



DIPARTIMENTO DI GIURISPRUDENZA

Cattedra di Diritto Privato II

IL CONTRATTO INTELLIGENTE: L'ALGORITMO
INFORMATICO NELLE VICENDE NEGOZIALI

RELATORE

Chiar.mo Prof.

Silvio Martuccelli

CORRELATORE

Chiar.mo Prof.

Michele Tamponi

CANDIDATA

Roberta Meoli

Matr. 153113

ANNO ACCADEMICO 2021-2022

Sommario

<i>Introduzione</i>	5
<i>Capitolo I – Smart Contract: descrizione del fenomeno</i>	8
1. Cenni storici.....	8
2. Smart contract e Blockchain.....	9
3. Definizione di smart contract secondo il “Decreto semplificazioni”	13
4. Caratteristiche tecniche	16
5. Benefici	19
6. Limiti	21
7. Profili internazionali del diritto degli smart contract.....	24
7.1 Stati Uniti.....	24
7.2 Singapore	31
7.3 Regno Unito	32
7.4 Malta	36
7.5 Bielorussia.....	37
7.6 Conclusioni comparatistiche	38
8. Evoluzione e utilizzo nella pratica degli affari.....	40
8.1 Professione Legale.....	40
8.2 Settore finanziario	43
8.3 Settore assicurativo	44
8.4 Industria della musica e dei media	46
8.5 Settore energetico	49
8.6 Internet of Things	50
8.7 Sharing Economy	51
9. Tra contratto e codice software	52
<i>Capitolo II – L’identificazione giuridica degli Smart Contract come contratti</i>	55
1. Il contratto in forma di Smart Contract	55
1.1 Tesi a supporto della rivendicazione di un’identità contrattuale..	56
1.2 Linguaggio informatico e contenuto dello smart contract	57
1.3 Trattative, proposta, accettazione e revoca.....	58
1.4 Conclusione di uno smart contract	60
1.5 L’identità delle parti	61
1.6 Smart contract con obbligazione del solo proponente	62
1.7 Il preliminare di smart contract	63
1.8 Lo smart contract per persona da nominare o a favore di terzo...	63
2. Vicende patologiche del contratto in forma di smart contract.	64
2.1 Nullità.....	64
2.2 Annullabilità.....	73
2.3 Rescissione	80

2.4 Risoluzione.....	82
3. Considerazioni sui possibili scenari evolutivi.....	93
<i>Capitolo III – Smart Contract come strumento di esercizio dell’attività contrattuale</i>	95
1. Limiti e contraddizioni della teoria della qualificazione giuridica degli smart contract come contratti.....	95
1.1 La perdita dei connotati tipici di uno smart contract	96
1.2 La scelta lessicale.....	97
1.3 Il linguaggio	98
1.4 Il ricorso alla tecnologia Blockchain e agli oracoli	99
1.5 La stabilità	108
1.6 La forma	110
1.7 Privacy	112
2. Lo smart contract come strumento di una o più fasi della vicenda contrattuale.....	114
2.1 Smart contract “strumentale” alla negoziazione di un contratto tradizionale	115
2.2 Smart contract “strumentale” alla conclusione di un contratto tradizionale	117
2.3 Smart contract “strumentale” all’esecuzione di un contratto tradizionale	118
3. Brevi conclusioni sul punto	128
4. Futuro e innovazione di tale tecnologia	129
<i>Riflessioni conclusive.....</i>	131
<i>Bibliografia.....</i>	133

Introduzione

L'evoluzione tecnologica apre degli scenari sempre più innovativi ed inesplorati e richiama il giurista al confronto con le complesse questioni giuridiche che ne derivano. Quest'ultimo ha anche l'onere di ricercare una soluzione di insieme per permettere uno sviluppo delle nuove tecnologie ed evitare la rottura degli schemi giuridici tradizionali.

L'obiettivo di questo elaborato è, principalmente, quello di analizzare l'istituto dello smart contract alla luce delle implicazioni generate sul piano socio-economico e su tali basi proporre delle soluzioni volte all'identificazione giuridica di questo strumento nelle vicende privatistiche.

Lo smart contract è, infatti, un protocollo di transazione computerizzato che esegue i termini di un contratto e rappresentando la più alta funzionalità della tecnologia Blockchain è in grado di disintermediare i rapporti contrattuali e di apportare un'automazione nella fase esecutiva.

Poste queste brevi premesse, l'esposizione partirà da un'analisi sulla nascita e lo sviluppo di questi strumenti fino ad arrivare all'intervento pionieristico del Legislatore che attraverso il "Decreto Semplificazioni" li ha definiti come «un programma per elaboratore che opera su tecnologie basate su registri distribuiti e la cui esecuzione vincola automaticamente due o più parti sulla base di effetti predefiniti dalle stesse. Gli smart contract soddisfano il requisito della forma scritta previa identificazione informatica delle parti interessate, attraverso un processo avente i requisiti fissati dall'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». Seppur la pubblicazione delle linee guida a cui il Legislatore ha espresso rinvio non sia ancora avvenuta, l'approccio è stato innovativo e ha posto le basi per un pieno riconoscimento degli effetti legali e giudiziali di un contratto intelligente, permettendo al giurista di porsi i primi interrogativi.

Partendo da uno studio tecnico-giuridico sono state analizzate le potenzialità e i rischi derivanti dall'utilizzo di un contratto self-executing, permettendo una prima definizione delle funzionalità insite in questi strumenti tecnologici. La dialettica tra l'innovazione tecnologia e la reazione dell'ordinamento è stata posta anche ad un livello comparatistico al fine di delineare il quadro giuridico esistente nei vari Stati in merito a tale fenomeno. L'analisi, infine, non poteva prescindere da uno studio dell'utilizzo nella pratica degli affari, essendo lo smart contract una tecnologia in grado di adattarsi in molteplici settori e di apportare in ognuno di essi una forma di innovazione. Pertanto, attraverso il primo capitolo si è cercato di definire lo stato dell'arte in merito a questi contratti intelligenti e sulla base dell'utilizzo socio-economico maturato fino ad ora si è posto il primo grande quesito: gli smart contract sono dei contratti? L'analisi seguente si è concentrata sulla risoluzione di tale quesito e, dunque, sull'identificazione giuridica dei suddetti contratti intelligenti. Infatti, nel secondo capitolo vengono equiparati gli stessi ai contratti analizzando le relative conseguenze nella dinamica negoziale, con particolare enfasi per la fase patologica. Per tali ragioni, è stato condotto uno studio sui diversi istituti codicistici quali la nullità, l'annullamento, la rescissione, etc. al fine di sviluppare una vera e propria prova di resistenza tra le regole del codice informatico e le norme vincolanti e sovraordinate dell'ordinamento giuridico.

Il terzo ed ultimo capitolo è, invece, volto all'identificazione degli smart contract come strumentali ad una o più fasi della vicenda contrattuale conclusasi mediante contratto tradizionale. Attraverso questa tesi si è voluto dare concretezza ad un utilizzo ibrido degli smart contract che permette un loro inserimento nelle dinamiche negoziali, senza scardinare il sistema delle categorie concettuali.

La risposta ultima sull'identificazione degli smart contract dipenderà sempre dalle finalità che i contraenti vorranno perseguire attraverso l'esercizio della propria autonomia contrattuale. Il compito del giurista è quello di porsi delle domande ed indagare sull'equilibrio tra gli schemi giuridici tradizionali e le innovazioni apportate nella realtà socio economica, al fine di permettere l'utilizzo e lo sviluppo di nuovi strumenti, in questo caso, nella dinamica contrattuale.

Capitolo I – Smart Contract: descrizione del fenomeno

SOMMARIO: 1. Cenni storici. – 2. Smart Contract e Blockchain. – 3. Definizione di smart contract secondo il “Decreto semplificazioni”. – 4. Caratteristiche tecniche. – 5. Benefici. – 6. Limiti. – 7. Profili internazionali del diritto degli smart contract. – 8. Evoluzione nel settore e utilizzo nella pratica degli affari. – 9. Tra contratto e codice software

1. Cenni storici

L’origine degli Smart Contract risale agli anni ‘90 con Nick Szabo, un informatico e crittografo. Egli fu il primo a coniare l’espressione “*Smart Contract*”, ovvero contratto intelligente e appartenendo al movimento cc.dd. *Cypherpunks*, aveva come obiettivo la tutela della privacy attraverso l’utilizzo della crittografia. Dunque, la sua definizione di smart contract era «un protocollo di transazione computerizzato che esegue i termini di un contratto». Inoltre «Gli obiettivi generali della progettazione dei contratti intelligenti sono quelli di soddisfare le condizioni contrattuali comuni (come i termini di pagamento, i pegni, la riservatezza, e anche l’esecuzione), ridurre al minimo le eccezioni sia maliziose che accidentali, e ridurre al minimo la necessità di intermediari fidati. Gli obiettivi economici correlati includono la riduzione di frodi, dei costi di arbitrato e di esecuzione, e altri costi di transazione».¹ Dunque la sua idea era

¹ N. SZABO, *Smart contracts*, 1994, testo originale: « A computerized transaction protocol that executes the terms of a contract. The general objectives of smart contract design are to satisfy common contractual conditions (such as payment

quella di incorporare in un sistema software e hardware delle clausole contrattuali tali da rendere onerosa la violazione del contratto stesso. Il primo prototipo di Smart Contract è comunemente associato alla “*vending machine*”,² in quanto essa soddisfa il sillogismo “se A allora B”, ad esempio se va a buon fine questo pagamento, il prodotto verrà erogato. Sono passati ventotto anni dall’ideazione del primo smart contract e nel corso del tempo c’è stato un forte sviluppo con l’implementazione della tecnologia Blockchain. Infatti, spesso gli smart contract vengono anche definiti come “*self-executing contract*” o “*Blockchain contract*”. È dunque lecito chiedersi: quanto ha impattato questa nuova tecnologia sugli smart contract? e quanto queste tecnologie stanno influenzando il nostro presente?

2. Smart contract e Blockchain

La tecnologia Blockchain ha determinato un crescente interesse verso tali contratti intelligenti, tanto da avere delle piattaforme apposite che supportano e creano gli smart contract, come Ethereum. Per comprenderne le implicazioni, bisogna capire che cos’è la Blockchain. Essa fa parte delle distributed ledger technology (“DLT”), dunque è una sottofamiglia di tecnologie il cui registro è strutturato come una catena di blocchi contenenti le transazioni e la cui validazione è affidata a un meccanismo di consenso, distribuito

terms, liens, confidentiality, and even enforcement), minimize exceptions both malicious and accidental, and minimize the need for trusted intermediaries. Related economic goals include lowering fraud loss, arbitration and enforcement costs, and other transactions cost», paper disponibile al seguente indirizzo: <https://archive.ph/zQ1p8> (visitato in data 10 Aprile 2022).

² Cfr.: A. HERTIG, *How do Ethereum smart contract work?*, in COINDESK, disponibile al seguente indirizzo: <https://www.coindesk.com/information/ethereum-smart-work> (visitato in data 2 Aprile 2022); K. WERBACH, N. CORNELL, *Contracts ex machina*, in «Duke Law Journal», n. 67, 2017, p. 348.

su tutti i nodi della rete nel caso della Blockchain permissionless/pubbliche oppure nel caso di Blockchain permissioned/private su tutti i nodi che sono autorizzati a partecipare al processo di validazione delle transazioni da includere nel registro.³ Dunque, è una catena di blocchi che registra le transazioni utilizzando diversi nodi⁴ per verificare e legittimare le stesse. La caratteristica principale della Blockchain, rispetto a tutte le altre DLT è che ogni blocco ha all'interno delle transazioni rappresentate sotto forma di hash.⁵ Ogni blocco contiene un hash del blocco precedente e alcuni metadati, così da creare un collegamento tra tutti i blocchi e determinare la così detta “catena di blocchi” meglio nota come Blockchain. L'hashing salvaguarda l'integrità dei dati, perché è impossibile modificare un hash senza modificare tutta la catena, inoltre vi è la necessità che la modifica sia approvata dalla maggioranza dei nodi. Questo sistema ledger decentralizzato riduce

³ Cfr.: J. T. LASTER – M.T. ROSNER, *Distributed stock ledgers and Delaware law*, in «Business Lawyer», n. 73, 2018, p. 319, 325; J. A. COX, *Blockchain for business lawyers*, ABA Section of Science & Technology Law, Chicago, 2018, p. 2,6; M. RASKIN, *The law and legality of smart contracts*, in «GEO. L. TECH. REV» n.1, 2017, p. 318; P. BISCOFF, *What is Blockchain? 10 experts attempt to explain blockchain in 150 words or less*, in Comparitech, disponibile al seguente indirizzo: <https://www.comparitech.com/blog/information-security/what-is-blockchain-experts-explains/> (visitato in data 2 Aprile 2022).

⁴ È bene precisare che un nodo è un dispositivo elettronico.

