potenzialmente infinita, poiché i contenuti presenti su Internet possono essere aggiunti, modificati e distribuiti in qualsiasi momento, rendendo difficile determinarne il valore e rischiando di annullarlo a causa della replicabilità.

Infatti, come ben insegnava Adam Smith, padre dell'economia moderna, nel suo libro “*The Wealth of Nations*”, pubblicato nel lontano 1776, un bene acquisisce valore e, di conseguenza, può essere oggetto di un effettivo trasferimento quando è scarsamente disponibile.

Questo concetto è possibile applicarlo al mondo materiale, dove i beni sono naturalmente o artificialmente abbondanti o scarsi, mentre nel mondo digitale risulta molto difficile.

Per poter quindi determinare e salvaguardare il valore nel digitale, era necessario trovare un metodo e una tecnologia in grado di tradurre il concetto di scarsità, assicurando al contempo l'immutabilità delle transazioni e proteggendo dai rischi potenziali, tutto ciò senza dover fare affidamento sulla fiducia.

Così è nata la tecnologia Blockchain: un sistema matematico che ripropone il concetto di scarsità nel digitale, consentendo lo scambio di asset in modo immune da repliche indesiderate, garantendo trasparenza e tracciabilità.²

¹ Cfr. GARAVAGLIA, *Tutto su Blockchain: Capire la tecnologia e le nuove opportunità*, Hoepli Editore, 2018, capitolo introduttivo.

² Cfr. GARAVAGLIA, *op. cit.*, capitolo introduttivo.

1.1.2 – Funzionamento della tecnologia blockchain

La tecnologia blockchain può essere considerata una tecnologia appartenente alle Distributed Ledger Technologies (DLT), ovvero alle tecnologie di archiviazione distribuita. Una definizione di questo tipo di tecnologie è fornita nel D.L. n. 135 del 14/12/2018, noto come "decreto semplificazioni", all'art. 8-ter co. 1:

“Si definiscono “Tecnologie basate su registri distribuiti” le tecnologie e i protocolli informatici che usano un registro condiviso, distribuito, replicabile, accessibile simultaneamente, architetturealmente decentralizzato su basi crittografiche, tali da consentire la registrazione, la convalida, l'aggiornamento e l'archiviazione di dati sia in chiaro che ulteriormente protetti da crittografia verificabili da ciascun partecipante, non alterabili e non modificabili.”

La tecnologia blockchain, come suggerisce il suo nome, consiste essenzialmente in una catena di blocchi contenenti una pluralità di dati condivisi tra più utenti e validati dalla rete stessa, formando così un registro digitale distribuito e decentralizzato. Questo registro è solitamente non regolato da alcuna autorità centrale (permissionless) e liberamente accessibile da chiunque possieda una connessione a Internet.

Tuttavia, va menzionato il fatto che recentemente si sta diffondendo sempre di più, in netto contrasto con l'idea stessa della tecnologia blockchain, l'utilizzo di piattaforme permissioned, ovvero reti in cui un'organizzazione proprietaria della rete, quindi un'autorità centrale, decide i ruoli degli utenti e le loro autorizzazioni. Questa evoluzione ha portato a una varietà di approcci nella progettazione e nell'utilizzo delle reti blockchain, adattandosi alle specifiche esigenze e ai contesti applicativi. Infatti, mentre le reti permissionless mantengono la loro caratteristica principale di decentralizzazione e accessibilità aperta, le reti permissioned consentono maggiore controllo e gestione delle transazioni e dei partecipanti. È importante sottolineare che entrambi gli approcci hanno il loro valore e vantaggi, a seconda delle necessità dell'applicazione specifica. Infatti, le reti permissionless continuano a essere una scelta popolare per le criptovalute e gli scenari in cui la trasparenza, l'immunità alla censura e la sicurezza senza fiducia sono fondamentali, mentre le reti permissioned si prestano bene a contesti in cui è richiesta una maggiore privacy, governance e controllo degli accessi.

Le caratteristiche fondamentali della tecnologia blockchain, che le consentono di operare in contesti con numerosi e diversificati attori e totale sfiducia tra i partecipanti, sono:

- tracciabilità delle operazioni da parte dell'intera comunità: ogni transazione all'interno della blockchain è visibile e accessibile a tutti i partecipanti, garantendo una totale trasparenza e tracciabilità delle attività;
- immutabilità dei dati: una volta che i dati vengono registrati su un blocco e aggiunti alla catena, diventano immutabili e non possono essere alterati senza l'accordo e la convalida dell'intera rete, assicurando l'integrità dei dati stessi;
- sicurezza: l'utilizzo di sistemi crittografici garantisce la sicurezza e l'autenticità delle transazioni, proteggendo i dati e i partecipanti dalla manipolazione e da attacchi fraudolenti.

Entrando più nei dettagli tecnici, la creazione di un blocco all'interno della catena consta di più passaggi.

Il processo di creazione di un blocco inizia con la raccolta delle transazioni; i partecipanti della rete, noti come nodi, ricevono transazioni dagli utenti che desiderano effettuare scambi di valori o registrare altre informazioni sulla blockchain. Prima che vengano incluse le transazioni nel nuovo blocco, i nodi ne verificano la validità, ovvero viene accertato che le transazioni siano state autorizzate tramite le firme digitali.

Successivamente, il nodo crea l'intestazione del nuovo blocco dopo aver raccolto un insieme di transazioni validate dalla comunità; essa è formata da tre elementi fondamentali:

- l'hash (una funzione che converte le informazioni in un codice alfanumerico) del blocco precedente: questo collegamento tramite hash garantisce l'integrità e l'immutabilità della blockchain, poiché ogni blocco dipende da quello precedente;
- timestamp: il timestamp indica il momento in cui il blocco è stato creato, consentendo di stabilire l'ordine cronologico dei blocchi;
- Merkle Root: la Merkle Root è un ulteriore hash che riepiloga tutte le transazioni incluse nel blocco. Viene calcolata attraverso una struttura dati chiamata albero di Merkle, che consente di verificare rapidamente l'integrità delle transazioni nel blocco.

Una volta completata l'intestazione, per creare un blocco valido, è necessario utilizzare gli algoritmi di consenso. Gli algoritmi di consenso sono meccanismi all'interno delle reti blockchain che permettono di raggiungere un accordo tra i partecipanti sulla validità delle transazioni e sull'aggiornamento dello stato della blockchain. Poiché le blockchain sono reti decentralizzate e non dipendono da un'autorità centrale per la gestione e la verifica delle transazioni, gli algoritmi di consenso sono fondamentali per garantire la sicurezza, l'integrità e la coerenza dei dati all'interno del sistema.

Ne esistono di molti tipi: Proof of Work (PoW), Proof of Stake (PoS), Proof of Authority (PoA), ecc., tuttavia, il più famoso, utilizzato anche da Bitcoin, è il Proof of Work (PoW).

Il Proof of Work (PoW) o “prova del lavoro” prevede la cosiddetta attività di mining, ovvero, attraverso il nonce, un valore numerico che viene modificato iterativamente, il minatore, ovvero un utente partecipante alla rete, deve trovare una soluzione accettabile per il problema proposto. Trovare questo nonce richiede molta potenza di calcolo ed è un processo competitivo, a cui tutta la comunità può partecipare, in quanto il minatore che ha trovato la soluzione valida e ha creato il blocco riceve una ricompensa, solitamente sotto forma di criptovaluta, come incentivo per il suo lavoro e per mantenere la sicurezza della rete.

Dopo aver trovato un nonce valido e completato l'intestazione del blocco, viene verificata nuovamente la validità di tutte le transazioni incluse nel blocco; in questo modo viene assicurato che tutte le transazioni siano ancora valide e che non ci siano conflitti o doppie spese (una stessa quantità di denaro o criptovaluta viene utilizzata più di una volta per effettuare transazioni diverse).

Alla fine di questo processo, il blocco viene aggiunto alla catena e diventa il punto di riferimento per il blocco successivo.

La nuova versione della blockchain, quindi, aggiornata con l'aggiunta del nuovo blocco, viene diffusa tra tutti i nodi della rete, in modo che ogni nodo possieda una copia della blockchain nella sua ultima versione.

1.2. – Smart contract

1.2.1. Storia ed introduzione dello smart contract

Gli smart contracts rappresentano un'innovazione rivoluzionaria nel campo della tecnologia e del diritto. Questi “contratti” digitali automatizzati e autoeseguibili hanno aperto nuove prospettive nel modo in cui le transazioni e gli accordi vengono gestiti.

Il concetto di smart contract fu ideato da Nick Szabo, un noto informatico, giurista e crittografo statunitense. Già nel 1994, infatti, Szabo aveva coniato il termine "smart contract" e immaginato “contratti” che si eseguissero in modo automatico attraverso codice informatico. Egli li definiva in questo modo:

"New institutions, and new ways to formalize the relationships that make up these institutions, are now made possible by the digital revolution. I call these new contracts 'smart,' because they are far more functional than their inanimate paper-based ancestors. No use of artificial

intelligence is implied. A smart contract is a set of promises, specified in digital form, including protocols within which the parties perform on these promises."³

Leggendo queste poche righe, si coglie molto chiaramente che l'idea che Szabo ha di contratto è assai lontana da quella che un contratto è per il diritto, e sembra invece essere assai simile a quella di documento («... *inanimate paper-based ancestors*»)⁴.

Tuttavia, la vera diffusione degli smart contracts si ebbe quando entrarono in contatto nel 2009 con la tecnologia Blockchain di Satoshi Nakamoto, sottostante la criptovaluta Bitcoin, e ancor più nel 2015 quando venne ideata Ethereum da Vitalik Buterin. Inizialmente, infatti, gli smart contracts furono utilizzati principalmente per le transazioni finanziarie inerenti la rete Bitcoin. Successivamente, invece, Ethereum introdusse un'innovativa piattaforma programmabile e flessibile, consentendo agli sviluppatori di creare applicazioni decentralizzate (dApps) attraverso l'utilizzo degli smart contracts. Da quel momento in poi, gli smart contracts possono essere utilizzati non solo per le transazioni finanziarie, ma anche per creare applicazioni decentralizzate in una vasta gamma di settori, come ad esempio le finanze decentralizzate (DeFi), i giochi decentralizzati, l'identità digitale, le votazioni e molto altro.

1.2.2. Funzionamento dello smart contract

Secondo Szabo, lo smart contract non è altro che una *vending machine*, ovvero un semplice distributore automatico in cui, dato un input (una moneta), viene fornito un output (il prodotto selezionato), stipulando quindi un accordo. Tuttavia, in realtà, uno smart contract è qualcosa di molto più complesso, soprattutto se ci si riferisce alla sua visione giuridica e non solamente tecnica.

Infatti, i giuristi, essendo assente una definizione uniforme riguardo questa novità, hanno cercato di proporre diverse interpretazioni, talvolta contrastanti.

Una prima corrente di pensiero considera lo smart contract come un mero mezzo di adempimento delle obbligazioni assunte altrove. In questa ipotesi, è solamente un programma per elaboratore utilizzato per eseguire un contratto in modo automatico al verificarsi di alcune condizioni.

³ SZABO, *Smart Contracts: Building Blocks for Digital Markets*, 1996, in *Extropy: The Journal of Transhumanist Thought*, vol. 16, 1996, capitolo introduttivo

⁴ RAMPONE, *Smart contract: né smart, né contract*, in *Rivista Di Diritto Privato*, 2019, 2, 3

Una seconda proposta considera lo smart contract come espressione tecnologica dell'accordo negoziale. Il programma, seppur con criticità, è capace di esprimere il rapporto giuridico vincolante tra le parti, ovvero una parte del processo contrattuale (accordo ed esecuzione).

Vi è anche una terza interpretazione, più radicale nella dottrina, che considera lo smart contract come un "contratto rafforzato," avente tutte le caratteristiche di un contratto tradizionale, alle quali si aggiungono quelle proprie della blockchain, che rafforzano l'efficacia nella negoziazione, nella risoluzione delle controversie, ecc.

Al di là della visione scelta riguardo ciò, è fondamentale sottolineare una serie di questioni giuridiche comuni al centro dell'attenzione della dottrina, le quali sono causate dall'inevitabile scontro con il quadro normativo civilistico che regola i contratti tradizionali:

1. l'identificazione degli elementi costitutivi del contratto: l'accordo tra le parti, la causa, l'oggetto e la forma, come previsti dall'art. 1325 c.c. sono presenti e in che modo?
2. Il riconoscimento dei soggetti: è possibile verificare la capacità giuridica e di agire dei contraenti, come previsto dall'art. 2 c.c.? Nel caso di controversia, è possibile risalire alla parte con cui si vuole convenire in giudizio? L'anonimato o pseudonimato negli smart contract potrebbe ostacolare questo processo e rendere difficilmente applicabili i meccanismi di tutela previsti, come ad esempio l'annullabilità del contratto concluso dall'incapace legale, come previsto dall'art. 1425 c.c.;
3. le sopravvenienze: nel caso di eventi non previsti dalle parti, lo smart contract è in grado di garantire e adeguare l'esecuzione dell'accordo concordato? Soprattutto nei rapporti di durata, la rigidità degli smart contracts può rendere difficile affrontare tali eventi e potrebbe essere necessario ricorrere a clausole contrattuali esterne;
4. la conclusione del contratto e il linguaggio: ai sensi dell'art. 1326 c.c., un contratto si dice concluso quando "*chi ha fatto la proposta ha conoscenza dell'accettazione dell'altra parte*"; dato che lo smart contract esplicita le dichiarazioni di volontà in linguaggio di programmazione, esso risulta comprensibile da parte di tutti i contraenti? Come avviene la traduzione da linguaggio naturale a quello informatico? Queste questioni sono fondamentali e problemi di consenso possono sorgere se una parte non comprende il linguaggio di programmazione;
5. il ruolo dell'intermediario: chi esegue la traduzione da linguaggio naturale a quello informatico? In presenza di errori nella traduzione, è possibile sanarli e chi ne risulta responsabile?
6. la forma del contratto: nei casi previsti dall'art. 1350 c.c., dove sono elencati gli atti che devono essere fatti per iscritto a pena di nullità, lo smart contract è considerato conoscibile e opponibile a terzi? È possibile riconoscere la volontà delle parti *ex post*? Viene fornita

un'adeguata informazione? La forma elettronica può soddisfare i requisiti, ma potrebbe essere necessaria una chiara legislazione;

7. la nullità delle clausole: se vi sono nel contratto clausole contrarie a norma imperativa, oppure vi è una clausola valida, ma il codice dello smart contract ne determina in concreto un'esecuzione contro la legge, come si procede?
8. La possibilità di autodeterminarsi: grazie all'esecuzione automatica delle clausole, sicuramente le controversie sono ridotte al minimo e i casi di inadempimento sono pressoché nulli, ma in questo modo le parti contraenti perdono una parte della loro capacità di autodeterminazione, come la possibilità di decidere di non adempiere e risarcire i danni;
9. i vizi del consenso: come si applicano l'errore, la violenza e il dolo allo smart contract? La natura automatizzata potrebbe rendere difficile affrontare questi problemi e applicare i meccanismi di tutela previsti, come, ad esempio, nel caso di errore essenziale e riconoscibile da parte dell'altro contraente (art. 1428 c.c.);
10. applicazione dei principi generali dell'ordinamento: ad esempio, gli artt. 1366 e 1375 c.c. parlano di esecuzione del contratto secondo buona fede. Come possono essere valutati questi principi generali nell'ambito degli smart contracts? L'applicazione di principi come la buona fede può essere complicata in un ambiente automatizzato;
11. la risoluzione delle controversie: seppur le controversie siano ridotte in maniera drastica, quali sono gli strumenti, automatici o meno, che possono risolverle all'interno dello smart contract stesso? Oppure è necessario un intervento esterno alla struttura dello smart contract, e, in tal caso, in che modo?
12. I rimedi ablatori: l'annullamento in caso di vizi del consenso oppure la rescissione, quando un contratto è stato concluso sotto condizioni svantaggiose, ad esempio, per lesione o stato di pericolo, sono compatibili con lo smart contract?

Molte ombre e poca luce per ora: sicuramente, questi sono argomenti che meritano riflessioni approfondite, ma che lasciano più dubbi che certezze.

Oltre a queste problematiche non di poco conto, si aggiunge nel panorama nazionale l'intervento di un legislatore che, con spirito pionieristico, nell'art. 8-ter co. 2 del D.L. n. 135/2018, convertito con modificazioni dalla L. 11 febbraio 2019, n. 12, definisce lo smart contract come segue:

"Un programma per elaboratore che opera su Tecnologie basate su registri distribuiti e la cui esecuzione vincola automaticamente due o più parti sulla base di effetti predefiniti dalle stesse. Gli smart contract sono considerati validi solo se soddisfano il requisito della forma scritta e se prevedono l'identificazione informatica delle parti interessate, attraverso un processo che

rispetti i requisiti stabiliti dall'Agenzia per l'Italia Digitale, secondo linee guida da adottarsi entro 90 giorni dall'entrata in vigore della legge di conversione del decreto legge.”

Una definizione che confonde ulteriormente il quadro proposto e desta non poche perplessità. Nel diritto privato, infatti, ciò che vincola è l'accordo stesso, non l'esecuzione di un programma informatico o il programma informatico in sé. Quest'ultimo rappresenta semmai l'adempimento dello stesso accordo. Anche nella seconda parte, il requisito della forma scritta solleva alcuni dubbi, in quanto dovrebbe essere il contratto che sta a monte dello smart contract a dover rispettare una certa forma eventualmente, piuttosto che lo smart contract stesso.

Quel che è certo riguardo allo smart contract è, invece, la parte tecnica: questo processo inizia con la creazione, in cui uno sviluppatore scrive lo smart contract, incluse le sue clausole e condizioni, utilizzando un linguaggio compatibile con la blockchain su cui verrà eseguito. Successivamente, lo smart contract viene pubblicato sulla blockchain, rendendo le sue regole e condizioni immutabili. I contraenti, quindi, interagiscono con il contratto inviando transazioni firmate digitalmente, che sono generate utilizzando chiavi crittografiche private. A questo punto, le clausole dello smart contract diventano operative una volta che le condizioni specificate vengono soddisfatte, seguendo uno schema "*if this, then that*". Quando ciò avviene, l'esecuzione delle azioni previste nel contratto viene attivata senza bisogno di un intermediario o di un'autorità centrale per monitorare o controllare l'operazione. Infine, tutte le transazioni e i risultati sono registrati sulla blockchain e possono essere verificati da chiunque sulla rete.