⁵ Per una definizione più dettagliata: «Tutte le operazioni nella Blockchain sono convalidate attraverso un'impronta digitale creata tramite una particolare funzione crittografica, la “funzione di hash”, che viene utilizzata per comprimere i dati relativi alle informazioni/ transazioni in un formato specifico a lunghezza fissa. Nella Blockchain, tale funzione è usata per creare un collegamento tra ciascun blocco, inserendo l'hash del blocco precedente nel blocco successivo della catena. Pertanto, se alcuni dati vengono modificati in un certo blocco, ogni blocco seguente cambierà, consentendo il rilevamento delle modifiche a qualsiasi parte dei dati in ogni blocco della catena». Cfr.: J. BONNEAU *et al.*, *Research Perspectives and Challenges for Bitcoin and Cryptocurrencies*, in «IEEE Symposium on Security and Privacy», Piscataway, 2015, p.4 disponibile al seguente indirizzo: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/7163021>, (visitato in data 4 Aprile 2022); M. GIULIANO, *La Blockchain e gli smart contracts nell'innovazione del terzo millennio*, in «Diritto dell'Informazione e dell'Informatica» II, 2018 p. 1001.

il rischio di hacking e di alterazione delle informazioni, perché la copia di un registro è distribuita su n nodi. Questi aspetti tecnici determinano le caratteristiche principali di questa tecnologia: l'immutabilità del registro, la trasparenza, la tracciabilità delle transazioni e la sicurezza basata sulle tecniche crittografiche. Sulla base di queste proprietà, gli smart contract sono passati da dei semplici programmi per computer che facilitavano le negoziazioni e verificavano il rispetto delle prestazioni su un server centralizzato, ad una vera e propria innovazione nell'ambito della contrattazione, riuscendo a garantire l'esecuzione dell'accordo tradotto nel codice sorgente. Infatti, le Blockchain che contengono transazioni con smart contract sono transazioni che la rete deve convalidare attraverso il protocollo di consenso della Blockchain stessa. Ogni nodo esegue l'operazione di verifica e una volta convalidata quella transazione essa si aggiunge alla catena di blocchi cosicché lo smart contract cambia stato. Basandoci sulle proprietà che questa tecnologia apporta, possiamo dire che la blockchain è qualificabile come una rivoluzione, perché avanza lentamente e avvolge gradualmente tutto lungo il suo cammino, con la forza della sua progressione e ha la capacità di rivoluzionare tutte le attività in ogni settore o industria, così come meglio vedremo nel paragrafo §1.8. Infatti, gli smart contract, anche se esistenti senza la Blockchain,⁶ solo grazie ad essa riescono ad ottenere le caratteristiche di immutabilità e di esecuzione automatica, assicurando l'affidabilità e la sicurezza nei rapporti transattivi conseguendo in tal modo la più avanzata funzionalità della Blockchain stessa. Prima di affrontare l'analisi legislativa nazionale, ciò che possiamo preliminarmente

⁶ In questo caso si basano su architetture di database tradizionali, chiamate procedure memorizzate – “*stored procedures*”.

sostenere è che « gli smart contract sono qualificabili come dei contratti digitali codificati, attraverso algoritmi informatici, in cui l'esecuzione e l'applicazione delle condizioni contrattuali si verificano automaticamente senza necessità di intervento umano».⁷ Dunque la Blockchain consente di creare contratti intelligenti, caratterizzati dall'autoesecuzione delle clausole contrattuali senza la necessità di un intervento esterno e in genere senza la possibilità di modificare o interrompere l'esecuzione. Talvolta, gli smart contract possono essere utilizzati anche per dare attuazione ad un precedente accordo contrattuale in senso giuridico, le cui clausole sono formalizzate in un codice informatico cd. sorgente.⁸ In questo modo, le parti possono trarne i relativi vantaggi per strutturare la loro relazione contrattuale in un modo più automatico ed efficiente, prescindendo dalle ambiguità e vaghezze che possono derivare dal linguaggio naturale.⁹ In altri casi, gli smart contract introducono ab origine delle nuove relazioni che sono definite ed eseguite automaticamente dal codice informatico, ma che non sempre hanno implicazioni legali. Per vero, attraverso una blockchain si possono implementare delle transazioni, usufruendo dei vantaggi correlati,

⁷Cit.: A. STAZI *Automazione Contrattuale e contratti intelligenti: gli smart contracts nel diritto comparato*, G.Giappichelli, 2019, p. 100; su questo vedi anche: N.SZABO, *Formalizing and securing relationships on public networks*; e riguardo al modo in cui la rappresentazione degli obblighi contrattuali come dati informatici consenta nuove proprietà contrattuali, incluse le condizioni contrattuali "calcolabili" v.: H.SURDEN, *Computable Contracts*, in « U.C. Davis Law Review», vol. 46, 2012, p. 629 ss.; Gli smart contracts, quindi, consentono di unire il momento dell'accordo con quello dell'esecuzione del contratto; v. aa.vv. *Smart contract and Contract law*, in (a cura di) L.A. DI MATTEO – M. CANNARSA – C. PONCIBO (a cura di'), *The Cambridge Handbook of smart contracts, blockchain technology and digital platforms*, Cambridge university press, Cambridge, 2019, p. 12 ss.; H.DIEDRICH, *Ethereum: Blockchain, Digital Assets, Smart Contracts, Decentralized Autonomous Organizations*, Wildfire, Bristol, 2016, p. 3.

⁸ Per una definizione più dettagliata v. Enciclopedia Treccani: «versione di un algoritmo scritta in un linguaggio di programmazione ad alto contenuto, le cui istruzioni sono poi eseguite dalla macchina mediante appositi programmi».

⁹ A. STAZI, *Automazione Contrattuale*, cit. p. 112.

ma senza la necessità che da ciò ne derivi un accordo contrattuale tradizionale. È bene sin d'ora precisare che l'analisi di questo elaborato si baserà sugli smart contract che producono implicazioni legali cosiddetti “*smart legal contract*”.

3. Definizione di smart contract secondo il “Decreto semplificazioni”

Ad oggi, come è agevole dedurre, queste due tecnologie, blockchain e smart contract, sono intimamente correlate. Ne è prova evidente la congiunta definizione del legislatore italiano all'art 8 ter nel Decreto Semplificazioni¹⁰ che al primo comma testualmente recita: «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 alterabile e non modificabile»¹¹ e nel successivo comma viene data anche una definizione di uno smart contract come: «un programma per elaboratore che opera su tecnologie basate su registri distribuiti e la cui esecuzione vincola automaticamente due o più parti sulla base di effetti predefiniti dalle stesse. Gli smart contract soddisfano il requisito della forma scritta previa identificazione informatica delle parti interessate, attraverso un processo avente i requisiti fissati dall'Agenzia per l'Italia digitale

¹⁰ Art 8.ter.1 d.l. 14 dicembre 2018 n 135 convertito in Legge 11 Febbraio 2019, n.12, recante «Conversione in legge, con modificazioni, del decreto legge 14 dicembre 2018, n. 135, recante disposizioni urgenti in materia di sostegno e semplificazioni per le imprese e per la pubblica amministrazione». G.U. 12 Febbraio 2019, n. 36, art. 8-ter, rubricato «Tecnologie basate su registri distribuiti e smart contract».

¹¹ Ibid.

con linee guida da adottare entro novanta giorni dalla data di entrata in vigore della legge di conversione del presente decreto»¹². L'Italia ha avuto un approccio innovativo e generale, introducendo una disciplina relativa alle tecnologie basate su DLT e Smart Contract. La definizione data dei contratti intelligenti si riferisce sia all'esecuzione sia al vincolo automatico, senza precisare se il riferimento operato è agli smart contract in senso informatico oppure in senso giuridico.¹³ Ulteriore questione irrisolta è se gli effetti siano predefiniti da una parte soltanto secondo lo schema del contratto unilaterale, oppure vengono definiti al sorgere del vincolo contrattuale.¹⁴ Dunque, si dispone la soddisfazione del requisito della forma scritta previa identificazione informatica delle parti interessate, attraverso un processo avente i requisiti fissati dall'Agenzia per l'Italia digitale.¹⁵ Tuttavia, ad oggi, tali requisiti non sono stati ancora emanati. Ciononostante, la memorizzazione di

¹² Ibid.

¹³ In questo senso, v.: G. RINALDI, *Smart Contract: meccanizzazione del contratto nel paradigma della blockchain*, 2019, p. 28, disponibile al seguente indirizzo: <https://www.academia.edu/39741128> (visitato in data 9 Aprile 2022); C. BOMPRESZI, *Commento in materia di Blockchain e Smart Contract alla luce del nuovo Decreto Semplificazioni*, in «DIMIT», 2019; M. NICOTRA, *L'Italia prova a normare gli smart contract, ecco come: pro e contro*, 2019, disponibile al seguente indirizzo : <https://www.agendadigitale.eu/documenti/litalia-prova-a-normare-gli-smart-contract-ecco-come-pro-e-contro/> (visitato in data 9 Aprile 2022).

¹⁴ A. STAZI, *Automazione Contrattuale*, cit. p. 113 e ss.

¹⁵ Tale previsione è correlata all'art. 20, comma 1-bis, del Codice dell'amministrazione digitale (d.lgs. n. 82/2005), che stabilisce i presupposti per cui un documento informatico è idoneo a soddisfare il requisito della forma scritta. Trattandosi di un programma per elaboratore, in assenza di una espressa previsione, potrebbero sorgere dubbi circa la conformità di un "contratto intelligente" al requisito della immodificabilità di cui all'art 3, comma 2, DPCM 13 novembre 2014, ed a quanto previsto dall'art 4, comma 3, DPCM 22 Febbraio 2013, non può considerarsi immodificabile un documento informatico che contiene macroistruzioni o codici eseguibili, come avviene appunto in uno smart contract. Al riguardo, v.: M. GIULIANO, *La blockchain e gli smart contracts nell'innovazione del diritto del terzo millennio*, in «Diritto dell'informazione e dell'informatica», 6, 2018, p. 1017 ss.; M. NICOTRA, *L'Italia prova a normare gli smart contract*, cit.

un documento informatico attraverso l'utilizzo delle tecnologie DLT produce gli effetti giuridici della validazione temporale elettronica di cui all'art. 41 del regolamento UE n. 910/2014, cd. e-IDAS.¹⁶ Si ipotizza, dunque, un pieno riconoscimento degli effetti legali e giudiziali di un contratto intelligente tra le parti interessate secondo una validazione temporale elettronica qualificata,¹⁷ la quale, ai sensi del regolamento stesso, se rilasciata in uno Stato Membro, è riconosciuta come tale in tutti gli Stati Membri.¹⁸ A ogni buon conto, è bene ribadire che è necessaria la pubblicazione degli standard tecnici da parte dell'Agenzia per l'Italia digitale. Concludendo, l'intervento del legislatore è stato pionieristico ma allo stesso tempo ha lasciato molti interrogativi e molti dubbi.¹⁹ Mentre, in ambito europeo le relative istituzioni hanno iniziato ad interessarsi a queste nuove tecnologie con il fine di definire una normativa uniforme che possa garantire un approccio omogeneo all'interno del mercato unico. Ci sono state varie iniziative, tra cui la creazione dell'Osservatorio e Forum dell'UE sulla Blockchain, che ha lo scopo di analizzare lo stato dell'arte e i relativi sviluppi sulla materia nel panorama europeo e rafforzare l'impegno e l'interesse dei singoli soggetti coinvolti nel settore. Si aggiunge anche l'European Blockchain Partnership che insieme al sopramenzionato Osservatorio e alla maggior parte dei Paesi Europei ha lo scopo di consolidare un approccio uniforme dei vari attori nel settore DLT e smart contract e permettere uno sviluppo e una diffusione unanime.²⁰

¹⁶ A. STAZI, *Automazione Contrattuale*, cit. p. 135 ss.

¹⁷ La quale, ai sensi dell'art. 41, comma 2, del Regolamento e-IDAS gode della presunzione di accuratezza della data e dell'ora che indica e di integrità dei dati ai quali tale data e ora sono associate.

¹⁸ Regolamento e-IDAS, art. 41, comma 3.

¹⁹ A. NUZZO, *Blockchain e autonomia privata, fondamenti giuridici*, Luiss University Press, Roma, 2021, p. 7 e ss.

²⁰ M. GIULIANO, *La Blockchain e gli smart contracts*, cit. p. 1015 s.; v.: L. PAROLA- P. MELATI- G. GAVOTTI, *Blockchain e smart contract: questioni*

Al momento, vi è stata una risoluzione del Parlamento Europeo dell'ottobre 2018²¹ nella quale l'organo legislativo ha invitato la Commissione ad avanzare l'elaborazione di norme tecniche di collaborazione con le relative organizzazioni internazionali²² partendo dal quadro giuridico esistente nei vari Stati Membri per poter definire uno studio delle potenzialità, dei rischi e delle implicazioni giuridiche che possono nascere dall'utilizzo di queste nuove tecnologie. Dunque, in linea con gli interessi nazionali ed europei, l'obiettivo del presente scritto è quello di delineare gli aspetti giuridici degli smart contract e la loro possibile qualificazione. Di conseguenza, per poter definire le implicazioni legali, è necessario partire dalle caratteristiche tecniche.

4. Caratteristiche tecniche

Basilare è comprendere la logica di funzionamento. Lo smart contract è un programma informatico, un algoritmo che si autoesegue al verificarsi delle condizioni predeterminate. Potremmo parlare di un "sillogismo giuridico eseguito automaticamente dal software, sintetizzabile nello schema if-then".²³ Quindi, dati degli

giuridiche apertem in «I Contratti», 6, 2018, p. 683; G. CASTELLANI, *Smart contracts e profili di diritto civile*, in «Comparazione e diritto civile», 2019 p. 3.

²¹ Risoluzione del Parlamento Europeo del 3 ottobre 2018, *Tecnologie di registro distribuito e blockchain: creare fiducia attraverso la disintermediazione*, (2017/2772(RSP)).

²² Tra cui L'International Organization for Standardization (ISO), International Telecommunication Union (ITU), European Committee for Standardization (CEN), ed European Committee for Electrotechnical Standardization (CENELEC).