Inoltre, è certo anche che il potenziale degli smart contracts va oltre la semplice automatizzazione degli accordi. Tra i principali vantaggi annoveriamo:

- la sicurezza garantita dalla tecnologia blockchain: le informazioni e le clausole contenute nel contratto sono crittografate e distribuite su una rete di nodi, rendendole immutabili e riducendo di molto il rischio di frodi o manipolazioni. Questa caratteristica è particolarmente importante in settori come la finanza, la proprietà intellettuale o la gestione delle forniture, dove l'integrità dei dati è necessaria;
- la velocità e l'economicità: gli smart contracts permettono un grado di automazione molto elevato. Questa automazione non solo velocizza l'esecuzione degli accordi, ma può anche ridurre i costi operativi associati a intermediari e verifiche manuali. Ciò rende gli smart contracts adatti a situazioni in cui il tempo e le risorse sono scarse;
- la trasparenza offerta dalla tecnologia blockchain: tutti i dati delle transazioni, comprese le clausole degli smart contracts, sono pubblicamente visibili e verificabili. Questo livello di trasparenza incrementa la fiducia tra le parti coinvolte, poiché ognuna può essere sicura che le condizioni saranno eseguite in modo imparziale e senza possibilità di modifiche;

- l'internazionalità: dato che le transazioni possono essere eseguite su una blockchain globale, gli smart contracts risolvono le differenze di valuta, agevolando le operazioni commerciali a livello internazionale senza la necessità di conversioni o intermediazioni aggiuntive.

Gli smart contracts presentano molti elementi innovativi e pregevoli; tuttavia, la loro complessità tecnica e la necessità di definire chiaramente le clausole nel codice informatico richiedono competenze molto specifiche. Al contempo, da un punto di vista legale, essi introducono alcune sfide, come abbiamo visto in precedenza, alcune delle quali verranno affrontate nel prossimo capitolo.

Capitolo 2 – Quadro normativo e analisi giuridica dello smart contract

2.1. Cenni riguardo il quadro normativo comunitario e nazionale

Lo sviluppo sempre più rapido della tecnologia blockchain e degli smart contracts, oggi utilizzati in svariati settori, rende indispensabile l'elaborazione di un quadro normativo ben definito, all'interno del quale tali tecnologie possono e devono operare. Tuttavia, lo scenario attuale è ancora in una fase immatura, sebbene in crescita, sia dal punto di vista tecnologico che legislativo. Infatti, sono quasi del tutto assenti le fonti di diritto che regolino questo settore emergente. In questo contesto, come affermato dal giurista Cesare Vivante, i giuristi sono richiamati a raccogliere sistematicamente i fatti e studiare le pratiche mercantili per ricondurle agli istituti giuridici esistenti e, in tal modo, individuare la disciplina applicabile.⁵

L'interesse in costante crescita per queste tecnologie ha portato, in sede europea, a diverse risoluzioni: la Risoluzione del Parlamento europeo del 16 febbraio 2017, in cui la Commissione ha fornito raccomandazioni sul diritto civile relativo alla robotica. Successivamente, il 3 ottobre 2018, è stata adottata una Risoluzione riguardante le tecnologie di registro distribuito e blockchain, evidenziando le possibilità di tali tecnologie nel rafforzare l'autonomia dei cittadini e sottolineando la necessità di una regolazione giuridica. In particolare, sono state discusse le potenzialità degli smart contracts e la necessità di regolamentarli, focalizzandosi sulla sicurezza e sulla protezione dei dati personali. Anche la Risoluzione del Parlamento europeo del 20 ottobre 2020, contenente raccomandazioni alla Commissione sulla legge sui servizi digitali, è significativa. In essa viene richiesto di adeguare le norme di diritto commerciale e civile per gli enti commerciali operanti online, con particolare attenzione alla tecnologia blockchain e agli smart contracts.

Il 30 maggio 2022, è stato inoltre adottato il Regolamento (UE) 2022/858 del Parlamento europeo e del Consiglio, riguardante un regime pilota per le infrastrutture di mercato basate sulla tecnologia a registro distribuito, successivamente recepito in Italia con il "Decreto Fintech".

Infine, è prevista per il 2024 l'entrata in vigore del Regolamento MiCA, che mira a regolare in modo uniforme i servizi legati agli asset delle criptovalute. Questa evoluzione normativa evidenzia un percorso di crescente riconoscimento e regolamentazione di tecnologie innovative, riflettendo l'importanza strategica che esse rivestono nel panorama moderno.

⁵ PAROLA - MERATI – GAVOTTI, *Blockchain e smart contract: questioni giuridiche aperte*, in *I Contratti* 2018, 6, 682.

Oltre a ciò ci sono alcune iniziative a livello comunitario rilevanti, come ad esempio l'*EU Blockchain Observatory and Forum*, istituito dalla Commissione Europea agli inizi del 2018, in collaborazione con il Parlamento Europeo. Questo osservatorio è stato creato con l'obiettivo di monitorare gli sviluppi più importanti della tecnologia blockchain e fornire una piattaforma per il dialogo tra gli attori del settore, gli esperti tecnologici e le autorità regolatorie. Attraverso studi, relazioni e analisi, l'osservatorio si impegna a promuovere una comprensione approfondita delle implicazioni della tecnologia blockchain e a contribuire alla definizione di politiche europee nel settore.

Inoltre, l'*European Blockchain Partnership* rappresenta un'altra iniziativa significativa, nata dalla collaborazione tra diversi Paesi dell'UE. Questa partnership mira a evitare un approccio frammentato delle diverse autorità nazionali nell'ambito della blockchain e degli smart contracts. Gli Stati membri partecipanti lavorano insieme per sviluppare soluzioni comuni e condividere conoscenze e migliori pratiche nell'adozione della tecnologia blockchain in vari settori.

La più recente iniziativa è la *European Blockchain Regulatory Sandbox*, nata nel 2023 ed operativa fino al 2026, in cui le autorità regolatorie europee hanno creato uno spazio sperimentale per testare e valutare l'applicazione delle tecnologie blockchain e degli smart contracts in diversi settori. Questa iniziativa mira a fornire un ambiente controllato e sicuro in cui le imprese, le start-up e altre organizzazioni possono sviluppare e testare nuove soluzioni. Questi movimenti propositivi a livello comunitario dimostrano l'impegno dell'Unione Europea nel comprendere e regolamentare adeguatamente le tecnologie di blockchain e degli smart contracts, fornendo un ambiente favorevole per l'innovazione e la crescita sostenibile di queste tecnologie nel contesto europeo.

In Italia, come già disquisito in precedenza, il legislatore ha celermente fornito delle definizioni sommarie e piuttosto confuse riguardo la tecnologia blockchain e lo smart contract all'art 8-ter della Legge 11 febbraio 2019 n.12, di conversione del Decreto Legge 14 dicembre 2018 n.135, noto come Decreto Semplificazioni. Ciò, tuttavia, seppur non abbastanza adeguatamente, riconosce i contratti intelligenti all'interno dell'ordinamento italiano, conferendo loro la possibilità di avere data certa e valore probatorio di scrittura privata.⁶

⁶ GIACCAGLIA, *Considerazioni su Blockchain e smart contracts (oltre le criptovalute)*, in *Contr. e impr.*, 2019, 3, 954.

2.2. Comparazione tra contratto tradizionale e smart contract: elementi essenziali

Prima di iniziare l'analisi, è utile richiamare nuovamente il comma 2 dell'art 8-ter della Legge 11 febbraio 2019 n.12, riguardante gli smart contracts:

"Si definisce 'smart contract' un programma per elaboratore che opera su tecnologie basate su registri distribuiti e la cui esecuzione vincola automaticamente due o più parti sulla base di effetti predefiniti dalle stesse. Gli smart contract soddisfano il requisito della forma scritta previa identificazione informatica delle parti interessate, attraverso un processo avente i requisiti fissati dall'Agenzia per l'Italia digitale con linee guida da adottare entro novanta giorni dalla data di entrata in vigore della legge di conversione del presente decreto."

È indispensabile, inoltre, fare una premessa: lo smart contract non verrà trattato semplicemente come un mero programma informatico nella ricerca per definirne la natura giuridica. Un approccio del genere porterebbe a un'analisi superficiale e scarna. Al contrario, lo smart contract verrà messo a confronto con un tradizionale contratto privatistico, esaminando le problematiche relative all'applicazione delle norme civilistiche.

L'obiettivo principale di questo studio è determinare come gli elementi costitutivi del contratto tradizionale, delineati dall'art. 1325 c.c. (*"I requisiti del contratto sono: l'accordo tra le parti, la causa, l'oggetto, la forma, quando risulta che è prescritta dalla legge sotto pena di nullità"*), vengano declinati nella fattispecie dello smart contract.

2.2.1. L'accordo e i vizi del consenso: profili problematici

L'essenza dell'accordo in un contratto tradizionale è radicata nella libera volontà e nella chiara comprensione tra le parti, che devono far convergere le loro manifestazione di volontà, in un processo spesso flessibile, dove possono negoziare, modificare e, se necessario, sciogliere il contratto con una dinamica fluida e che può essere adattata alle circostanze in evoluzione.

Negli smart contracts l'apposizione delle firme crittografate delle parti contraenti può fungere da manifestazione esplicita del consenso; tuttavia, la natura informatica del linguaggio utilizzato solleva alcune questioni complesse: infatti, a meno che non esista un accordo orale o scritto precedentemente stipulato, il codice informatico diventa l'unica prova giuridica dell'accordo tra le parti.⁷ Questa situazione può creare difficoltà in termini di conoscenza e

⁷ Cfr. STAZI, *Automazione contrattuale e "contratti intelligenti". Gli smart contracts nel diritto comparato*. G. Giappichelli Editore, 2019, 146-150.

intelligibilità delle clausole del contratto, poiché il linguaggio del codice può essere inaccessibile per la maggior parte dei contraenti, portando, inoltre, a possibili contrasti anche con altre norme civilistiche, come, ad esempio, l'art. 1341 c.c. riguardante la presenza di clausole vessatorie, in quanto risulterebbe difficile stabilire se accettate o meno.