²³ A. CONTALDO – F. CAMPARA, *Blockchain, criptovalute, smart contract, industria 4.0*, Pacini Giuridica, 2019, p. 34.

input,²⁴ il computer deterministico genera degli output²⁵ sulla base delle funzioni predeterminate.²⁶ Più nel dettaglio, il processo di elaborazione di uno smart contract è basato su una stringa di codice che viene inserita in una rete che registra le proprie transazioni su Blockchain. L'obiettivo è la certificazione crittografica, tramite protocollo di consenso, degli input e degli output e del calcolo stesso, così da garantire che non ci siano manomissioni o alterazioni.²⁷ Inoltre l'aspetto economico e l'aspetto tecnologico sono indissolubilmente legati, in quanto un errore nell'implementazione della stringa di codice causerebbe un danno economico con la criptovaluta²⁸ coinvolta. Tecnicamente, potremmo definire uno smart contract come un "denaro programmabile" perché funziona come una transazione articolata a cui possono essere apposte una serie di condizioni. Per la validazione di una transazione, i miners²⁹

²⁴ Una precisazione è d'obbligo, l'input può provenire dall'interno o dall'esterno. Mentre nel primo caso uno smart contract è correlato ad un altro smart contract, nel secondo si parla di oracolo, che produce informazioni dall'esterno. V.: T. SWANSON, *Consensus-as-a-service: a brief report on the emergence of permissioned, distributed ledger systems* in «Great Wall of Numbers», n.15, 6 Aprile 2015) disponibile al seguente indirizzo: <<http://www.ofnumbers.com/wp-content/uploads/2015/04/Permissioned-distributed-ledgers.pdf>> (visitato in data 5 Marzo 2022).

²⁵ O. RIKKEN – S. VAN HEUKELOM – VERHAGE et al., *Blockchain and distributed ledger technology: definitions* in «UNOPS», n. 21, 2018, disponibile al seguente indirizzo <https://insureblocks.com/ep-42-legal-aspects-of-blockchain/> (visitato in data 5 Marzo 2022).

²⁶ V. GATTESCHI – F. LAMBERTI – D. DEMARTINI, *Technology of Smart Contracts* in L.A. DI MATTEO – M. CANNARSA – C. PANCIBO' *The Cambridge handbook of smart contract, blockchain technology and digital platforms*, Cambridge University Press, 2020, p. 43.

²⁷ R. BATTAGLINI – M.T. GIORDANO – G. VACIAGO, *Blockchain e smart contract: funzionamento, profili giuridici e internazionali, applicazioni pratiche*, Giuffrè, 2019, p. 237 ss.

²⁸ Per una definizione più dettagliata della criptovaluta v. il glossario della Banca d'Italia: «Con criptovaluta si intende una valuta virtuale che costituisce una rappresentazione digitale di valore ed è utilizzata come mezzo di scambio o detenuta a scopo di investimento», disponibile al seguente indirizzo: <https://www.borsaitaliana.it/borsa/glossario/criptovaluta.html> (visitato in data 5 Marzo 2022).

²⁹ Il miner è colui che si occupa di validare le nuove transazioni attraverso l'attività di mining, ciò comporta l'aggiunta di nuovi blocchi alla blockchain. Per il

si occupano di metterla in esecuzione. Per comprendere più da vicino gli aspetti tecnici degli smart contract su blockchain, basta focalizzarsi su una delle piattaforme utilizzate per crearli. Ve ne sono molteplici quali ad esempio EOS, Cardano, Link o Tron ma la più utilizzata è “*Ethereum*”. Essa ha come linguaggio di programmazione Solidity e per caricare uno smart contract è necessario avere un wallet.³⁰ Ogni transazione ha un costo espresso in “*gas*”³¹ ed è necessario indicare il limite di gas disposti a pagare e il prezzo a cui si è disposti ad acquistare. Una volta stabilito ciò, i miners devono eseguire le istruzioni per costituire il blocco successivo e così ottenere la ricompensa. Quando la transazione è un contratto, il contratto verrà eseguito e lo stato dello smart contract muterà³² e verrà registrato su tutti i nodi della rete. Di conseguenza, quando un contratto è in esecuzione, non può essere interrotto o sospeso a meno che non siano previste all’interno dello stesso smart contract tali interruzioni. Tuttavia, avere uno smart contract autonomo, quindi senza possibilità di intervento esterno, determina alcune delle caratteristiche essenziali quali l’immodificabilità. La scelta di prevedere l’intervento di un’entità di fiducia che possa modificare lo stato dello smart contract è a discapito della trasparenza dell’algoritmo stesso. Tuttavia, ogni smart contract ha la necessità di aggiornare il software periodicamente o per

compimento di questa attività, i miners ottengono una ricompensa con delle commissioni.

³⁰ I wallet sono applicazioni software che contengono la coppia di chiavi necessarie per utilizzare quella blockchain. La chiave privata permette l’accesso all’account e deve essere segreta, mentre la chiave pubblica è parificabile ad un indirizzo IBAN; dunque, corrisponde ad un account e permette la connessione tra client Ethereum.

³¹ I gas sono acquistabili in “*ethers*” ovvero la criptovaluta di Ethereum.

³² Uno stato è un valore di una variabile. In informatica, un valore è un oggetto definito che può essere memorizzato in una variabile. Per esempio, il colore di una macchina può variare. Quindi il colore della macchina è una variabile, e i singoli colori sono i valori.

malfunzionamenti. Immaginare uno smart contract del tutto autonomo su un contratto di lungo periodo è difficile. Dunque, distinti dagli smart contract autonomi ci sono quelli off-chain dove è previsto l'intervento esterno di un ente fiduciario che possa modificare la versione corrente e aggiornarla. In questi ultimi infatti è prevista una maggiore necessità di code review esterno. Condizioni correlate all'automazione sono dunque l'autoeseguibilità e l'inflessibilità ovvero l'impossibilità di modificare i termini di un contratto intelligente, anche se nel caso di forza maggiore, quindi una volta iniziata l'esecuzione, quest'ultima non può essere fermata. Ulteriore condizione tecnica è lo pseudo-anonimato. Infatti, in questo ambito tutto è scritto in linguaggio codice e sulla blockchain si può usare un nickname o un numero per essere rintracciabili, ma non c'è bisogno di inserire informazioni sensibili. Una delle caratteristiche del sistema stesso è la decentralizzazione, ovvero l'assenza di un'autorità centralizzata come un istituto bancario che si occupi del processo di verifica. Il sistema è autonomo e da sicurezza sia alle transazioni più semplici che a quelle più complesse. Tuttavia, queste proprietà hanno degli aspetti negativi quali ad esempio l'incontrollabilità, l'ingovernabilità e spesso l'incomprensione. Tutti questi aspetti, sia relativi ai benefici che ai limiti, verranno analizzati nei prossimi paragrafi, con particolare riferimento alle blockchain pubbliche mentre per quelle private, verrà di volta in volta indicato.

5. Benefici

I benefici di uno smart contract, come i suoi limiti, sono intrinsecamente legati alle caratteristiche della Blockchain stessa. Uno dei vantaggi essenziali derivanti dall'utilizzo di questi algoritmi

è la trasparenza e dunque la verificabilità delle operazioni effettuate. Infatti, la filosofia dei sistemi Blockchain è “*do not trust, verify*”. Quindi uno smart contract è verificabile da tutti, ad esempio Ethereum è una piattaforma accessibile da chiunque, in cui si possono vedere le operazioni che si stanno verificando in quel momento e controllare che l’attività dei miners corrisponda a quanto dichiarato nel codice sorgente. La verificabilità è legata anche allo pseudo-anonimato, dunque ogni utente viene rappresentato da un codice binario senza che i suoi dati anagrafici vengono richiesti o mostrati. Un altro aspetto da analizzare è l’automazione, che è intrinsecamente legata all’immodificabilità, cioè l’impossibilità di modifica o di interruzione di uno smart contract in esecuzione, il beneficio ovviamente è la resistenza alla censura. Tuttavia, è indubbio che questo comporta alcuni limiti, che verranno analizzati di seguito. Inoltre, questo aspetto potrebbe venire meno quando si è in una blockchain con poche entità c.d. privata, le quali potrebbero mettersi d’accordo e raggiungere la percentuale di consenso per fermare il programma. Una blockchain privata non è immutabile o resistente alla censura e potrebbe perfino prevedere dei meccanismi di blocco dell’esecuzione sotto la responsabilità di determinati nodi predefiniti,³³ questo aspetto potrebbe essere utile nel caso di provvedimenti inibitori emessi dall’autorità giudiziaria. Ritornando ai benefici sopraelencati, queste proprietà comportano una semplificazione delle operazioni commerciali, maggiore velocità ed efficienza in una transazione e dei contratti di esecuzione a basso costo. Ciò è possibile perché rispetto ai contratti cartacei vi è una

³³ Sul punto, v.: M. GIULIANO, *La Blockchain e gli smart contracts nell’innovazione del diritto del terzo millennio*, cit., p. 1028; P. CUCCURU, *Blockchain ed automazione contrattuale. Riflessioni sugli smart contract*, in «La nuova giurisprudenza civile commentata» v. 33, n. 1, 2017 p. 119.

semplificazione dei passaggi procedurali, da cui ne deriva un risparmio dei costi e anche una maggiore rapidità di esecuzione.³⁴ Un ulteriore aspetto che dà i suoi benefici, tanto quanto i relativi limiti, è il linguaggio macchina. Scegliere di redigere uno smart contract comporta l'utilizzo di un codice informatico che è svincolato dalle ambiguità e vaghezze del linguaggio tradizionale; dunque, fornendo una soluzione vincolante alle possibili incertezze interpretative future. Tale redazione comporta la necessità che le parti rispettino l'accordo originale,³⁵ senza la possibilità di una futura mancata controprestazione e senza la necessità di doversi fidare della controparte. La qualifica di “*trustless system*” è data proprio perché nel caso di una mancata esecuzione della prestazione, lo smart contract non si ferma ma bloccherà la controprestazione, fino a quando il contratto intelligente non si sarà perfezionato con entrambe le prestazioni. L'ultimo vantaggio elencabile è la funzione del “*timestamp*”, ovvero la certezza temporale e di inalterabilità che viene data dalla tecnologia blockchain.³⁶

6. Limiti

I limiti derivanti dall'utilizzo degli smart contract sono l'altra faccia della medaglia. Con questa tecnologia, ogni beneficio comporta con sé degli svantaggi. Infatti, gli smart contract creati su una blockchain pubblica sono incontrollabili e non modificabili una volta creati, ovviamente è possibile prevedere un intervento esterno, ma ciò oltre

³⁴ P. DEFILIPPI– A. WRIGHT, *Decentralized Blockchain Technology, and the rise of lex cryptographia*, in Social Science Research Network, n. 34, 2015, cit., p. 25. Disponibile al seguente indirizzo: <https://doi.org/10.2139/ssrn.2580664> (visitato in data 10 Aprile 2022).

³⁵ J. M. SKLAROFF, *Smart Contract, and the cost of Inflexibility*, in « U. Pa. L. Rev. » n. 166, 2017, p. 263, 279.

³⁶ A. CONTALDO– F. CAMPARA, *Blockchain, criptovalute, smart contract*, cit. p.41.

che comportare un ingente costo economico, determinerebbe la perdita dei benefici insiti nell'utilizzo di uno smart contract oltre all'inutilità di questo strumento. Alternativamente, è possibile prevedere sia una funzione di autodistruzione dello smart contract³⁷ oppure l'inserimento di una clausola di intervento di una parte o di un terzo in caso di attività fraudolenta o illegale.³⁸ È importante evidenziare che tali limiti non sussistono in una blockchain permissioned che ancorché modificabile, non ha i benefici di una blockchain pubblica così come innanzi descritti. Un ulteriore importante ostacolo, a parere di chi scrive, è la difficoltà di comprensione di un codice per coloro che non sono *coders*. Vi è, infatti, la necessità che lo smart contract sia la traduzione fedele della volontà delle parti diversamente, si verificherebbe una situazione in cui le parti concludono un contratto ma sono state indotte in errore non avendo una piena comprensione dello stesso. Ed infatti spesso ci si affida ai *coders* e al loro linguaggio,³⁹ ma questi ultimi non hanno le conoscenze giuridiche per poter tradurre in maniera meticolosa ogni clausola contrattuale e, quindi, si auspica una sempre maggiore collaborazione tra gli esperti delle due aree e la creazione di figure multidisciplinari. Per ora questo limite potrebbe essere superato con una stesura meticolosa di un contratto tradizionale affiancato dalle stringhe di codice dello smart contract. Durante la stesura un ulteriore limite invalicabile è la rigidità del codice, che non permette di tradurre parole che possono lasciare

³⁷ M. N. TEMTE, *Blockchain Challenges Traditional Contract Law: Just How Smart are Smart Contracts*, in «Wyoming Law Review» Vol 19: n. 1, Article 7, 2017, p. 99 disponibile al seguente indirizzo: <https://scholarship.law.uwyo.edu/vol19/iss1/7> (visitato in data 10 Aprile 2022)

³⁸ P. CUCCURU, *Beyond Bitcoin: an early overview on Smart Contract*, 25 in «INT'L J. L. & INFO. TECH.» n. 25, 2017, disponibile al seguente indirizzo: <https://academic-oup-com.eres.qnl.qa/ijlit/article/25/3/179/3106217> (visitato in data 10 Aprile).

spazio alla discrezionalità umana, all'ambiguità o alla vaghezza perché un computer non riuscirebbe a leggerle. Inoltre, quando gli smart contract vengono registrati su una piattaforma Blockchain, si paga un costo che è relativo alla lunghezza della stringa di codice. Ciò determina un maggiore costo nell'aver stringhe di codice troppo lunghe o esplicite, comportando una limitazione dei possibili contenuti vista la difficoltà di tradurre clausole dettagliate e complesse, come di solito sono presenti in un contratto tradizionale.⁴⁰ Inoltre, l'anonimato da molti è considerato un ostacolo alla qualificazione legale degli smart contract come contratti. La Blockchain consente di concludere transazioni anonime, o più specificatamente pseudo-anonime⁴¹, tuttavia rimane la possibilità di identificare la controparte tramite un indirizzo IP, un numero di conto corrente, etc.⁴² Ultimo limite, ma non per importanza è la necessità di utilizzo degli "oracoli".⁴³ Questo

⁴⁰ G. BELLANTUONO, *I contratti incompleti nel diritto e nell'economia*, Cedam, Padova, 2000, p. 68 ss.; G.O.B. JACCARD, *Smart Contracts and the Role of Law*, in «Jusletter it», n. 23, 2017, p. 7.