Nonostante questa problematica, tuttavia, il consenso manifestato attraverso il codice può essere ancora considerato legittimo, in virtù del principio della libertà di forma, ma, soprattutto, pare possibile fornire un'adeguata informazione attraverso l'utilizzo di intermediari qualificati e, anche in caso escludessimo questa soluzione, sarebbe comunque possibile applicare l'art. 1429 c.c., e, quindi, responsabilizzare le parti, che avranno il dovere di informarsi preventivamente riguardo l'accordo da stipulare.

Un altro punto fondamentale dell'analisi proposta è rappresentato dall'offerta, dall'accettazione e dall'esistenza del consenso, che nel contratto tradizionale sono processi necessari per arrivare alla conclusione del contratto, ai sensi dell'art. 1326 c.c., che recita *“Il contratto è concluso nel momento in cui chi ha fatto la proposta ha conoscenza dell'accettazione dell'altra parte”*.

Questi elementi, al contrario, non trovano un parallelo immediato e chiaro negli smart contracts, dando luogo a diverse interpretazioni e opinioni sul tema, delle quali verranno proposte due diverse prospettive.

La prima interpretazione prevede che il momento dell'offerta si configuri attraverso la pubblicazione del contratto sulla tecnologia blockchain, mentre l'accettazione si verifichi quando l'altra parte contraente invii la propria chiave crittografica oppure metta in atto un altro comportamento concludente (ad esempio, il caricamento di una somma di criptovaluta o l'esecuzione di una certa prestazione); in questo momento sorgerebbe il vincolo contrattuale e non, quindi, quando lo smart contract viene effettivamente eseguito sulla blockchain.⁸

La seconda, invece, che è influenzata da quanto prevede espressamente il legislatore nella Legge 11 febbraio 2019 n.12, nella parte in cui *“Si definisce “smart contract” un programma per elaboratore (...) la cui esecuzione vincola automaticamente due o più parti”*, e che è dibattuta in dottrina, sostiene che l'esecuzione non è da intendersi come l'adempimento del contratto, ovvero fase successiva all'accordo, e, quindi, incapace di generare vincoli, quanto piuttosto deve essere intesa, rifacendosi al significato anglosassone del termine *execution*, come una esecuzione tecnica e informatica, ovvero l'avvio del programma stesso. Pertanto, l'azione di avviare congiuntamente il programma (e non l'immediata esecuzione delle clausole) sarà la prova che documenterà l'avvenuto accordo.⁹

⁸ Cfr. STAZI, *op. cit.*, 146-150.

⁹ Cfr. MANENTE, *Studio 1_2019 DI - Legge 12/2019 – Smart contract e tecnologie basate su registri distribuiti – Prime note*. Consiglio Nazionale Del Notariato, 2019, 6-7.

Un'altra tematica interessante, che non è stata considerata finora, riguarda la certezza che la formazione del consenso sia stata libera e priva dei vizi previsti dall'art. 1427 c.c., che stabilisce che: *“il contraente il cui consenso fu dato per errore, estorto con violenza o carpito con dolo, può chiedere l’annullamento del contratto secondo le disposizioni seguenti”*.

Infatti, lo smart contract, come un qualsiasi contratto tradizionale, mantiene l'autonomia delle parti nella fase della formazione del consenso e non è esente da tali scenari. Immaginiamo, ad esempio, il caso prospettato dagli artt. 1435 e 1436 c.c., in cui viene presa in considerazione una violenza che causa un male ingiusto e notevole oppure, ai sensi dell'art. 1439 c.c., la situazione in cui vi siano dei raggiri tali che uno dei contraenti, senza di essi, non avrebbe contrattato. Queste casistiche vengono tutelate nel nostro ordinamento grazie al rimedio ablatorio dell'annullamento, che nei contratti tradizionali è di normale ed ordinaria applicazione; nel caso degli smart contracts, invece, pare difficile o quantomeno problematico. Ipotesi, tuttavia, che, a ben pensarci, sono difficilmente conciliabili all'idea dell'automatismo proprio dello smart contract, ma che, piuttosto, potrebbero riferirsi al programmatore preposto alla scrittura del codice informatico.

Violenza e dolo, se applicati al programmatore incaricato dell'installazione del software, possono portare a diverse conseguenze. Se la violenza viene esercitata sul programmatore, non sembra possibile applicare le norme sull'annullabilità del contratto (art. 1435 c.c.), dato che il contraente non ha l'opzione di evitare il danno minacciato, essendo la minaccia non diretta a lui. Nel caso di raggiri sul programmatore, invece, la situazione dipende dall'identità dell'autore del dolo; se la controparte ha ingannato il programmatore al servizio dell'altro contraente e questo inganno è stato cruciale per la conclusione del contratto, allora potrebbe essere chiesta l'annullabilità ai sensi dell'art. 1439, comma 1, c.c.; se, invece, un terzo è l'autore del dolo, l'art. 1439, comma 2, c.c. potrebbe essere applicabile, rendendo il contratto annullabile, ma solo se il contraente che ha beneficiato dei raggiri era a conoscenza di essi.¹⁰

Per quanto riguarda l'errore, invece, che deve essere essenziale e riconoscibile, il problema risulta essere proprio quest'ultima qualità, difatti l'utente privo di conoscenze professionali difficilmente riuscirebbe a distinguere l'errore all'interno del codice informatico. Perciò la possibilità di riconoscere l'errore e richiedere l'annullamento del contratto sembra riservata all'utente professionale incaricato, piuttosto che al contraente.¹¹

¹⁰ Cfr. TOMMASINI, *Lo smart contract e il diritto dei contratti in Jus Civile*, 2022, 4, 851-852.

¹¹ Cfr. TOMMASINI, *op. cit.*, 851-852.

2.2.2. La forma e l'identificazione delle parti

L'art 8-ter, affermando che *“Gli smart contract soddisfano il requisito della forma scritta previa identificazione informatica delle parti interessate”*, crea confusione riguardo la forma prevista per gli smart contracts. La forma scritta, infatti, è un attributo tipico dei contratti e di altri atti, come delineato negli articoli 1325 e 1350 c.c., cosicché applicarla ad un programma elaboratore pare insensato. Il ragionamento del legislatore sembra essere influenzato ancora una volta dal *nomen*, che lo porta a trattare impropriamente lo smart contract alla stregua di un contratto tradizionale.¹² In realtà, la forma scritta dovrebbe riguardare la manifestazione di volontà delle parti, piuttosto che il programma in sé.

Andando oltre questa opinione, ampiamente condivisibile, si può collegare la disciplina riguardo la forma dello smart contract a quella relativa i documenti informatici, definiti come segue dall'art. 1 p) del cosiddetto Cad (Codice dell'Amministrazione Digitale - Decreto lgs. 5 marzo 2005, n. 82): *“documento informatico: il documento elettronico che contiene la rappresentazione informatica di atti, fatti o dati giuridicamente rilevanti”*.

È certamente possibile anche riferirsi all'art. 3 n. 35 del Regolamento eIDAS (electronic IDentification Authentication and Signature - Regolamento (UE) n. 910/2014), che fornisce una simile definizione: *“«documento elettronico», qualsiasi contenuto conservato in forma elettronica, in particolare testo o registrazione sonora, visiva o audiovisiva”*.

A questo punto, risulta utile chiedersi se effettivamente questa norma riguardo la forma scritta fosse necessaria o meno, in quanto sembra accavallarsi ai già citati Cad e Regolamento eIDAS, con cui comunque tale previsione deve coordinarsi. Tant'è che, se comparata all'art. 20 (in particolare ai comma 1-bis e 2) del Cad, risulta essere non solo coerente, ma anche superflua.¹³ Infatti, l'art. 20 prevede già che il documento informatico soddisfi il requisito della forma scritta e abbia efficacia probatoria, ai sensi dell'art. 2702 c.c., se *“sottoscritto con firma elettronica qualificata o con firma digitale, formato nel rispetto delle regole tecniche stabilite ai sensi dell'articolo 71, che garantiscano l'identificabilità dell'autore, l'integrità e l'immodificabilità del documento”*.¹⁴

Una situazione che rimarrà oscura fino al momento in cui l'AgID non individuerà le linee guida specifiche da seguire (*“attraverso un processo avente i requisiti fissati dall'AgID per l'Italia digitale con linee guida da adottare”*), che potrebbero portare ad una restrizione per gli smart

¹² Cfr. RAMPONE, *Linee guida AgID e il paradosso della forma scritta*. Associazione Blockchain Italia, 2020, 2-3.

¹³ Cfr. FINOCCHIARO, *Intelligenza Artificiale e protezione dei dati personali*, in *Giurisprudenza Italiana*, 2019, 1671.

¹⁴ Cfr. BELLOMIA, *Il contratto intelligente: questioni di diritto civile*, in *Judicium*. Pacini Giuridica, 2020, 20.

contracts riguardo l' idoneità ad integrare il requisito e la valenza probatoria della forma scritta; un' ipotesi che, comunque, contrasterebbe con il principio generale di neutralità tecnologica, portando evidentemente a una discriminazione tra DLT e smart contracts e tutte le altre tecnologie.¹⁵

Un'ulteriore questione ampiamente discussa in dottrina concerne l'identificazione delle parti, un requisito stabilito dall'art. 8-ter per soddisfare la forma scritta. Questa identificazione non è solo essenziale per questo scopo, ma anche per due ulteriori motivi chiave: *in primis*, permette di verificare se i contraenti possiedono la capacità giuridica d'agire prima della conclusione del contratto (una situazione che, in caso di incapacità legale o naturale, potrebbe determinare l'annullabilità del contratto ai sensi degli artt. 1425 e 428 c.c.);¹⁶ secondariamente, facilita la definizione della parte contro cui convenire in giudizio in caso di controversia.¹⁷

Un problema non da poco, dal momento che, attualmente, l'anonimato o lo pseudonimato sono abbastanza comuni tra gli agenti contraenti.