⁴¹ Lo pseudo-anonimato è la possibilità per un utente di avvalersi di un nickname e non del suo vero nome. Le piattaforme Blockchain non richiedono alcun dato sensibili per l'utilizzo.

⁴² Per una definizione più dettagliata v.: article 29 data protection working party, su "opinion 05/2014 on Anonymisation Techniques", WP 216, p. 20 ss, disponibile al seguente indirizzo: https://ec.europa.eu/justice/article-29/documentation/opinion-recommendation/files/2014/wp216_en.pdf (visitato in data 10 Aprile 2022).

⁴³ Gli oracoli sono dei servizi che possono essere forniti dall'uomo tanto quanto da un sistema hardware o software e che hanno come obiettivo quello di connettere il mondo blockchain con il mondo esterno. Gli oracoli software traggono le loro informazioni da fonti web come un sito web, mentre gli oracoli hardware raccolgono dati dal mondo fisico attraverso dei sensori (ad esempio provenienti dal Internet of Things infra § 1.8.5). Infine, l'uomo può alimentare direttamente l'oracolo con le informazioni richieste, firmando crittograficamente. Ulteriore distinzione è tra oracoli in entrata e in uscita, i primi inviano informazioni dal mondo esterno allo smart contract, mentre i secondi inviano l'output dei contratti intelligenti a fonti esterne (come aprire la serratura di una porta). V.: V. GATTESCHI – F. LAMBERTI – C. DEMARTINI *technology of smart contracts*, in L. DI MATTEO – M.CANNARSA – C. PONCIBO', *The Cambridge Handbook of smart contracts, blockchain, technology and digital platforms*, Cambridge University Press, 2020; V.MOU "blockchain oracles explained" in

collegamento potrebbe determinare la perdita della qualifica di *trustless system*, dovendo riporre fiducia nell'oracolo stesso⁴⁴ ma soprattutto essi aprono le porte alla possibilità che lo smart contract fallisca. A conclusione di questo paragrafo, i contratti intelligenti sono progettati per rimanere incontrollabili⁴⁵ e immutabili e anche se ciò può essere interpretato come lato negativo, l'incapacità delle parti di modificare il contratto intelligente⁴⁶ rimane un vantaggio e una delle caratteristiche di distinzione.

7. Profili internazionali del diritto degli smart contract

Dopo aver analizzato nel paragrafo §1.3 l'intervento del legislatore italiano sulle nuove tecnologie e l'iniziale interesse del legislatore europeo, il presente paragrafo è dedicato agli interventi posti in essere negli ordinamenti esteri. Un riconoscimento giuridico consente una protezione legale nell'utilizzo degli smart contract, a tal fine esaminare gli interventi dei legislatori esteri ci permette di analizzare in un'ottica comparatistica cosa può essere fatto e in che direzione poter auspicare un prossimo intervento del legislatore italiano. Dunque, di seguito saranno delineati i singoli approcci normativi dei vari Stati esteri.

7.1 Stati Uniti

Negli Stati Uniti si consente l'utilizzo degli smart contract in quanto ai sensi dello Statute of Frauds e dell'UCC, «Le parti potranno fare affidamento su un “contratto intelligente” per creare accordi

«Binance academy», disponibile al seguente indirizzo: <https://academy.binance.com/en/articles/blockchain-oracles-explained> (visitato in data 10 Aprile 2022)

⁴⁴ R. BATTAGLINI – M.T. GIORDANO – G. VACIAGO, op. cit., p.255 e ss.

⁴⁵ P. CUCCURU, *Beyond bitcoin*, cit.

⁴⁶ S. A. MCKINNEY, *Smart Contracts, Blockchain, and the next frontier of transactional law*, in «WASH. J. L. TECH. & ARTS» n. 13, 2018, p.313, 317.

giuridicamente vincolanti, se lo smart contract delinea i termini materiali dell'accordo e le parti lo firmano digitalmente attraverso un atto volontario, o ancor più se le parti includono il riferimento a un contratto "ibrido" che contiene prosa legale standard collegata ai relativi algoritmi dello smart contract. Anche ove un accordo legale basato su un "contratto intelligente" fosse ritenuto non conforme allo Statute of Frauds o ai requisiti dell'UCC, le parti che tentino di contestare l'applicabilità di tale contratto dovrebbero affrontare un percorso legale complesso in virtù delle ampie previsioni dell'UETA e dell'E-Sign.».⁴⁷ Inoltre, a livello federale sono stati emanati l'appena menzionato L'Electronic Signatures in Global and National Commerce Act ("ESIGN")⁴⁸ che è una disposizione normativa di natura sovraordinata e inderogabile a cui si affianca l'Uniform Electronic Transactions Act ("UETA")⁴⁹ li dove adottato dal singolo Stato. Il primo intervento ha lo scopo di delineare un'equiparazione

⁴⁷ Cit. a. vv. "Smart Contracts" & Legal Enforceability" in CARDOZO BLOCKCHAIN PROJECT, research report #2, (2018), pp. 22-26, testo originale: «U.S. law largely accommodates the use of blockchain-based smart contracts to create binding and enforceable legal agreements, with limited exception. Under the statute of frauds and the U.C.C., parties should be able to rely on a smart contract to create enforceable legal agreements, if the smart contract outlines the material terms of the parties' arrangement and if the parties digitally sign the agreement through some volitional act. Enforceability concerns are decreased if parties incorporate, by reference, a smart contract, and rely on a "hybrid" contract that contains standard legal prose and references to relevant smart contract programs. Even if a legal agreement relying on a smart contract somehow is deemed not to satisfy the statute of frauds or the writing requirements of the U.C.C., parties attempting to challenge the enforceability of any such contract will face an uphill battle thanks to the broad provisions of the UETA and E-Sign Act. These statutes likely will apply to contractual arrangement involving smart contracts, because a blockchain should qualify as an "electronic record" and because a smart contract should qualify as an "electronic agent" ». disponibile al seguente indirizzo: <https://larc.cardozo.yu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1001&context=blockchain-project-reports> (visitato in data 2 Aprile 2022)

⁴⁸ Disponibile al seguente indirizzo: <https://uscode.house.gov/view.xhtml?path=/prelim@title15/chapter96&edition=prelim> visitato in data 6 Marzo 2022

⁴⁹ Disponibile al seguente indirizzo: <http://euro.ecom.cmu.edu/program/law/08-732/Transactions/ueta.pdf> visitato in data 6 Marzo 2022

tra i contratti conclusi in forma elettronica e quelli conclusi tradizionalmente, su formato cartaceo. Il secondo intervento invece ha lo scopo di attribuire rilevanza e protezione giuridica agli smart contract.⁵⁰ Analizzando più nel dettaglio L'ESIGN possiamo vedere che al titolo "electronic records and signatures in commerce" alla sezione "general rule of validity" si impone la stessa validità o applicabilità di una firma, un contratto o un altro documento in formato tradizionale a quella in formato elettronico. Al capoverso, si specifica che un contratto concluso con una firma elettronica o una registrazione elettronica ha gli stessi effetti giuridici, la stessa validità e esecutività di un contratto così detto tradizionale.⁵¹ Nella sezione delle definizioni, si qualifica un "electronic record" come «Un contratto o altra registrazione creata, generata, inviata, comunicata, ricevuta o memorizzata con mezzi elettronici».⁵² Mentre "electronic signature" viene definito come «un suono, un simbolo o un processo elettronico, allegato a o associato logicamente ad un contratto o ad un altro documento e eseguito o adottato da una persona con l'intento di firmare la registrazione».⁵³ In aggiunta, lì dove ratificato, l'UETA contribuisce a riconoscere legalmente i

⁵⁰ R. BATTAGLINI – M.T. GIORDANO – G. VACIAGO, "Blockchain e smart contract: funzionamento, profili giuridici e internazionali, applicazioni pratiche", cit., p.390 e ss.

⁵¹Testo originale: Sec. 101. General Rule of Validity «(a) In general. - Notwithstanding any statute, regulation, or other rule of law (other than this title and title II), with respect to any transaction in or affecting interstate or foreign commerce-- (1) a signature, contract, or other record relating to such transaction may not be denied legal effect, validity, or enforceability solely because it is in electronic form; and (2) a contract relating to such transaction may not be denied legal effect, validity, or enforceability solely because an electronic signature or electronic record was used in its formation».

⁵² Testo originale: E-SIGN, 7006 Definitions n 4 «The term "electronic record" means a contract or other record created, generated, sent, communicated, received, or stored by electronic means».

⁵³ Testo originale: E-SIGN, 7006 Definitions n 5 «The term "electronic signature" means an electronic sound, symbol, or process, attached to, or logically associated with a contract or other record and executed or adopted by a person with the intent to sign the record».

documenti elettronici, le firme elettroniche e i contratti elettronici. Infatti, nella sezione 7, afferma l'efficacia legale o l'applicabilità di una registrazione, di una firma elettronica o di un contratto formato mediante registrazione elettronica.⁵⁴ Le fonti di questa sezione sono da rivedersi negli articoli 5,6, e 7 dell'UNCITRAL. Oltre a ciò, negli ultimi anni vari Stati hanno emanato i loro Bill con l'obiettivo di chiarire la qualificazione degli smart contract e di conseguenza per attirare attività imprenditoriali. Ad esempio, vari Stati hanno affermato che i documenti inseriti su una piattaforma Blockchain sono documenti elettronici ai sensi dell'UETA⁵⁵ e dalle definizioni contenute sia nell'UETA che nell'E-Sign Act si consente l'utilizzo di Smart Contract per concludere accordi giuridici vincolanti. Di seguito, analizzerò i singoli Stati americani che hanno promosso un intervento legislativo in merito a queste tecnologie. Lo Stato del Nevada⁵⁶ e dell'Ohio⁵⁷ hanno adottato un approccio piuttosto limitato, definendo la Blockchain e qualificandola come documento elettronico e dunque che le firme elettroniche e gli smart contract registrati su essa sono giuridicamente validi e vincolanti.⁵⁸ Tuttavia gli Stati che non hanno adottato l'UETA come New York, Washington e Illinois dovrebbero modificare le loro legislazioni per

⁵⁴ Testo originale: UETA Sec. 7 Legal recognition of electronic records, electronic signatures, and electronic contracts « (a) A record or signature may not be denied legal effect or enforceability solely because it is in electronic form. (b) A contract may not be denied legal effect or enforceability solely because an electronic record was used in its formation. (c) If a law requires a record to be in writing, an electronic record satisfies the law. (d) If a law requires a signature, an electronic signature satisfies the law».

⁵⁵ Cfr.: 2017 Ariz. HB 2417 44-7061; 2018 Cal. AB 2658; Nev. Rev. Stat. Ann. § 719.090; 2018, Ohio, SB 220 1306.01; 2018 Tenn. SB 1662 47-10-202. Riguardo a Blockchain e UETA, v.: A.J. BOSCO, "Blockchain and the uniform Electronic Transactions Act", in «The Business Lawyer» vol. 74, 2018/2019, p. 243 ss.

⁵⁶ Senate Bill No. 398 Nevada – Senator Kieckhefer March 2017.

⁵⁷ Senate Bill No. 300 Ohio – Senator Dave Burke, Matt Huffman, Steve Wilson

⁵⁸ A. STAZI, *Automazione Contrattuale*, cit. p. 130 e ss.

poter riconoscere un contratto intelligente.⁵⁹ Infatti, lo Stato dell'Illinois ha emanato il Blockchain Technology Act che ha riconosciuto la validità dei contratti intelligenti e delle registrazioni e firme poste attraverso Blockchain. Dunque, impedisce che ai contratti intelligenti sia negato l'effetto legale o che siano esclusi come prova in un procedimento legale. Ciononostante, l'apporto innovativo dato da questo Stato è quello di aver posto delle limitazioni all'uso della blockchain. Ad esempio, ad uno smart contract può essere negato l'effetto legale se la blockchain sottostante non permette di conservare e riprodurre accuratamente il registro delle transazioni per tutte le parti che hanno diritto ad una copia del contratto o del registro della transazione.⁶⁰ Ulteriori limiti vi sono in presenza di leggi che richiedono che il record sia visualizzato o comunicato in un certo modo o quando l'uso della blockchain potrebbe inibire la capacità di una persona di memorizzare o recuperare le informazioni contenute sulla catena di blocchi.⁶¹ Lo stato dell'Arizona è stato uno dei primi a riconoscere giuridicamente gli smart contract come veri e propri contratti nelle materie previste dall'House Bill 2417⁶² del 29 marzo 2017. L'intervento ha stabilito che «un contratto intelligente può esistere

⁵⁹ Ibid.

⁶⁰ Testo originale: 2019 ILL. ALS 514 ill. Laws 514, 2019 ILL. P.A. 514, 2019 ILL HB 3575 section 15. A «if parties have agreed to conduct a transaction buy se of a blockchain and a law requires that a contract or other record relating to the transaction be in writing, the legal effect, validity, or enforceability of the contract or other record may be denied if the blockchain containing an electronic record of the transactions is not in a form that is capable of being retained and accurately reproduced for later reference by all parties or other persons who are entitled to retain the contract or other record».

⁶¹Testo originale: 2019 ILL. ALS 514 ill. Laws 514, 2019 ILL. P.A. 514, 2019 ILL HB 3575 section 15. c «if a person inhibits the ability of another person to store or retrieve information contained in a blockchain, such information is not enforceable by the person who inhibited the storage or retrieval».