Questa difficoltà si era già riscontrata in materia di contratti stipulati telematicamente, ma è stata risolta successivamente a livello europeo promuovendo alcuni meccanismi di identificazione elettronica. Tuttavia, quest'ultimi risultano poco efficaci con la tecnologia blockchain e gli smart contracts, in quanto presuppongono la centralizzazione dei dati, mentre, come già detto più volte, queste tecnologie si caratterizzano come decentralizzate.¹⁸

Una delle possibili soluzioni, rispettosa della decentralizzazione della tecnologia, potrebbe essere introdurre sistemi di identità digitale *self-sovereign*,¹⁹ in cui ogni utente della catena genera autonomamente dei codici, che consistono in una componente pubblica, associata ad un' autorità preposta al rilascio di queste credenziali, ed una corrispondente chiave privata;²⁰ in tal modo, l'identità sarebbe protetta da crittografia, ma, al contempo, se vi fosse la necessità, l' autorità giudiziaria potrebbe decifrarla.²¹

¹⁵ Cfr. BELLOMIA, *op. cit.*, 21.

¹⁶ Cfr. PAROLA, MERATI, GAVOTTI, *op. cit.*, 686.

¹⁷ Cfr. MAUGERI, *Smart contracts e disciplina dei contratti*, in *Osservatorio del diritto civile e commerciale in Rivista semestrale* 2020, 2, 1397-1400.

¹⁸ Cfr. REMOTTI, *Blockchain smart contract. Un primo inquadramento*, in *Osservatorio del diritto civile e commerciale, in Rivista semestrale* 2020, 1, 211.

¹⁹ Cfr. BELLOMIA, *op. cit.*, 21.

²⁰ Cfr. BRUSCHI, *Le applicazioni delle nuove tecnologie: criptovalute, blockchain e smart contract*, in *Il Diritto Industriale*, 2020, 2, 164.

²¹ Cfr. BRUSCHI, *op. cit.*, 164.

2.2.3. L'oggetto

L'oggetto del contratto è un elemento essenziale in qualsiasi accordo contrattuale, e si riferisce a ciò che è stato concordato tra le parti, ovvero le prestazioni che ciascuna parte si impegna a fornire all'altra. In termini legali, l'oggetto del contratto, come previsto dall'art. 1346 c.c., deve essere possibile (qualcosa che può essere effettivamente realizzato), lecito (non deve contravvenire a leggi o regolamenti), determinato o determinabile (specificato nel contratto o almeno suscettibile di essere reso specifico in un secondo momento).

Lo smart contract non pare suscitare problematiche da questo punto di vista, anzi, risulterebbe idoneo a documentare l'oggetto, agendo “*sulla base di effetti predefiniti*” dalle parti.²² L'unico punto critico potrebbe essere il linguaggio informatico utilizzato, come visto in precedenza per l'accordo.

2.2.4. La causa ed il problema del linguaggio

Lo smart contract è un programma informatico che esegue istruzioni automatiche, pertanto un problema chiave è la difficoltà nel documentare la causa del contratto, ovvero la ragione economico-sociale perseguita dalle parti che stipulano il contratto. Essendo un concetto civilistico essenziale, la causa è spesso difficile da dedurre dai soli termini esecutivi dello smart contract, che tende a focalizzarsi su istruzioni operative piuttosto che descrittive.

In alcuni casi, come uno smart contract che regola un distributore di bevande, la causa può essere evidente; in altri, come il pagamento di una somma da un soggetto ad un altro, la causa potrebbe essere varia o addirittura illecita, rendendo difficile comprendere l'intenzione comune delle parti.²³

Le soluzioni potenziali a questo problema possono includere l'inserimento volontario nello smart contract di informazioni descrittive oppure la creazione di modelli standardizzati con una causa predeterminata oppure l'integrazione dello smart contract con un documento separato.²⁴

Ancora una volta, come per l'accordo e l'oggetto, si evidenzia la necessità di affrontare la sfida del tradurre il linguaggio naturale, contenente informazioni giuridiche, in un linguaggio informatico appropriato. Questa sfida è complicata dalla natura del linguaggio naturale, che è intrinsecamente ambiguo e interpretativo, a differenza del linguaggio informatico che opera su una logica binaria.²⁵

²² Cfr. MANENTE, *op.cit.*, 5.

²³ Cfr. MANENTE, *op.cit.*, 5.

²⁴ Cfr. MANENTE, *op.cit.*, 5.

²⁵ Cfr. SIRGIOVANNI, *Lo "smart contract" e la tutela del consumatore: la traduzione del linguaggio naturale in linguaggio informatico attraverso il legal design* in *Le Nuove Leggi Civili Commentate*, 2023, 1, 214 ss.

Certamente, l'uso di codici informatici negli smart contract offre vantaggi significativi: essi, infatti, fungono da linguaggio universale, superando le barriere linguistiche, e la loro strutturazione precisa e dettagliata assicura un'elevata prevedibilità e affidabilità.²⁶ Tuttavia, non lasciano spazio all'interpretazione e molti concetti presenti nel duttile linguaggio naturale si perdono, dal momento che si opera in un contesto dove tutto viene espresso in variabili che assumono i valori vero o falso, indicati con 1 e 0.

L'obiettivo futuro sarà, dunque, creare un contratto che sia interpretabile da un sistema automatizzato, ma anche accessibile ai soggetti del diritto tradizionali, usando un unico "linguaggio di definizione contrattuale",²⁷ per essere efficace e comprensibile dovrà, quindi, presentare una struttura sia semantica che sintattica chiaramente definita e avere la capacità di rappresentare accuratamente un'ampia gamma di accordi contrattuali, ma, al contempo, necessiterà di essere circoscritto in modo da permettere al sistema automatizzato di elaborarlo senza richiedere uno sforzo computazionale eccessivo.²⁸

In questo scenario giocherà sicuramente un ruolo chiave il *legal design*, che, grazie alla visualizzazione del procedimento giuridico e l'uso di icone per facilitare la comprensione delle norme giuridiche, faciliterà la comunicazione tra giuristi, programmatori ed ingegneri, favorendo le interrelazioni e l'interdisciplinarietà.²⁹

La sfida di integrare il diritto con la tecnologia è indubbiamente complessa, ma essenziale per garantire che il diritto continui a essere uno strumento efficace per regolare la tecnica: accettarla e adattarsi sarà, quindi, fondamentale per il futuro dello sviluppo e dell'applicazione degli smart contract e della tecnologia in generale.

²⁶ Cfr. STAZI, *op.cit.*, 163.

²⁷ Cfr. MARONE, *Legal design e forma computazionale del contratto: questo matrimonio s'ha da fare?* In *I Contratti* 2022, 6, 669 ss.

²⁸ Cfr. MARONE, *op. cit.*, 669 ss.

²⁹ Cfr. SIRGIOVANNI, *op.cit.*, 214 ss.

Capitolo 3 – Possibili utilizzi della blockchain e dello smart contract

La tecnologia blockchain e gli smart contracts sono spesso visti come strumenti capaci di rivoluzionare non solo la definizione tradizionale di contratto, ma anche la struttura fondamentale della nostra società. Queste innovazioni potrebbero riprogettare il panorama del mondo del lavoro, portando all'estinzione di alcune professioni e alla nascita di nuove, e potrebbero anche influenzare profondamente l'architettura democratica dello Stato contemporaneo, modificando come la sovranità popolare viene esercitata.

Un'importante relazione riguardo questo argomento è quella del 2017, redatta da Philip Boucher per il Parlamento europeo, intitolata “*Come la tecnologia blockchain può cambiarci la vita*”. Il documento mette in evidenza svariate opportunità offerte dalla blockchain, come una gestione dei brevetti più sicura oppure l'ottimizzazione delle catene di approvvigionamento, proponendo un sistema più efficace e affidabile per registrare, convalidare e monitorare le merci scambiate tra diverse entità. Tuttavia, tra le applicazioni più intriganti e rilevanti, spiccano l'*e-voting*, ovvero il voto elettronico, e la gestione dei diritti legati ai contenuti digitali, in particolare la protezione del diritto d'autore, ambiti che saranno al centro di questo capitolo.

3.1 L'*e-voting* e la democrazia liquida

Il sistema di voto tradizionale, nella maggior parte dei paesi, si basa su urne e quindi su voti dotati di fisicità materiale. In Italia, come in molti altri paesi, si mantiene un sistema di voto cartaceo a conteggio manuale, ritenuto in grado di garantire i principi fondamentali del voto, come enunciato dall'art. 48 della Costituzione al secondo paragrafo: “*Il voto è personale ed eguale, libero e segreto*”. Nonostante ciò, sono emerse accuse di brogli elettorali, mettendo in luce la mancanza di sicurezza assoluta dei sistemi tradizionali, ma anche sono sorti diversi problemi riguardanti la votazione per le persone che vivono lontane dalla propria residenza o all'estero, come nel caso degli studenti fuorisede.

Una possibile soluzione è data dall'*e-voting* sostenuto dalla tecnologia blockchain, noto come BEV (*blockchain-enabled e-voting*), che viene introdotto qui di seguito.

Immaginiamo un sistema in cui ogni elettore dispone di un portafoglio digitale contenente delle credenziali e una "moneta" virtuale, che simboleggia il suo diritto di voto; al momento della votazione, l'elettore trasferisce questa moneta al portafoglio del candidato prescelto, esercitando così il suo diritto di voto una sola volta.³⁰ Attraverso il BEV, inoltre, gli elettori potrebbero esprimere la loro preferenza in modo anonimo, sfruttando un computer o uno smartphone; questo sistema, infatti, potrebbe utilizzare una chiave crittografata e ID personali a prova di

³⁰ Cfr. KSHETRI, VOAS, “*Blockchain-Enabled E-Voting*” in *IEEE Software*, 2018, 4, vol. 35, 95.

manomissione, le cui credenziali possono essere verificate attraverso avanzati sistemi di biometria e procedure di identificazione in tempo reale.³¹ Una volta espresso, il voto verrebbe registrato sulla blockchain, rendendo ogni voto pressoché immutabile, garantendo trasparenza e sicurezza nel processo elettorale, dal momento che il record di voto sarebbe a quel punto accessibile da parte di tutti gli utenti.

Tutto ciò sembra essere aderente all'art. 48 citato in precedenza; tuttavia, questo sistema presenta molti scogli, alcuni dati dalla tecnologia utilizzata, altri dal contesto in cui è chiamato ad operare.

Da un punto di vista tecnologico, emergono diverse sfide significative. La prima riguarda l'impatto ambientale ed energetico della tecnologia blockchain. In particolare, il *mining*, essenziale per la creazione dei blocchi sulla blockchain, è noto per essere estremamente energivoro e, di conseguenza, per le sue considerevoli emissioni di CO₂. La seconda sfida concerne la sicurezza dei dispositivi individuali: sebbene la blockchain stessa sia ampiamente riconosciuta come sicura, i dispositivi individuali degli elettori possono essere vulnerabili a manomissioni, mettendo a rischio l'integrità del voto. Infine, c'è il problema dell'inesperienza da parte di una porzione della popolazione nell'utilizzo di nuovi strumenti digitali, che potrebbe ostacolare l'adozione e l'efficacia di tali sistemi nel contesto elettorale.

Riguardo la sfera sociale, invece, probabilmente la difficoltà più grande è data dal contrasto con il mondo politico, che si troverebbe depauperato in parte della propria autorità; il BEV, infatti, non avrebbe soltanto un ruolo marginale, ovvero la digitalizzazione del processo elettorale, ma potrebbe diventare una vera e propria alternativa politica. Infatti, mentre gli attuali sistemi tradizionali di voto poggiano su un'autorità centrale (lo Stato) e gli danno forza attraverso un sistema chiuso e centralizzato, il BEV si propone come un sistema decentralizzato, dove viene messa in luce la partecipazione del popolo;³² in questo modo, alcuni ritengono plausibile che possa svilupparsi un nuovo modo di esercizio della sovranità popolare, ovvero la democrazia "liquida", in cui i cittadini possono sia votare in modo diretto riguardo specifiche decisioni politiche, sia delegare qualsiasi altro cittadino in merito.³³

Un risvolto che andrebbe indubbiamente a ledere sia il potere dello Stato sia il suo apparato rappresentativo (Parlamento, consiglieri regionali, comunali, etc.), in quanto risulterebbe superflua o almeno meno importante l'intermediazione ora presente.

Al contempo, però, il BEV garantirebbe una rappresentazione più precisa, immediata e fluida delle preferenze politiche dei cittadini, permettendo di avvicinarsi maggiormente all'ideale

³¹ Cfr. KSHETRI, VOAS, *op. cit.*, 95.

³² Cfr. BOUCHER, NASCIMENTO, KRITIKOS, *Come la tecnologia blockchain può cambiarci la vita*, Scientific Foresight Unit (STOA), European Parliamentary Research Service, 2017, 13.

³³ Cfr. BOUCHER, NASCIMENTO, KRITIKOS, *op. cit.*, 13.

democratico; la democrazia “liquida”, quindi, amplierebbe, di fatto, l’autonomia collettiva del *demos* nelle decisioni politiche.³⁴

Tutto ciò si inserisce nel contesto della *e-democracy*, ovvero l’uso delle tecnologie dell’informazione e della comunicazione come mezzo per lo svolgimento delle procedure egualitarie di autogoverno del popolo.³⁵ Ciò non implica che l'*e-voting* sia l'unico pilastro della *e-democracy*, ma il suo rapporto con la *e-democracy* può essere paragonato a quello tra il voto tradizionale e la democrazia.³⁶ L'*e-voting*, in sostanza, emerge come lo strumento fondamentale per realizzare la visione della democrazia elettronica, nata dalla crescente necessità di superare le sfide nel manifestare e canalizzare la volontà popolare; nelle società contemporanee, infatti, si presentano ostacoli materiali, logistici e temporali che possono distorcere o rallentare la manifestazione della volontà collettiva e, grazie *all'e-voting*, molte di queste problematiche possono essere affrontate, facilitando un'espressione più diretta e immediata della volontà dei cittadini.³⁷

3.2 La gestione dei diritti digitali

Il mercato della creatività è uno dei settori che ha subito le ripercussioni più significative a causa della crescente digitalizzazione; l'espansione di Internet, infatti, da un lato, ha reso i contenuti facilmente accessibili a un pubblico più ampio, dall'altro, ha esposto tali contenuti a rischi maggiori di vulnerabilità. Per rispondere a queste sfide, sono nati e si sono sviluppati nel tempo vari sistemi di gestione dei diritti digitali (*Digital Rights Management* - DRM) con lo scopo di agire da meccanismi di autotutela, così da regolare e controllare la distribuzione e l'accesso ai contenuti digitali.³⁸

In questo scenario emergono ancora una volta la tecnologia blockchain e gli smart contracts, presentando molteplici applicazioni, che potrebbero rivoluzionare la gestione dei diritti legati ai contenuti digitali. Tuttavia, non sono risultano esenti da criticità, anzi, a volte, sembra essere maggiore l'*hype* riguardo queste tecnologie piuttosto che la concreta efficacia, già garantita da altri validi strumenti.

Tra i possibili utilizzi alcuni spiccano maggiormente, come ad esempio la prova della creazione dell’opera e la cosiddetta notarizzazione; la tecnologia blockchain in questo caso viene vista

³⁴ Cfr. GOMETZ, *Sulla “democrazia liquida”. La segretezza del voto tra autonomia politica e bene comune* in *StatoeChiese.it*, 2014, 30, 29-30.

³⁵ GOMETZ, *E-Democracy. Forme e problemi della democrazia elettronica* in *Diritto e tecnologie informatiche* a cura di CASADEI, PIETROPAOLI, CEDAM, 2021, 57.

³⁶ Cfr. GOMETZ, *op. ult. cit.*, 62-63.

³⁷ Cfr. GOMETZ, *op. ult. cit.*, 62-63.

³⁸ Cfr. MOSCON, *Tecnologia blockchain e gestione digitale del diritto d'autore e connessi* in *Il Diritto Industriale*, 2020, 2, 137.

come uno strumento capace di attestare la paternità delle opere, ovvero, grazie alla crittografia e alla natura pubblica della rete, i creatori potrebbero registrare la loro opera sulla blockchain e gli utenti potrebbero quindi accertarne l'autenticità.³⁹ In particolare, questo avverrebbe attraverso una particolare declinazione della blockchain, ovvero la tokenizzazione. Il termine *token* può essere tradotto in italiano come "gettone" ed è una sorta di rappresentazione visibile o tangibile di un oggetto, oppure, in campo giuridico l'astrazione di un bene qualsiasi, che può essere oggetto di un diritto;⁴⁰ il processo di tokenizzazione permetterebbe, dunque, di astrarre anche i diritti iscritti nel registro stesso, rendendo possibile, a quel punto, il tracciamento di alcuni *asset* digitali, che potrebbe essere utilizzato come prova per la paternità e la provenienza dell'opera.⁴¹

Tuttavia, numerosi esperti ritengono che la blockchain sia principalmente uno strumento documentale, capace di attestare l'inalterabilità delle informazioni nel tempo, ma non in grado di validare la veridicità dell'origine delle stesse. Questa problematica è spesso descritta con l'espressione "*Garbage-in, Garbage-out*" (GIGO), evidenziando che, se vengono inserite informazioni errate o false, saranno quelle che verranno perpetuate sulla blockchain; infatti, sebbene il sistema di registro distribuito assicuri l'integrità e la correttezza delle transazioni grazie alla sequenza verificata, non può garantire l'autenticità delle informazioni inerenti al bene della transazione (data, luogo o autore), le quali non sono sottoposte a verifica da parte dei nodi della rete.⁴²

Comunque, anche ammesso che si arrivi in un futuro alla possibilità di certificare luogo e data della creazione di un'opera, risulterebbe comunque molto complesso verificarne la paternità, sia per la difficoltà nel ricollegare il processo creativo ad un soggetto, sia per la natura volontaria dell'atto di assunzione/rivendicazione della paternità.⁴³

In questa prospettiva, la tecnologia blockchain non risulterebbe aggiungere nulla di innovativo, anzi risulterebbe parimente efficace, ma meno efficiente, rispetto ad un possibile servizio comune di marcatura temporale.

Un'applicazione più promettente e plausibile della tecnologia blockchain potrebbe essere la gestione automatizzata delle opere, specialmente quelle letterarie; infatti, coadiuvata all'adozione di uno smart contract per gestire la fruizione di un'opera, garantirebbe una sicurezza intrinseca, data dalle proprietà stesse della rete e dall'automazione dell'intero

³⁹ Cfr. SANDEI, *Blockchain e sistema autorale: analisi di una relazione complessa per una proposta metodologica* in *Le Nuove Leggi Civili Commentate*, 2021, 1, 199.

⁴⁰ Cfr. RAINONE, *Luci ed ombre dell'autotutela digitale: la blockchain come strategia di digital rights management* in *Il Diritto industriale*, 2022, 5, 464.

⁴¹ Cfr. MOSCON, *op. cit.*, 137.

⁴² Cfr. MOSCON, *op. cit.*, 142.