⁶² Disponibile al seguente indirizzo: <https://legiscan.com/AZ/text/HB2417/2017> (visitato in data 6 Marzo 2022).

nel mercato e che tale contratto relativo ad una transazione non può essere privato di effetti giuridici, validità o applicabilità solo perché quel contratto contiene una clausola di contratto intelligente».⁶³ Questa definizione dunque ricomprende anche i software basati su paradigma di programmazione “a eventi”, i quali memorizzano il relativo stato di funzionamento e operano su registri distribuiti, decentralizzati, condivisi e replicati, in grado di conservare e operare trasferimenti di assets su quei determinati registri.⁶⁴ Tale innovativo intervento ha influenzato e dato esempio ad altri stati quali quello del North Dakota o dell’Ohio il quale nel 2018 ha emendato lo Uniform Electronic Transactions Act statale per poter affermare che «un record o un contratto che è assicurato attraverso la tecnologia blockchain è considerato in forma elettronica ed è un record elettronico»⁶⁵ tuttavia la proposta di riconoscere gli smart contract è stata successivamente modificata dal disegno di legge e dunque al momento non hanno raggiunto lo stesso status legale dato dall’Arizona. Nel contempo lo Stato della Florida ha proposto una disciplina simile ma non è ancora entrata in vigore.⁶⁶ L’identificazione come contratti soltanto per alcune tipologie come il leasing e la compravendita è un punto di inizio che ci permette di fare un’analisi sugli smart contract quale fenomeno estremamente eterogeneo ma anche sullo sforzo normativo svolto dallo Stato

⁶³ Testo originale: Article 5. Blockchain Technology Section C «Smart contracts may exist in commerce. a contract relating to a transaction may not be denied legal effect. validity or enforceability solely because that contract contains a smart contract term».

⁶⁴ Testo originale: Article 5. Blockchain Technology, Section E.2.«” smart contract” means an event-driven program, with state, that runs on a distributed, decentralized, shared, and replicated ledger and that can take custody over and instruct transfer of assets on that ledger».

⁶⁵ Testo originale: «a record or contract that is secured through blockchain technology is considered to be in an electronic form and to be an electronic record».

⁶⁶ R. BATTAGLINI – M.T. GIORDANO – G. VACIAGO, cit., p. 391 e ss.

dell'Arizona per ricondurre questa nuova tecnologia all'interno del sistema. Ovviamente non si può non tenere conto delle proprietà insite in un contratto intelligente e delle caratteristiche di trasversalità e di transnazionalità che creano delle difficoltà nell'equiparazione alle categorie tradizionali ma è in dubbio che l'intervento del legislatore dell'Arizona è improntato a determinare una maggiore equiparazione tra gli smart contract e i contratti tradizionali. Un anno dopo dal loro intervento, il Tennessee ha emanato il Senate Bill 1662⁶⁷ il quale definisce lo smart contract come «un programma informatico guidato da eventi, che viene eseguito su un libro mastro elettronico, distribuito, decentralizzato, condiviso e replicato e che può prendere in custodia e istruire il trasferimento di beni su quel libro mastro. Inoltre, si ammette l'utilizzo dei contratti intelligenti per il commercio con piena validità ed efficacia.⁶⁸ Dunque possono essere utilizzati per automatizzare le transazioni, comprese, ma non solo, le transazioni per: (A) prendere in custodia e ordinare il trasferimento di beni su quel libro mastro; (B) creare e distribuire beni elettronici; (C) sincronizzare le informazioni; o (D) gestire l'identità e l'accesso degli utenti alle applicazioni software»⁶⁹. Nel 2019, è lo stato del Wyoming che ha emanato il Senate Bill 125⁷⁰ con il quale da una definizione di smart contract come “automated transactions”, nello specifico li definisce

⁶⁷ Disponibile al seguente indirizzo: <https://legiscan.com/TN/text/SB1662/id/1802160> (visitato in data 6 Marzo 2022).

⁶⁸ Senate Bill 1662, Section 1. 47-10-202.

⁶⁹ Testo originale: «“smart contract” means as event-driven computer program, yjay executes on an electronics, distributed, decentralized, shared, and replicated ledger that is used to automate transactions, including, but not limited to, transactions that: (A) take custody over and instruct transfer of assets on that ledger; (B) create and distribute electronic assets; (C) Synchronize information; or (D) manage identity and user access to software applications».

⁷⁰ Disponibile al seguente indirizzo: <https://legiscan.com/WY/text/SF0125/2019> (visitato in data 6 Marzo 2022).

come «una transazione condotta o eseguita, in tutto o in parte, da registrazioni elettroniche, in cui gli atti o le registrazioni di una o entrambe le parti non sono esaminati da una persona nel corso ordinario della formazione del contratto, dell'esecuzione di un contratto esistente o dell'adempimento di un obbligo o del mancato verificarsi di condizioni specifiche». ⁷¹ L'innovazione apportata da questo Stato è quella di assimilare l'autore dello smart contract al titolare del digital asset oggetto dell'operazione.⁷² L'ultimo ad intervenire tra gli stati americani è L'Arkansas, il quale parifica gli smart contract a dei contratti commerciali a tutti gli effetti. In aggiunta, lì dove è presente soltanto una clausola smart, riferibile a una transazione economica all'interno di un contratto, ad essa non vi può essere negata validità, efficacia o applicazione.⁷³

7.2 Singapore

Singapore ha attribuito con l'Electronic Transactions Act⁷⁴ validità ed efficacia alle informazioni in forma elettronica, equiparandole a quelle in forma scritta.⁷⁵ Tale progetto ha adottato, con le opportune modifiche, il modello di legge UNCITRAL sulle ETR⁷⁶ adottato dalla Commissione delle Nazioni Unite. Dunque, consente l'uso di versioni elettroniche e digitali degli strumenti trasferibili,

⁷¹Testo originale: « a transaction conducted or performed, in whole or in part, by electronic records, in which the acts or records of one (1) or both parties are not reviewed by an individual in the ordinary course in forming contract, performing under an existing contract or fulfilling an obligation or nonoccurrence of specified conditions».

⁷²Testo originale: «(A) business logic that runs on a blockchain; or (B) a software program that stores rules on a shared and replicated ledger and uses the stored rules for: (i) negotiating the terms of a contract; (ii) automatically verifying the contract; and (iii) executing the terms of a contract».

⁷³ R. BATTAGLINI – M.T. GIORDANO – G. VACIAGO, op. cit., p. 394 e ss.

⁷⁴ Disponibile al seguente indirizzo: <https://sso.agc.gov.sg/Act/ETA2010#pr38> (visitato in data 21 Marzo 2022).

⁷⁵ Ibid.

⁷⁶ UNCITRAL Model Law on ETRs adottata dalla commissione delle Nazioni Unite per il diritto commerciale internazionale il 13 Luglio 2017.

perseguendo l'obiettivo di ridurre la dipendenza dalle copie fisiche. Inoltre, stabilisce che il requisito della sottoscrizione è soddisfatto quando è possibile identificare il soggetto firmante. Attraverso queste modifiche, uno strumento trasferito in forma ETR (*“electronic transferable records”*) sarà legalmente riconosciuto ai sensi della legge di Singapore, qualora la relativa registrazione elettronica contenga le informazioni richieste e vi è un metodo per identificare e controllare il record elettronico ed infine per mantenerne l'integrità.

7.3 Regno Unito

Il Regno Unito ha istituito una Law Commission nel 1965 con lo scopo di analizzare le disposizioni vigenti e suggerire riforme lì dove necessarie. Infatti, nel biennio 2017-2018 si è occupata di analizzare la compatibilità degli smart contract nell'ordinamento, in modo da assicurare un quadro normativo certo e flessibile per l'applicazione di tali contratti intelligenti. La definizione data agli smart contract è « la tecnologia che gira su blockchain e con la quale i contratti legali possono essere eseguiti automaticamente, o almeno in parte».⁷⁷ Successivamente, è stata istituita la UK Jurisdiction Taskforce (*“UKJT”*) con lo scopo di pubblicare delle linee guida sui cryptoassets e gli smart contract.⁷⁸ Tali linee guida hanno cercato di fare chiarezza soprattutto sulle situazioni in cui i contratti intelligenti producono obbligazioni legalmente vincolanti, ma anche sui rimedi per tutelare gli utenti qualora questa tecnologia operasse

⁷⁷Testo originale: «The technology which runs on blockchain and by which legal contracts may be executed automatically, at least in part».

⁷⁸*“Legal statement on cryptoassets and smart contracts”*, UK Jurisdiction Taskforce Disponibile al seguente indirizzo: https://35z8e83m1ih83drye280o9d1-wpengine.netdna-ssl.com/wp-content/uploads/2019/11/6.6056_JO_Cryptocurrencies_Statement_FINAL_WEB_111119-1.pdf (visitato in data 10 Aprile 2022).

diversamente da quanto programmato. Interessanti sono i criteri interpretativi identificati per comprendere la volontà contrattuale degli utenti che si avvalgono di queste nuove tecnologie. Sicuramente l'obiettivo principale è stato quello di ridurre le grandi incertezze nate con l'utilizzo degli smart contract e favorirne l'utilizzo. Andando più nel dettaglio, possiamo vedere come gli smart contract possono ottenere forza contrattuale quando rispettano i requisiti propri di un contratto tradizionale. Il diritto inglese non richiede sempre una forma particolare⁷⁹, ma si concentra sul far valere la promessa a condizione che siano rispettati i tre requisiti. Primo, che sia oggettivamente raggiunto un accordo tra due o più parti. Secondo, che le parti abbiano inteso che sarebbero state legalmente vincolate da tale accordo. Terzo, escluso alcune eccezioni, il contratto deve permettere che ogni parte ne tragga un'utilità la c.d. "*consideration*". Dunque, indipendentemente dal linguaggio utilizzato. Rilevante è, a questo punto, valutare le condotte delle parti e la scelta delle parole proprio come avviene per ogni contratto in quanto il rapporto tra software e contratto può variare. Le parti possono decidere di definire i loro obblighi solo sulla base di uno smart contract, oppure utilizzare una stringa di codice solo per regolare alcuni aspetti del loro rapporto, o decidere di istaurare una forma del tutto ibrida. Merita particolare attenzione la questione legale dell'anonimato, per la quale il diritto inglese è stato definito in grado di affrontare gli sviluppi tecnologici. L'organizzazione DAO ("*Decentralized Autonomous Organisation*") è stata equiparata ad un'associazione non incorporata, dove non vi è uno status giuridico, ma tutti i membri

⁷⁹ Ad eccezione di alcuni casi, come i contratti relativi a disposizioni equitative di terreni, garanzie e cessioni di diritti di proprietà intellettuale.

dell'associazione sono vincolati alle regole. Ogni membro dell'associazione stipula un contratto con l'insieme degli altri membri; dunque, vi è un accordo e la qualità di membro è prova dell'intenzione di voler essere legalmente vincolato. Inoltre, nel diritto inglese non vi è un requisito di identificazione delle parti. Infatti, ci sono molti casi in cui una delle parti non conosce la reale identità della controparte, ad esempio nelle vendite di asta al miglior offerente. Ovviamente ci sono dei rischi intrinseci del contrattare con uno sconosciuto ma che si accettano a priori, ad esempio la difficoltà di identificazione in caso di citazione in giudizio per violazione del contratto. Concludendo su questo aspetto legale, grazie all'equiparazione di una DAO ad un'associazione non incorporata, si permette di assicurare la validità di un contratto intelligente.⁸⁰ Un ulteriore quesito legale risolto dalla Taskforce riguarda l'applicazione dei principi generali dell'interpretazione contrattuale ad uno smart contract scritto interamente o in parte in codice macchina. Tradizionalmente, nell'interpretare un contratto il giudice si sforza di identificare l'intenzione delle parti avendo come riferimento una persona ragionevole, ma tenendo in considerazione anche il contesto. A primo impatto, sembrerebbe che un contratto smart non potrebbe essere sottoposto ad un'interpretazione contrattuale per due ragioni. La prima è perché l'interpretazione è strettamente correlata al linguaggio naturale. La seconda perché il codice è tendenzialmente chiaro e coerente. Infatti, uno smart contract che consiste solo di codice può essere comunque visto come un contratto il cui linguaggio è chiaro. E dunque un giudice

⁸⁰ *“Legal statement on cryptoassets and smart contracts”*, UK Jurisdiction Taskforce Disponibile al seguente indirizzo: https://35z8e83m1ih83drye280o9d1-wpengine.netdna-ssl.com/wp-content/uploads/2019/11/6.6056_JO_Cryptocurrencies_Statement_FINAL_WEB_111119-1.pdf (visitato in data 10 Aprile 2022).

nell'interpretarlo non si discosterà da quanto scritto nel codice. Ciononostante, un codice di un contratto intelligente potrebbe essere poco chiaro, questo potrebbe verificarsi in varie circostanze. Ad esempio, quando il linguaggio di programmazione utilizza una costruzione mal definita, determinando una difficoltà di accertamento del significato. Oppure quando diversi compilatori trattano una costruzione programmatica in modo diverso. In questi casi il giudice tenderà a valutare il contratto intelligente nella sua interezza, ma se ciò non bastasse dovrà guardare oltre i quattro angoli di un contratto per ricercare ciò che le parti obiettivamente avevano inteso, proprio come avviene per un contratto tradizionale. Infatti, ci sono varie occasioni in cui un giudice guarderà all'interazione e alle comunicazioni scambiate tra le parti, ad esempio quando è stato commesso un errore o se entrambe le parti si sono sbagliate. Ulteriore questione legale sottoposta alla Taskforce è se il requisito legale della scrittura è soddisfatto nel caso di uno smart contract trascritto in tutto o in parte in linguaggio macchina. Ovviamente non è l'aspetto elettronico, ma il linguaggio macchina a creare dei dubbi. Tuttavia, tenendo conto della definizione di 'scrittura' così come definita dall'Interpretation Act del 1978⁸¹ possiamo dire che dipende dalla particolare regolamentazione e dalle circostanze. Secondo la Taskforce, quando è possibile rilevare che "il codice rappresenti o riproduca parole e che sia reso visibile su uno schermo o su un tabulato, è probabile che esso soddisfi un requisito legale "per iscritto".⁸² Dunque, il fatto che

⁸¹Testo originale: «" Writing" includes typing, printing, lithography, photography, and other modes of representing or reproducing words in a visible form, and expressions referring to writing are construed accordingly».

⁸² Testo originale: «Any doubt could perhaps be resolved to s 8 of the Electronic Communications Act 2000, which provides Ministers with the power in certain circumstances to make subordinate legislation allowing for electronic

non tutti comprendono il linguaggio macchina è irrilevante, molte lingue straniere non sono comprese da tutti e vi è la necessità di un traduttore esperto. Tuttavia, la Law Commission si è discostata da questa conclusione nel caso in cui vi è un vero e proprio requisito di scrittura. Infatti, in questo caso sarà necessario che tutte le parti siano in grado di leggere il testo del contratto. Ultima considerazione posta dall'UKJT è la differenza tra smart contract e smart legal contract, i primi ricomprendono varie tipologie ma solo i secondi sono in grado di generare delle implicazioni legali e dunque possono costituire dei contratti legalmente vincolanti. Inoltre, differenzia gli smart contract in tre tipologie: a. il modello in cui vi è solo il codice; è autosufficiente ed è espresso interamente in linguaggio di programmazione; b. il modello “interno” in cui è presente sia il linguaggio naturale che il codice; c. il modello “esterno” in cui vi è un contratto tradizionale e vi è un accordo aggiuntivo per dare esecuzione allo stesso tramite un programma informatico.⁸³

7.4 Malta

Lo stato di Malta è intervenuto con una serie di disposizioni, istituendo la Malta Digital Innovation Authority e definendo una normativa molto organica. Difatti, la definizione data di smart contract è la seguente «una forma di accordo di tecnologia innovativa che consiste in: a) un protocollo informatico; b) o un accordo concluso interamente o parzialmente in forma elettronica, che è automatizzabile ed eseguibile tramite l'esecuzione di codice informatico, sebbene alcune parti possano richiedere l'input e il controllo umano e che può essere anche eseguibile tramite metodi

communications to be used for the purpose of anything which is “required to be or may be done or evidenced in writing».

⁸³ R. BATTAGLINI – M.T. GIORDANO – G. VACIAGO, op. cit., p. 398 e ss.

legali ordinari o tramite una combinazione di entrambi». ⁸⁴ Questa definizione dà una distinzione tra i contratti intelligenti in senso informatico e quelli che sono in grado di dare luogo ad un vincolo giuridico, comprende altresì l'affermazione della loro possibile esecuzione o attraverso codice informatico o tramite ricorso ai rimedi giurisdizionali. ⁸⁵

7.5 Bielorussia

In questa nazione è stato istituito il Park of High Technologies (“HTP”), ovvero un’area dedicata interamente allo sviluppo di software e tecnologie e nel 2017 il Presidente della Repubblica Bielorussa ha autorizzato i residenti di quell’area a regolare le loro obbligazioni mediante smart contract, dando una presunzione di conoscenza riguardo alla piena comprensione del linguaggio di programmazione utilizzato, salvo propria contraria. Tale scelta ha portato il Paese ad essere uno dei più competitivi e attrattivi per queste tecnologie. Più nello specifico, il “Decree on development of the digital economy” dà la possibilità alle persone giuridiche di possedere qualsiasi token, conservarli o scambiarli tra loro o con denaro fiat. Dunque, vi è un’opportunità di creare e collocare i propri token nella Repubblica Bielorussa o all’estero e usufruire di alcune riduzioni fiscali oltre che di una normativa protezionistica nei confronti dei manager residenti nel HTP, tuttavia si attendono ulteriori interventi volti all’identificazione di requisiti aggiuntivi che

⁸⁴ Testo originale: Act XXX of 2018, cit., art. 2 «a form of innovative technology arrangement consisting of: a computer protocol; and, or an agreement concluded wholly or partly in an electronic form, which is automatable and enforceable by execution of computer code, although some parts may require human input and control, and which may be also enforceable by ordinary legal methods or by a mixture of both».

⁸⁵ G. RINALDI, *Smart Contract: meccanizzazione del contratto nel paradigma della blockchain*, cit. p. 24 s.

saranno determinati per poter definire la Bielorussia come un rifugio per il business cripto in Europa Orientale.

7.6 Conclusioni comparatistiche

Uno smart contract è uno strumento dalle grandi potenzialità a livello transnazionale e l'analisi del quadro giuridico internazionale ci permette di avere un quadro di insieme. Come è desumibile, non vi è un approccio comune alla fattispecie dei Blockchain-based smart contract e tuttavia è possibile riunire i vari approcci sopra menzionati in tre categorie:

1. Formazione di comitati esplorativi/ commissioni;
2. Riconoscimento dei concetti di base degli smart contract;
3. Approccio organico e definitorio delle implicazioni legali dei contratti intelligenti e delle tecnologie correlate.

L'approccio normativo differenziato ha dei riflessi diretti nella pratica degli affari, perché la sicurezza che viene data da uno Stato è volta ad incrementare o meno la competitività dell'economia nazionale su queste tecnologie; tuttavia, questo aspetto verrà analizzato nel dettaglio nel successivo paragrafo §1.8. Concentrandoci sulla prima tipologia di approccio, esso può essere visto come il primo step da conseguire per poter sviluppare una normativa uniforme. Molti stati sono fermi a questo approccio, hanno creato task force o comitati esplorativi con l'obiettivo di analizzare queste tecnologie nel dettaglio per poter studiare le potenziali applicazioni e anticipare le implicazioni legali che ne potrebbero sorgere. In alcuni casi sono state costituite task force con obiettivi specifici, come l'utilizzo della tecnologia blockchain nelle

elezioni⁸⁶ ma tendenzialmente l'obiettivo comune delle commissioni istituite è quello di creare un rapporto da presentare all'organo legislativo per poter avere una delibera in merito. Caso in questione è il lavoro svolto dalla UK Taskforce che nello sforzo definitorio ha anticipato alcune delle questioni legali che potrebbero sorgere in una corte, tra cui i rimedi in caso di controversie concernenti l'utilizzo degli smart contract o quali strumenti interpretativi ha a disposizione il giudice in caso di incertezze. In riferimento al secondo approccio, di cui fa parte anche l'Italia, possiamo dire che si può qualificare come uno stato transitorio. Avere un tale approccio meramente definitorio permette giuridicamente di riconoscere e consentire l'utilizzo dei contratti intelligenti nelle pratiche commerciali; tuttavia, è un approccio che lascia molte aree grigie circa le implicazioni legali che ne possono derivare, specie quando la definizione non è organica o si utilizzano terminologie tecnico-operative che mancano di un approccio funzionale e determinano ambiguità. È per questo che molti stati hanno avuto un approccio ben più organico, volto a sviluppare l'utilizzo e le potenzialità dei contratti intelligenti. Affrontare l'utilizzo degli smart contract nell'ottica di svilupparne il potenziale, permette di creare delle soluzioni innovative volte a trarre i benefici degli stessi ma limitandone i rischi, applicando determinate condizioni e salvaguardie come è il caso dello Stato dell'Illinois. Come analizzato nel §1.7.1 attraverso il Blockchain Technology Act sono state poste delle condizioni volte a limitare i rischi in caso di incertezze derivanti dall'impossibilità di conservare e riprodurre il registro

⁸⁶ In Virginia è stato introdotto un disegno di legge che richiede lo sviluppo di un programma pilota per il voto elettronico, basato sulla tecnologia Blockchain. Inoltre, lo Stato di New York ha approvato una legislazione che orienta il consiglio statale delle elezioni a valutare l'uso della tecnologia blockchain per proteggere i registri degli elettori e i risultati delle elezioni.

delle transazioni o nel caso in cui siano presenti condizioni aggiuntive che non potrebbero essere soddisfatte dalla tecnologia Blockchain. Concludendo, ogni Stato oggetto di analisi ha posto in essere un intervento concorde con i propri obiettivi e lo sforzo sistematico è notevole, ma ci troviamo di fronte ad una tecnologia di non facile qualificazione giuridica a causa delle sue molteplici funzionalità e utilizzi.

8. Evoluzione e utilizzo nella pratica degli affari

Nel corso del tempo l'interesse verso i blockchain-based smart contract è cresciuto, e di conseguenza anche le applicazioni pratiche. Il presente paragrafo ha lo scopo di delineare una panoramica delle applicazioni esistenti o potenziali di queste tecnologie nei diversi campi della pratica degli affari, dove gli smart contract hanno un forte impatto sui processi esistenti grazie all'alto tasso di standardizzazione e alla possibilità di fronteggiare i costi di codificazione. A tal fine, l'analisi partirà dalla professione legale, con un focus su alcune possibili future applicazioni, fino a configurare l'utilizzo concreto nella sharing economy.

8.1 Professione Legale

Ampi sono i possibili casi di uso di uno smart contract nella professione legale, dall'ambito contrattualistico fino alle vicende familiari. Attualmente nel panorama nazionale rimangono allo stato primordiale di idee, ma qualora si riuscissero a superare le relative limitazioni, tali tecnologie determinerebbero un grande sviluppo per la professione legale. Partendo dall'ambito contrattualistico, un avvocato potrebbe farsi affiancare da un coder o avvalersi di un

modulo standard per generare uno smart contract⁸⁷ che vada ad implementare il contratto stesso o che, rispettando le condizioni, potrebbe costituire esso stesso il contratto. Come si vedrà nei capitoli §2 e §3 uno smart contract può costituire un contratto nel senso comune del termine, li dove rispetta i requisiti propri del contratto o essere uno strumento utile nella fase di negoziazione, conclusione o esecuzione qualora vengano rispettati i requisiti richiesti.⁸⁸ Ulteriore possibile applicazione è nel Diritto di Famiglia, specificamente nella vita coniugale, dove basterebbe collegare un certificato di matrimonio e far gestire il bilancio familiare. In caso di divorzio lo smart contract si occuperebbe della divisione dei risparmi accumulati⁸⁹ o direttamente regolare gli assegni di mantenimento in modo da rispettare automaticamente l'ordine del tribunale.⁹⁰ Queste applicazioni determinerebbero una maggiore sicurezza nel sistema, riduzione dei costi e la possibilità di limitare i contenziosi per mancata prestazione.⁹¹ Inoltre, uno smart contract potrebbe essere utilizzato dai Notai per provare la provenienza e autenticità di un documento, essendo la tecnologia Blockchain in grado di assicurare l'inalterabilità dei dati.⁹² Per quanto riguarda testamenti e successioni, li dove l'ordinamento lo consente, è possibile creare uno “*smart will*”, che vada ad automatizzare la transazione senza

⁸⁷T. VINTERS, *Smart Contracts: A Boom or Bane for the Legal Profession?*, in «Asia Law Network», 2018, Disponibile al seguente indirizzo: <https://www.taylorvinters.com/article/smart-contracts-a-boon-or-bane-for-the-legal-profession> (visitato in data 10 Aprile 2022).

⁸⁸ A. CONTALDO – F. CAMPARA, *Blockchain, criptovalute, smart contract*, cit., p. 34.

⁸⁹ DI MATTEO, L. – CANNARSA, M. e PONCIBO, C., *The Cambridge Handbook*, cit., p. 47.

⁹⁰ K. TAYLOR, *How Blockchain might transform family law*, 2018, disponibile al seguente indirizzo: <https://vardags.com/family-law/how-blockchain-might-transform-family-law> (visitato in data 2 Aprile 2022).

⁹¹ Ibid.

⁹² T. VINTERS, *Smart Contracts: A Boom or Bane*, cit.

intermediari, attraverso la creazione di uno smart contract con l'elenco dei beni di cui se ne vuole disporre.⁹³ Ciò richiederebbe come input la registrazione del certificato di morte e determinerebbe come output la distribuzione dei beni e il pagamento dell'imposta di successione.⁹⁴ I vantaggi che ne deriverebbero sarebbero molteplici, tra cui la sicurezza rispetto ad un testamento scritto che potrebbe andare perso o manomesso,⁹⁵ e la possibilità di apporre delle condizioni quale un avvenimento futuro e incerto.⁹⁶ Tuttavia, rimane un'idea concretizzabili solo in alcuni ordinamenti. Infatti, in Italia ciò non sarebbe concepibile per via del divieto di patti successori per cui non è possibile disporre della propria successione.⁹⁷ Tuttavia, sono idealizzabili altri utilizzi di uno smart contract nell'ambito delle disposizioni testamentarie. Ad esempio, sarebbe possibile conservare un testamento olografo in formato digitale sulla tecnologia Blockchain. Ciò assicurerebbe l'autenticità e la provenienza, fornirebbe una data certa ed eviterebbe manipolazioni o alterazioni. Tuttavia, ne conseguirebbero problemi di privacy. Un'ulteriore implementazione di queste tecnologie è la previsione nel testamento di una condizione o di un onere che richiede all'erede, legatario o esecutore testamentario di attivare uno

⁹³ A. CHEUNG, *Can you write your will onto blockchain? Smart contracts*, 2018, disponibile al seguente indirizzo: <https://www.rocketlawyer.com/gb/en/blog/can-you-write-your-will-onto-a-blockchain-smart-contracts/> (visitato in data 10 Aprile 2022).

⁹⁴ L. DI MATTEO – M. CANNARSA – C. PONCIBO, *The Cambridge Handbook of Smart Contracts*, cit. p. 47.

⁹⁵ CHEUNG, A. *Can you write your will onto blockchain?* Op. cit.

⁹⁶ Per una definizione più dettagliata del processo v.: L. DI MATTEO – M. CANNARSA – C. PONCIBO, *The Cambridge Handbook of Smart Contracts*, op. cit. p. 43 e ss.: «Alice è la nonna di Bob ed è appassionata di tecnologia. Quindi, decide di codificare le sue ultime volontà in un contratto intelligente. Nel suo testamento, specifica che tutto il suo denaro (sotto forma di criptovaluta) dovrebbe essere trasferito all'indirizzo del portafoglio di Bob alla sua morte. (...) La condizione è che il denaro può essere trasferito solo dopo la laurea di Bob».