⁴³ Cfr. SANDEI, *op. cit.*, 200.

processo.⁴⁴ Ciò minimizzerebbe i rischi di pirateria e manomissione, riducendo anche i costi operativi. Questo utilizzo, come delineato nel primo capitolo, avrebbe il potenziale di trasferire il concetto di scarsità, tipico del mondo fisico, al dominio digitale, dando vita a copie digitali uniche e potenzialmente personalizzabili, con l'ambizione di “commodificare” i contenuti digitali e inaugurare nuovi mercati.⁴⁵

Riguardo all'apertura di nuovi mercati, è interessante menzionare il caso “*Tom Kabinet*” del 2018, esaminato dalla Grande Sezione della Corte di Giustizia Europea, che ha trattato la questione dell'ammissibilità di un mercato di *e-book* usati. Nella sua decisione, la Corte si è pronunciata in maniera critica, sottolineando al punto 69: “[...] *l'assenza di misure tecniche all'interno della piattaforma di tale club, che garantiscano che un'opera possa essere scaricata in una sola copia durante il periodo in cui l'utente ha effettivo accesso ad essa e che, una volta trascorso tale periodo, la copia scaricata non possa più essere utilizzata dal medesimo utente*”.

Diventa evidente come la tecnologia blockchain possa rappresentare una soluzione ideale a questa problematica: soltanto chi detiene il *token*, risultante da una precedente cessione registrata, avrebbe la possibilità di accedere al contenuto, prevenendo così una diffusione abusiva dell'opera a discapito dei diritti d'autore.⁴⁶ In questo modo la tokenizzazione dei contenuti digitali porterebbe all'avvicinamento tra le caratteristiche di quest'ultimi e le opere del mondo reale.⁴⁷

Un'ulteriore rilevante applicazione potrebbe riguardare le *royalties* spettanti gli autori; infatti, date la complessità e l'opacità attuali nella monetizzazione dei creatori, l'utilizzo della tecnologia blockchain, coadiuvata allo smart contract, sembra poter essere d'aiuto: *in primis*, la blockchain permetterebbe la completa trasparenza della circolazione di un contenuto;⁴⁸ secondariamente, lo smart contract potrebbe automatizzare tutti i vari micro-pagamenti previsti e renderli immediati.

In questo modo alcuni ritengono che si possa avviare un nuovo modello “*direct-to-fan*”, in cui il ruolo degli editori, delle etichette discografiche e degli organismi di gestione collettiva dei diritti si attenuerebbe.⁴⁹ Ancora una volta, dunque, queste tecnologie evidenziano la loro capacità di promuovere decentralizzazione e disintermediazione, riducendo la preminenza delle “autorità”, a prescindere dall'ambito di applicazione.

⁴⁴ Cfr. SANDEI, *op. cit.*, 210-211.

⁴⁵ Cfr. MOSCON, *op. cit.*, 138.

⁴⁶ Cfr. SANDEI, *op. cit.*, 212.

⁴⁷ Cfr. RAINONE, *op. cit.*, 470.

⁴⁸ Cfr. RAINONE, *op. cit.*, 470-471.

⁴⁹ Cfr. MOSCON, *op. cit.*, 139-140.

Conclusione

In questo elaborato abbiamo introdotto la tecnologia blockchain che, grazie alle sue caratteristiche di decentralizzazione e disintermediazione, pone al centro delle varie applicazioni la comunità e i suoi partecipanti, ridimensionando il ruolo delle autorità tradizionali che attualmente dominano diversi settori; la sua sicurezza e trasparenza, inoltre, la rendono adatta anche per contesti delicati, offrendo soluzioni a problemi precedentemente ritenuti insormontabili.

Sulla tecnologia blockchain operano programmi automatici attivati mediante accordi tra due o più entità, noti come smart contracts, termine coniato dal loro inventore Nick Szabo; essi rappresentano una profonda innovazione nel campo del diritto privato, come discusso nel secondo capitolo.

Benché gli smart contracts siano giuridicamente validi e vincolanti in base al D.L. n. 135 del 2018 e soddisfino (anche se a volte in modo un po' forzato) gli elementi costitutivi del contratto previsti dall'art. 1325 c.c., emergono discrepanze significative con la definizione tradizionale di contratto e molte delle complessità sembrano scaturire dalla definizione anglosassone fornita da Szabo, che ha generato ambiguità nel contesto legale.

Nel secondo capitolo, in particolare, abbiamo esaminato diverse questioni riguardanti gli smart contracts: i vizi del consenso, difficilmente constatabili tra le parti contraenti e casomai riferibili al programmatore dello smart contract; l'identificazione delle parti, resa problematica dall'anonimato presente, che potrebbe essere gestita attraverso un sistema di identificazione *self-sovereign* in linea con il principio di decentralizzazione della blockchain; il linguaggio codificato, spesso inaccessibile ai non esperti, che solleva il problema della comprensione da parte delle parti coinvolte, richiedendo o una traduzione in un linguaggio comprensibile o una revisione radicale del *framework* contrattuale attraverso il *legal design* (un approccio che promuove una collaborazione tra ingegneri, programmatori e giuristi, instaurando un'interdisciplinarietà finalizzata a convertire i processi legali in codice informatico).

Tuttavia, sebbene l'introduzione degli smart contracts e della blockchain abbia sollevato numerose sfide e incertezze nel panorama giuridico, è imperativo che il diritto e la dottrina si adattino costantemente, cercando soluzioni che tengano il passo con l'evoluzione tecnologica. È fondamentale, infatti, che il diritto mantenga una posizione preminente, guidando e inquadrando la tecnologia entro limiti ben definiti; in caso contrario, c'è il rischio che la tecnologia diventi predominante e il diritto perda la sua essenziale funzione normativa.

Nel terzo capitolo, invece, è stato esplorato come queste tecnologie possano apportare significativi vantaggi in vari ambiti. Ad esempio, l'*e-voting* inserito in un quadro di *e-*

democracy, appare come un potenziale strumento di trasformazione sociale, offrendo una rinnovata prospettiva democratica; esso, infatti, potrebbe rivitalizzare l'interesse nella *res publica*, coinvolgendo un numero crescente di cittadini e rispondendo all'attuale malcontento verso un'autorità rappresentativa spesso percepita come carente di competenza, in particolare a livello locale.

È stato inoltre visto quanto impattante potrebbero essere queste tecnologie nel mercato creativo digitale, che ha bisogno di trasformarsi e rivoluzionarsi, così da contrastare quella replicabilità dei contenuti, tipica del mondo di Internet. Grazie a queste innovazioni, infatti, si potrebbero rendere unici e tracciabili i contenuti creati dagli autori, assottigliando sempre di più la differenza presente tra beni digitali e beni fisici e proponendo i concetti di scarsità e di valore anche nel digitale.

In conclusione, l'intersezione tra blockchain, smart contracts e diritto rappresenta un cammino perlomeno avventuroso all'interno della trasformazione digitale, dove tecnologia e giurisprudenza si incontrano, sfidano e, in molti casi, si integrano. Questa tesi ha evidenziato l'importanza dell'adattamento e dell'evoluzione nel panorama giuridico, sottolineando che la tecnologia, per quanto rivoluzionaria, deve servire la società e non il contrario. Se saranno adeguatamente indirizzate e normate in modo coordinato dai vari Stati, mirando a una uniformità legislativa, eliminando disparità, superando ostacoli e fornendo interpretazioni chiare, queste tecnologie possono trasformare la società rendendola più equa, trasparente e inclusiva. Pertanto, *in medio stat virtus*: la soluzione risiede nel bilanciare l'innovazione, rispettando i principi fondamentali del diritto e dell'etica e, al contempo, garantendo un futuro in cui sia l'individuo sia la collettività beneficiano delle possibilità fornite da queste tecnologie.

Bibliografia e sitografia

Letteratura scientifica – libri e saggi

CASADEI, T., PIETROPAOLI, S., a cura di., 2021. *Diritto e tecnologie informatiche*. Milano: CEDAM. [online] Disponibile su <https://www.lamiabiblioteca.com/read/11BO0000010482LIBRO?pageId=11BO0000010482PAGINA00069&refSearchId=search-312648279#sec_s0022>. [Data di accesso: 20/08/2023]

DE FILIPPI, P., 2018. *Blockchain and the Law: The Rule of Code*. Harvard University Press. Pp. 33-36.

GARAVAGLIA, R., 2018. *Tutto su Blockchain: Capire la tecnologia e le nuove opportunità*. Milano: Hoepli Editore.

SARZANA, F., NICOTRA, M., 2018. *Diritto della blockchain, intelligenza artificiale e IoT*. Milano: IPSOA. [online] Disponibile su <<https://www.lamiabiblioteca.com/read/11BO0000009542LIBRO?pageId=11BO0000009542PAGINA00001&refSearchId=search-312433791>>. [Data di accesso: 14/08/2023]

STAZI, A., 2019. *Automazione contrattuale e “contratti intelligenti”*. *Gli smart contracts nel diritto comparato*. Torino: G. Giappichelli Editore.

ZATTI, P., COLUSSI, V., 2017. *Lineamenti di diritto privato*. 16° edizione. Milano: CEDAM.