⁹⁷ Art 458 c.c.

smart contract.⁹⁸ Quest'ultimo sarebbe realmente utile per i beni esistenti nel mondo digitale (come le criptovalute) rispetto ad altre disposizioni che potrebbero essere tecnicamente difficili da tradurre in linguaggio macchina. Preme ribadire che tali implementazioni tecnologiche ad oggi rimangono solo delle idee, utili per aggiornare le forme testamentarie rispetto ai nostri tempi.

8.2 Settore finanziario

La Finanza è stato uno dei primi settori in cui si è sviluppata la Blockchain e di conseguenza anche gli smart contract, ideati primariamente per il trasferimento di denaro. Una applicazione in tale contesto è EtherDelta che permette lo scambio di denaro in un ambiente decentralizzato gestito interamente da smart contract, quest'ultimo detiene il denaro e lo scambia con altri token,⁹⁹ senza l'intermediazione di una società di trading.¹⁰⁰ Altre applicazioni sono state ideate nell'ambito delle lotterie online, delle scommesse sportive e perfino per i fondi pensione.¹⁰¹ Quest'ultimo è basato su uno smart contract che riceve il denaro dal cittadino lavoratore e che al momento opportuno lo rilascia come fondo pensione.¹⁰²

⁹⁸ Art 703 c.c.

⁹⁹ Per una definizione più dettagliata di token v. Enciclopedia Treccani: «un indicatore univoco registrato in una blockchain, con funzione di rappresentare un oggetto digitale, di certificare la proprietà di un bene o di consentire l'accesso a un servizio».

¹⁰⁰ EtherDelta, disponibile al seguente indirizzo: <https://etherdelta.com/#PPT-ETH> (visitato in data 10 Aprile 2022).

¹⁰¹ L. DI MATTEO – M. CANNARSA – C. PONCIBO, *The Cambridge Handbook of Smart Contracts*, cit. p. 48.

¹⁰² R. BECK – C. BECKER – J. LINDMAN – M. ROSSI, *Opportunities and Risks of blockchain technologies*, in Dagstuhl Reports, 2017.

8.3 Settore assicurativo

Gli smart contract potrebbero essere utilizzati in varie fasi del processo assicurativo, determinandone una vera e propria rivoluzione. Vi è un'opportunità di automatizzare tutto il processo assicurativo e fornire un miglior servizio ai consumatori di questo settore e una riduzione dei costi per l'assicurazione.¹⁰³ Analizzando più nel dettaglio, già dalla fase di sottoscrizione tali contratti automatizzati potrebbero servire per raccogliere le informazioni dei potenziali clienti e calcolare i relativi rischi al fine di delineare un pacchetto ed un premio assicurativo su misura per il cliente e contemporaneamente avere uno spostamento dell'onere informativo sull'assicurazione stessa.¹⁰⁴ Per dare concretezza della possibilità di utilizzare uno smart contract per automatizzare il rapporto assicurativo si potrebbe immaginare un pacchetto assicurativo contro le inondazioni di piccole dimensioni. Qui uno smart contract verrebbe ad essere collegato a dei sensori IoT (che verranno analizzati nel § 1.8.6) per dare prova dei danni derivanti dall'acqua in tempo reale. Infatti, qualora l'acqua raggiungesse la soglia predefinita i sensori farebbero attivare lo smart contract per fornire automaticamente il risarcimento.¹⁰⁵ In modo analogo anche una assicurazione sul raccolto potrebbe essere collegata a dei sensori che

¹⁰³ Queen Mary University of London, Centre for Commercial Law Studies, Triggering Innovation How Smart Contracts Bring Policies to Life, disponibile al seguente indirizzo : <https://assets.loyds.com/assets/pdf-triggering-innovation-how-smart-contracts-bring-policies-to-life/1/pdf-triggering-innovation-how-smart-contracts-bring-policies-to-life.pdf> (visitato in data 1 Aprile 2022) .

¹⁰⁴ V. GATTESCHI, *Blockchain and smart contracts for insurance: is the technology mature enough?* 2018, disponibile al seguente indirizzo: <https://www.mdpi.com/1999-5903/10/2/20> (visitato in data 2 Aprile 2022).

¹⁰⁵ Queen Mary University of London, Centre for Commercial Law Studies, Triggering Innovation How Smart Contracts Bring Policies to Life, disponibile al seguente indirizzo : <https://assets.loyds.com/assets/pdf-triggering-innovation-how-smart-contracts-bring-policies-to-life/1/pdf-triggering-innovation-how-smart-contracts-bring-policies-to-life.pdf> (visitato in data 1 Aprile 2022).

controllano il meteo e in caso di maltempo persistente, lo smart contract si attiverebbe per il pagamento.¹⁰⁶ Un altro esempio nel settore è il possibile utilizzo di uno smart contract in un pacchetto assicurativo per i ritardi aerei. Lo smart contract verrebbe ad essere collegato ad un portale di gestione voli, e al verificarsi di un ritardo aereo farebbe ricevere automaticamente il pagamento, semplificando il processo e riducendo notevolmente le tempistiche di attesa di un rimborso.¹⁰⁷ La natura oggettiva dell'operazione fornirebbe ai clienti la certezza di aver il rimborso una volta soddisfatte le condizioni preliminari.¹⁰⁸ Tuttavia, come in ogni campo ci sono degli aspetti di queste nuove tecnologie che generano preoccupazione, prima fra tutti è la possibile violazione della privacy durante la raccolta dei dati personali per determinare il premio assicurativo. Tali informazioni, quali la razza, la religione etc. potrebbero essere successivamente utilizzate come fattore discriminante per determinare il prodotto assicurativo o perfino arrivare a costituire una classe di persone “non assicurabili”.¹⁰⁹ Preoccupazioni simili in relazione ai dati sono da riferirsi anche alle polizze “*pay for use*” dove è previsto l'utilizzo dei sensori sopra menzionati e le informazioni raccolte potrebbero includere la

¹⁰⁶ V. GATTESCHI, *Blockchain and smart contracts*, cit., disponibile al seguente indirizzo: <https://www.mdpi.com/1999-5903/10/2/20> (visitato in data 2 Aprile 2022)

¹⁰⁷ T. J. MLYNAR, R.M. FETTMAN, “Blockchain and smart contracts will change the face of insurance in the US” disponibile al seguente indirizzo <https://www.lexology.com/library/detail.aspx?g=b119f47b-764b-464c-9090-89b8e6e58219> (visitato in data 2 Aprile 2022)

¹⁰⁸ A. SAVELYEV “*Contract Law 2.0: Smart Contracts as the beginning of the end of classic contracts law, information & communications technology law*”, 116-134 (2017)

¹⁰⁹ T. J. MLYNAR, R.M. FETTMAN, “*Blockchain and smart contracts will change the face of insurance in the US*” disponibile al seguente indirizzo <https://www.lexology.com/library/detail.aspx?g=b119f47b-764b-464c-9090-89b8e6e58219> (visitato in data 2 Aprile 2022)

localizzazione o altri dati personali.¹¹⁰ Una preoccupazione aggiuntiva è anche in riferimento alla possibile qualificazione di queste polizze come contratti assicurativi, da assoggettare alle relative norme, o invece qualificarli diversamente.¹¹¹

8.4 Industria della musica e dei media

Attualmente l'industria musicale è un settore in cui si verificano spesso problemi legali circa la proprietà intellettuale e i relativi diritti.¹¹² Uno smart contract potrebbe automatizzare tali processi. Infatti, il pagamento dei diritti di autore è spesso un processo molto complesso, con contratti multipli tra artisti, case di produzione e produttori e la riscossione delle royalties spesso è correlata ad organismi di riscossione degli stessi.¹¹³ Si stima che nell'industria musicale, la poca innovazione e i problemi legali circa le mancate royalties generino una perdita per i detentori del diritto d'autore di più di 3 miliardi di dollari all'anno.¹¹⁴ Uno smart contract inserito in questo contesto aiuterebbe a semplificare il processo di riscossione delle royalties ed eliminerebbe le incertezze intorno alla proprietà

¹¹⁰ M. ARTZT – T. RICHTER, *Handbook of Blockchain Law. A guide to understanding and resolving the legal challenges of Blockchain Technology*, Wolters Kluwer, 2020, p. 171 e ss.

¹¹¹ T. J. MLYNAR – R.M. FETTMAN, “Blockchain and smart contracts will change the face of insurance in the US”, 2019, disponibile al seguente indirizzo <https://www.lexology.com/library/detail.aspx?g=b119f47b-764b-464c-9090-89b8e6e58219> (visitato in data 10 Aprile 2022).

¹¹² C. HU, *Are Smart contracts smart enough for the music industry?* 2018, disponibile al seguente indirizzo: <http://18.207.229.55/tag/gramatik/> (visitato in data 2 Aprile 2022).

¹¹³ «Gli artisti spesso fanno causa alle loro etichette per aver trattenuto dei pagamenti, e le etichette citano spesso in giudizio i servizi di streaming per royalties non pagate o violazione di copyright. Ciò è dovuto anche al fatto che gli enti di riscossione dei diritti d'autore raccolgono statistiche generali sull'airplay che non sono direttamente associate ad un detentore di diritti, spesso risultando in pagamenti imprecisi o in compensi ingiusti, soprattutto in relazione agli artisti meno conosciuti» tratto da C. HU, *Are Smart contracts smart enough for the music industry?* cit.

¹¹⁴ M. ARTZT – T. RICHTER, *Handbook of Blockchain Law*, cit. p. 172.

del diritto d'autore. Nel concreto, scaricare una canzone potrebbe attivare uno smart contract che prevede un pagamento automatico e in tempo reale delle royalties, tenendo conto delle specifiche percentuali di distribuzione tra i collaboratori.¹¹⁵ Questo sistema permetterebbe di fare a meno delle associazioni di riscossione delle royalties, dando più potere ai detentori del diritto d'autore,¹¹⁶ riducendo i costi, i tempi delle transazioni e le controversie.¹¹⁷ Inoltre, l'utilizzo di tali contratti automatizzati permetterebbe di standardizzare i termini e le condizioni di licenza per le opere protette dal diritto di autore ad un livello globale, superando le diversità normative e di giurisdizione.¹¹⁸ Nonostante la notevole innovazione che porterebbero in questo settore, vi sono delle considerazioni da dover tenere in conto e che ne limitano il concreto utilizzo.¹¹⁹ Qualora un autore decidesse di pubblicare la propria opera su Blockchain, registrandone la proprietà e avvalendosi di uno smart contract per automatizzare il servizio fornito agli utenti, dovrebbe risolvere la questione di chi ne ha accesso e a quali condizioni. In aggiunta, la Blockchain essendo una rete non fisica non è correlata a nessuna giurisdizione e questo creerebbe dei

¹¹⁵ M. FINCK – V. MOSCO, *Copyright law on blockchain: between new forms of rights administrations and digital rights management 2.0*, in «Intellectual property and competition law » disponibile al seguente indirizzo: <https://www.ip.mpg.de/en/publications/details/copyright-law-on-blockchains-between-new-forms-of-rights-administration-and-digital-rights-management-20.html> (visitato in data 10 Aprile 2022),

¹¹⁶ Deloitte, *Blockchain @ Media – A new game changer for the media industry?*, disponibile al seguente indirizzo: <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/tr/Documents/technology-media-telecommunications/deloitte-PoV-blockchain-media.pdf> (visitato in data 2 Aprile 2022).

¹¹⁷ C. HU, *Are Smart contracts smart enough for the music industry?* cit.

¹¹⁸ B. BODO' – D. GERVAIS – J.P. QUINTAIS, *Blockchain and smart contracts: the missing link in copyright licensing*, in «International Journal of Law and information Technology», n. 26, 2018, disponibile al seguente indirizzo: https://www.ivir.nl/publicaties/download/IJLIT_2018.pdf (visitato in data 2 Aprile 2022).

¹¹⁹ Ibid.

problemi legali circa la normativa copyright applicabile.¹²⁰ In aggiunta, considerando che la rete blockchain è tendenzialmente una rete pseudo-anonima, non sarebbe facile l'identificazione dell'utente e dell'autore che dovrebbe ricevere il pagamento¹²¹. Chiunque potrebbe registrarsi in modo fraudolento come titolare del diritto di autore su blockchain e dunque ricevere i pagamenti delle royalties. Per superare tali inconvenienti si dovrebbero identificare delle condizioni e delle salvaguardie preventivamente che permetterebbero di identificare e verificare il proprietario del diritto di autore.¹²² Oltre a ciò, e come già identificato precedentemente, vi è una naturale difficoltà nel tradurre in linguaggio macchina contratti complessi e con clausole valoriali.¹²³ Dunque, gli smart contract sarebbero più adatti per sostituire dei “contratti semplici” come, ad esempio, la concessione di licenze musicali a uno spettacolo televisivo¹²⁴ in quanto in questo caso poche sono le variabili. E dunque, al momento, non sarebbero in grado di gestire degli accordi complessi e dinamici, come quelli del business della musica.¹²⁵

¹²⁰ Ogni giurisdizione ha una normativa diversa, basti considerare che l'Unione Europea e gli Stati Uniti d'America offrono una protezione sul diritto d'autore di 70 anni dopo la morte dell'autore mentre Canada e New England è fino a 50 anni dopo la morte dell'autore stesso.

¹²¹ C. HU, *Are Smart contracts smart enough for the music industry?* cit.

¹²² Per un esempio nell'ambito della verifica indipendente per opere d'arte e da collezione, si veda il seguente blog: <https://shkspr.mobi/blog/2018/06/how-i-became-leonardo-da-vinci-on-the-blockchain/> (visitato in data 2 Aprile 2022) dove l'autore Terence Eden ha facilmente convinto una startup basata su blockchain chiamata Verisart di essere il creatore della Mona Lisa.

¹²³ C. HU, *Are Smart contracts smart enough for the music industry?* cit.