Letteratura scientifica – articoli in riviste scientifiche, relazioni, ricerche e tesi

BELLOMIA, V., 2020. *Il contratto intelligente: questioni di diritto civile*, in *Judicium*. Pacini Giuridica. [online] Disponibile su <<https://www.judicium.it/wp-content/uploads/2020/12/Valentina-Bellomia.pdf>>. [Data di accesso: 09/08/2023]

BOUCHER, P., NASCIMENTO, S., KRITIKOS, M., 2017. *Come la tecnologia blockchain può cambiarci la vita*, Scientific Foresight Unit (STOA), European Parliamentary Research Service. [online] Disponibile su <<https://op.europa.eu/it/publication-detail/-/publication/9964fbfd-6141-11e7-8dc1-01aa75ed71a1/language-it>>. [Data di accesso: 18/08/2023]

BRUSCHI, F., 2020 *Le applicazioni delle nuove tecnologie: criptovalute, blockchain e smart contract*, in *Il Diritto Industriale*, 2/2020, pp. 164 ss. [online] Disponibile su <<https://onegale.wolterskluwer.it/document/le-applicazioni-delle-nuove-tecnologie-criptovalute-blockchain-e-smart->

contract/10AR0000268250ART1?searchId=2024025319&pathId=3dc1e768445b5&offset=4
&contentModuleContext=all>. [Data di accesso: 11/08/2023]

FINOCCHIARO, G., 2019. *Intelligenza Artificiale e protezione dei dati personali*, in *Giurisprudenza Italiana*, pp. 1671 ss. [online] Disponibile su <http://www.blogstudiolegalefinocchiaro.it/wp-content/uploads/2019/09/G.-Finocchiaro_GiurisprudenzaItaliana_2019.pdf>. [Data di accesso: 11/08/2023]

GIACCAGLIA, M., 2019. *Considerazioni su Blockchain e smart contracts (oltre le criptovalute)* in *Contratto e impresa* 3/2019, pp. 941 ss. [online] Disponibile su <<https://onelegale.wolterskluwer.it/document/considerazioni-su-blockchain-e-smart-contracts-oltrelecriptovalute/10AR0000260669ART1?searchId=2023783325&pathId=408e6647f9b45&offset=119&contentModuleContext=all>>. [Data di accesso: 05/08/2023]

GOMETZ, G., 2014. *Sulla “democrazia liquida”. La segretezza del voto tra autonomia politica e bene comune* in *StatoeChiese.it*, 30/2014 pp. 27 ss. [online] Disponibile su <<https://riviste.unimi.it/index.php/statoeChiese/article/view/4337>>. [Data di accesso: 18/08/2023]

KSHETRI, N., VOAS, J., 2018. *Blockchain-Enabled E-Voting* in *IEEE Software*, 4/2018, vol. 35, pp. 95 ss. [online] Disponibile su <<https://ieeexplore.ieee.org/document/8405627>>. [Data di accesso: 18/08/2023]

MANENTE, M., 2019. *Studio I_2019 DI - Legge 12/2019 – Smart contract e tecnologie basate su registri distribuiti – Prime note*. Consiglio Nazionale Del Notariato. [online] Disponibile su <https://notariato.it/it/ufficio_studi/studio-12019-di-legge-122019-smart-contract-e-tecnologie-basate-su-registri-distribuiti/>. [Data di accesso: 08/08/2023]

MARCHESIN, M., 2020. *Gli smart contracts: profili giuridici*. Relatore: Professore F. Viglione. Padova: Università degli Studi di Padova. [online] Disponibile su <<https://thesis.unipd.it/handle/20.500.12608/21629>>. [Data di accesso: 15/08/2023]

MARONE, B., 2022. *Legal design e forma computazionale del contratto: questo matrimonio s'ha da fare?* In *I Contratti* 6/2022, pp. 669 ss. [online] Disponibile su <<https://onelegale.wolterskluwer.it/document/legal-design-e-forma-computazionale-del-contratto-questo-matrimonio-s-ha-da-fare/10AR0000291339ART1?searchId=2024336224&pathId=aa42d68ccb45&offset=19&contentModuleContext=all#TIT00004>>. [Data di accesso: 13/08/2023]

MAUGERI, M., 2020. *Smart contracts e disciplina dei contratti*, in *Osservatorio del diritto civile e commerciale*, in *Rivista semestrale*, 2/2020, pp. 1375-1408. [online] Disponibile su <<https://www.rivisteweb.it/doi/10.4478/98702>>. [Data di accesso: 08/08/2023]

MOSCON, V., 2020. *Tecnologia blockchain e gestione digitale del diritto d'autore e connessi* in *Il Diritto Industriale*, 2/2020, pp. 137 ss. [online] Disponibile su <<https://onelegale.wolterskluwer.it/document/tecnologie-blockchain-e-gestione-digitale-del-diritto-d-autore-e-connessi/10AR0000268283ART1?searchId=2025315074&pathId=8c934ec450b3e&offset=3&contentModuleContext=all>>. [Data di accesso: 20/08/2023]

PAROLA, L., MERATI, P., GAVOTTI, G., 2018. *Blockchain e smart contract: questioni giuridiche aperte* in *I Contratti*. [online] Disponibile su <<https://www.altalex.com/documents/2018/12/06/blockchain-e-smart-contract-questioni-giuridiche-aperte>>. [Data di accesso: 02/08/2023]

RAINONE, A., 2022. *Luci ed ombre dell'autotutela digitale: la blockchain come strategia di digital rights management* in *Il Diritto industriale*, 5/2022, pp. 459 ss. [online] Disponibile su <<https://onelegale.wolterskluwer.it/document/luci-e-ombre-dell-autotutela-digitale-la-blockchain-come-strategia-di-digital-rights-management/10AR0000291073ART1?searchId=2025282662&pathId=c3351c4fa4bcd&offset=12&contentModuleContext=all>>. [Data di accesso: 20/08/2023]

RAMPONE, F., 2020. *Linee guida AgID e il paradosso della forma scritta*. Associazione Blockchain Italia. [online] Disponibile su <<https://associazioneblockchain.it/doc/decreto-semplificazioni-smart-contract-forma-scritta-blockchain>>. [Data di accesso: 10/08/2023]

RAMPONE, F., 2019. *Smart contract: né smart, né contract*. in *Rivista Di Diritto Privato* 2/2019, Cacucci Editore. [online] Disponibile su <<https://associazioneblockchain.it/wp-content/uploads/2019/11/Rampone-Smart-contract-n%C3%A9-smart-n%C3%A9-contract-25-10-2019.pdf>>. [Data di accesso: 31/07/2023]

REMOTTI, G., 2020. *Blockchain smart contract. Un primo inquadramento*, in *Osservatorio del diritto civile e commerciale*, in *Rivista semestrale* 1/2020, pp. 189-228 [online] Disponibile su <<https://www.rivisteweb.it/doi/10.4478/98136>>. [Data di accesso: 08/08/2023]

SALITO, G., 2019. *Smart contract*. Digesto italiano, Discipline Privatistiche, Sezione Civile. [online] Disponibile su

<<https://onelegale.wolterskluwer.it/document/smartcontract/94GI0000005102?searchId=2023245138&pathId=674e6de374c6f&offset=0&contentModuleContext=all>>. [Data di accesso: 05/08/2023]

SANDEI, C., 2021. *Blockchain e sistema autorale: analisi di una relazione complessa per una proposta metodologica* in *Le Nuove Leggi Civili Commentate*, 1/2021, pp. 199 ss. [online] Disponibile su <<https://onelegale.wolterskluwer.it/document/blockchain-e-sistema-autorale-analisi-di-una-relazione-complessa-per-una-proposta-metodologica/10AR0000278450ART1?searchId=2025315340&pathId=d5039fe4cc2a2&offset=1&contentModuleContext=all>>. [Data di accesso: 20/08/2023]

SAVELYEV, A., 2017. *Contract Law 2.0: "smart" contracts as the beginning of the end of classic contract law*. *Information & Communications Technology Law*, vol. 26, n. 2, pp. 116-134. [online] Disponibile su <https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2885241>. [Data di accesso: 05/08/2023]

SIRGIOVANNI, B., 2023. *Lo "smart contract" e la tutela del consumatore: la traduzione del linguaggio naturale in linguaggio informatico attraverso il legal design* in *Le Nuove Leggi Civili Commentate*, 1/2023, p. 214 ss. [online] Disponibile su <<https://onelegale.wolterskluwer.it/document/lo-smart-contract-e-la-tutela-del-consumatore-la-traduzione-del-linguaggio-naturale-in-linguaggio-informatico-attraverso-il-legal-design/10AR0000292763ART1?searchId=2023783325&pathId=2f9924e1cd81f&offset=17&contentModuleContext=all#TIT00004>>. [Data di accesso: 10/08/2023]

SZABO, N., 1996. *Smart Contracts: Building Blocks for Digital Markets* in *Extropy: The Journal of Transhumanist Thought*, vol. 16, capitolo introduttivo.

TOMMASINI, M., F., 2022. *Lo smart contract e il diritto dei contratti* in *"Jus Civile"* 4/2022 pp. 831-862. [online] Disponibile su <http://www.juscivile.it/Article/Archive/index_html?idi=-1&idu=-1&idn=89&ida=544>. [Data di accesso: 08/08/2023]

Sitografia

Blockchain 4Innovation - Il primo sito editoriale in Italia dedicato alla Blockchain. Blockchain 4innovation. [online] Disponibile su <<https://www.blockchain4innovation.it/>>. [Data di accesso: 29/07/2023]

EUBlockchain | EU Blockchain Observatory & Forum. EUBlockchain. [online] Disponibile su <<https://www.eublockchainforum.eu/>>. [Data di accesso: 05/08/2023]

Normativa nazionale e dell'UE

Dl. 14 dicembre 2018, n. 135.

Dlgs. 7 marzo 2005, n. 82.

L. 11 febbraio 2019, n. 12.

Regolamento (UE) n. 910/2014 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 23 luglio 2014, in materia di identificazione elettronica e servizi fiduciari per le transazioni elettroniche nel mercato interno.

Sentenza della Corte (Grande Sezione) del 19 dicembre 2019. *Nederlands Uitgeversverbond e Groep Algemene Uitgevers contro Tom Kabinet Internet BV e a.* Causa C-263/18.

Totale parole (esclusi frontespizio, indice, bibliografia e sitografia): 9.650.