¹²⁴ In questo caso le variabili sarebbero in merito al nome di un programma televisivo, il prezzo di una canzone. Tutte condizioni facilmente traducibili in linguaggio macchina.

¹²⁵ C. HU, *Are Smart contracts smart enough for the music industry?* cit.

8.5 Settore energetico

Il settore energetico è in forte evoluzione¹²⁶ e i contratti smart potrebbero facilitare il commercio di energia elettrica apportando una disintermediazione al sistema.¹²⁷ Attualmente, gli intermediari terzi svolgono un ruolo molto importante nel mercato della vendita di energia ma la loro intermediazione determina un innalzamento dei costi di negoziazione e un'esclusione dei piccoli distributori del mercato.¹²⁸ Uno smart contract sarebbe in grado di monitorare direttamente la domanda, la consegna e il pagamento dell'energia elettrica. All'interno del codice sorgente vi potrebbero essere inserite anche delle condizioni di acquisto solo di energia rinnovabile o solo al di sotto di una certa soglia.¹²⁹ Il loro utilizzo permetterebbe di includere in questo business anche piccoli distributori. Inoltre, la riduzione dei costi e la certezza della transazione renderebbero gli investitori ancora più inclini ad investire. Ulteriore considerazione è l'influenza che si ha su questo mercato dalla combinazione degli smart contract con l'Internet of Things (IoT). Questo binomio semplificherebbe e ridurrebbe il tempo necessario per cambiare un fornitore di energia e questo porterebbe un aumento della competizione del mercato e un abbassamento delle tariffe.¹³⁰

¹²⁶ FRS Energy Florence School of Regulation, *Blockchain meets energy, digital solutions for decentralized and decarbonized section*, 2019, disponibile al seguente indirizzo: https://fsr.eui.eu/wp-content/uploads/Blockchain_meets_Energy_-_ENG.pdf (visitato in data 2 Aprile 2022).

¹²⁷ Il commercio di energia elettrica si riferisce a un mercato in cui l'elettricità viene scambiata tra i generatori e i fornitori. L'energia viene ottenuta a prezzi di vendita a cui viene aggiunto un ricarico, con il risultato che l'elettricità viene venduta a prezzi più alti ai consumatori. V.: FRS Energy Florence School of Regulation, cit.

¹²⁸ Ibid.

¹²⁹ Ibid.

¹³⁰ M. ARTZT– T. RICHTER, *Handbook of Blockchain Law*, cit. p. 174 e ss.

8.6 Internet of Things ¹³¹

L'industria IoT è una rete di oggetti fisici e quotidiani connessi a internet e che collegati tra di loro sono in grado di comunicare e di costituire un network dove ogni oggetto è identificabile. La crescita di questo settore crea un'opportunità di massimizzazione del valore dei dati generati attraverso i sensori IoT.¹³² Inoltre, il costante scambio tra mondo fisico e cibernetico verrebbe facilitato dall'utilizzo di smart contract,¹³³ questi ultimi creerebbero una piattaforma su cui i clienti potrebbero acquistare direttamente i dati dai sensori IoT e il contratto verrebbe stipulato senza la necessità di intermediari¹³⁴ ma direttamente tra proprietario e fornitore del sensore. Questi ultimi potrebbero fornire un'ampia varietà di informazioni, che una volta entrati su un sistema Blockchain, verrebbero ad essere condivisi su larga scala. Questa diffusione di

¹³¹ Per una definizione più dettagliata: L'internet of Things è una rete di oggetti fisici - "cose" – che sono incorporati con sensori, software e altre tecnologie allo scopo di connettersi e scambiare dati con altri dispositivi e sistemi su internet. Questi dispositivi vanno da oggetti domestici ordinari a sofisticati strumenti industriali. Esempi concreti possono essere delle sveglie che suonano prima in caso di traffico, delle scarpe da ginnastica che trasmettono tempi, velocità e distanza o dei vasetti delle medicine che trasmette un avviso se ci si dimentica di prendere un farmaco. Questi oggetti acquisiscono un'intelligenza grazie al fatto di poter comunicare dati su sé stessi e accedere ad informazioni aggregate da parte di altri. Con più di 18 miliardi di dispositivi IoT connessi oggetti, gli esperti si aspettano una crescita fino a 500 miliardi entro il 2030 secondo lo Smart Platform Blog, *How Blockchain and smart contracts can impact IoT*, disponibile al seguente indirizzo: <https://medium.com/smartz-blog/how-blockchain-and-smart-contracts-can-impact-iot-f9e77ebe02ab> (visitato in data 2 Aprile 2022).

¹³² G. PAPADODIMAS – G. PALAIOKRASAS – A. LITKE – T. VAVARIGOU, *Implementation of smart contracts for blockchain base IoT applications*, in International Conference on the Network of the Future, 2018, disponibile al seguente indirizzo: <http://bloomen.io/wp-content/uploads/2018/11/ICCS-nof2018.pdf> (visitato in data 10 Aprile 2022).

¹³³ N. FOTIOU – G.C. POLYZOS, *Smart contracts for the Internet of Things: opportunities and challenges*, in European Conference on Networks and Communications, 2019, disponibile al seguente indirizzo: <https://arxiv.org/pdf/1901.10582.pdf> (visitato in data 10 Aprile 2022).

¹³⁴ G. PAPADODIMAS – G. PALAIOKRASAS – A. LITKE – T. VAVARIGOU, *Implementation of smart contracts*, cit.

dati potrebbe avere usi diffusi, come per marketing o per la ricerca ma dall'altro dato sarebbero necessarie delle maggiori salvaguardie per proteggere i dati. Ritornando al binomio Smart contract e IoT, la relativa collaborazione permetterebbe un alto livello di coordinamento e coesione.¹³⁵ Nel concreto, un sensore IoT potrebbe concludere automaticamente una transazione quando le condizioni preimpostate vengono rispettate. Ad esempio, quando una lampadina si brucia, il sensore andrebbe ad attivare uno smart contract per l'acquisto di una nuova quando le condizioni preimpostate, come prezzo e data di consegna, vengono rispettate.¹³⁶ Questa transazione non avrà bisogno di intermediari e avverrebbe in tempi e costi ridotti.¹³⁷

8.7 Sharing Economy¹³⁸

L'economia della condivisione si è espansa rapidamente grazie alla struttura di revisione combinata che è molto apprezzata sia dai fornitori che dai clienti.¹³⁹ Essa permette a gruppi di individui di cooperare nel fornire beni materiali e immateriali con la comunità che valuta il bene e paga il fornitore. I contratti smart potrebbero digitalizzare la sharing economy, andando ad automatizzare le relative transazioni. Non vi sarebbe spazio per errori umani o

¹³⁵ Aa.vv. *How Blockchain and smart contracts can impact IoT*, 2018, Smart Platform Blog,, disponibile al seguente indirizzo: <https://medium.com/smartz-blog/how-blockchain-and-smart-contracts-can-impact-iot-f9e77e7e02ab> (visitato in data 2 Aprile 2022)

¹³⁶ Ibid.

¹³⁷ M. ARTZT – T. RICHTER, *Handbook of Blockchain Law*, cit. p.175 e ss.

¹³⁸ Sharing economy o economia della condivisione, è un modello economico in costante evoluzione che ha ridisegnato le coordinate sociali e di consumo attraverso un ripensamento dello scambio di beni e servizi tra persone. I benefici sono molteplici, tra cui un minor spreco di risorse e un maggior rispetto dell'ambiente. Esempi sono Uber, Airbnb, Deliveroo, Mobike e molte altre.

¹³⁹ D. MILLER, *The Sharing Economy and how is it changing industries*, 2019, disponibile al seguente indirizzo: <https://www.thebalancesmb.com/the-sharing-economy-and-how-it-changes-industries-4172234> (visitato in data 2 Aprile 2022).

intermediari e le transazioni sarebbero sicure.¹⁴⁰ Ad esempio uno smart contract inserito all'interno di un contesto di noleggio auto permetterebbe all'individuo di inviare il pagamento alla compagnia di autonoleggio, sbloccare l'auto e guidare, o in un contesto di house sharing, di sbloccare i lucchetti della casa una volta prenotata. Tali contratti terminerebbero automaticamente alla scadenza del contratto di "sharing".¹⁴¹ Uno smart contract si inserisce perfettamente all'interno di questa economica, essendo quest'ultima basata su contratti di piccole dimensioni, in un contesto di condivisione e senza alcun bisogno di intermediari.¹⁴² Inoltre il loro utilizzo determinerebbe un abbassamento dei costi e dunque una maggiore apertura al mondo start-up e ad altre aree.¹⁴³ La riduzione dei costi e la maggiore efficienza devono, però, essere bilanciate con gli aspetti irrisolti che spesso sono stati evidenziati fino ad ora nell'elaborato e per cui si rimanda al paragrafo §1.6.

9. Tra contratto e codice software

Le molteplici e differenti definizioni normative date dai diversi Stati e la trasversalità di utilizzo degli smart contract sono un ostacolo per lo sviluppo di una definizione chiara e univoca. In questa fase di lettura, ci si potrebbe basare su di una definizione astratta fornita dall'autore Clark, il quale parte da una distinzione degli smart contract in "smart contract code" e "smart legal contract". I primi

¹⁴⁰ L. MILLER, *Blockchain and the sharing economy. A match made in heaven? This startup plans to prove it*, 2018, disponibile al seguente indirizzo: <https://thenextweb.com/news/blockchain-and-the-sharing-economy-a-match-made-in-heaven-this-startup-plans-to-prove-it> (visitato in data 10 Aprile 2022).

¹⁴¹ L. HARRINGTON, *Sharing Economy 2.0: Can Blockchain remove the need for single-asset ownership?*, 2019, disponibile al seguente indirizzo: <https://www.iotforall.com/sharing-economy-can-blockchain-eliminate-single-asset-ownership> (visitato in data 10 Aprile 2022).

¹⁴² Ibid.

¹⁴³ M. ARTZT – T. RICHTER, *Handbook of Blockchain Law*, cit. p. 175 e ss.

costituiscono degli automated software e possono anche non essere correlati ad un accordo contrattuale, mentre i secondi rappresentano degli accordi contrattuali i cui termini sono inseriti nel software.¹⁴⁴ Dunque, una definizione iniziale potrebbe essere la seguente: «Uno smart contract è un accordo automatico ed esecutivo, automatizzabile dal computer, anche se alcune parti possono richiedere input e controllo umano. Eseguitibile sia attraverso l'applicazione legale dei diritti e degli obblighi o attraverso l'esecuzione a prova di manomissione del codice del computer. Questa definizione (...) afferma semplicemente un requisito che il contratto deve essere applicabile senza specificare qual è l'aspetto che viene applicato; per i smart legal contract ci potrebbero essere diritti e obblighi complessi, mentre per uno smart contract code ciò che viene applicato possono essere semplicemente le azioni del codice».¹⁴⁵ Dunque, solo gli smart legal contract interessano il mondo legale tanto da sollevare l'interrogativo: “gli smart contract sono qualificabili come contratti?”.¹⁴⁶ Nel ricercare la risposta, la dottrina italiana si è divisa: alcuni studiosi qualificano gli smart contract come veri e propri contratti, lì dove non vi sono requisiti formali da rispettare. Ciononostante, vi è un'altra parte della dottrina

¹⁴⁴ C.D. CLARK – V.A. BAKHI– L. BRAINE, *Smart contract Templates: Foundations, design landscape and research directions*, 2017, disponibile al seguente indirizzo: https://www.researchgate.net/publication/305779577_Smart_Contract_Template_s_foundations_design_landscape_and_research_directions_CDClark_VABakshi_and_LBraine_arxiv160800771_2016 (visitato in data 3 Aprile 2022).

¹⁴⁵ Testo originale: «A smart contract is an automatable and enforceable agreement, automatable by computer, although some parts may require human input and control. Enforceable either by legal enforcement of rights and obligations or via tamper-proof execution of computer code. This definition (...) simply states a requirement that the contract must be enforceable without specifying what is the aspect being enforced; for smart legal contracts there might be complex rights and obligations, whereas for smart contract code what is being enforced may simply be the actions of the code».

¹⁴⁶ R. BATTAGLINI – M.T. GIORDANO – G. VACIAGO, *Blockchain e smart contract*, cit. p. 273 e ss.

che rivede gli smart contract solo come codici software, dunque accessori rispetto ad un contratto e in grado di generare delle implicazioni nel mondo legale. Nei successivi capitoli verranno presentate entrambe le teorie, attraverso un'analisi delle tesi a supporto e con una particolare enfasi sulle domande che sollevano.

Capitolo II – L’identificazione giuridica degli Smart Contract come contratti

SOMMARIO: 1. Il contratto in forma di Smart Contract. – 2. Vicende patologiche del contratto in forma di smart contract. – 3. Considerazioni sui possibili scenari evolutivi.

1. Il contratto in forma di Smart Contract

Il Codice Civile all’art. 1321 definisce il contratto come “l’accordo di due o più parti per costituire, regolare o estinguere tra loro un rapporto giuridico patrimoniale” e all’art. 1325 ne indica i requisiti essenziali di esistenza e validità quali: l’accordo delle parti, la causa, l’oggetto e la forma, quest’ultima richiesta solo quando è prescritta dalla legge sotto pena di nullità (cosiddetta ad substantiam).¹⁴⁷

Posta questa breve premessa, quando uno smart contract soddisfa le soprammenzionate condizioni, può essere considerato un contratto. Esso, infatti, è un accordo assunto tramite un protocollo informatico che, al rispetto delle condizioni predeterminate, fa automaticamente conseguire gli effetti prescritti secondo la logica informatica “if this, then that”. Dunque uno smart contract può essere utilizzato per regolare solo una fase della vicenda contrattuale ovvero costituire l’unico mezzo tramite il quale le parti costituiscono, regolano o estinguono un rapporto giuridico patrimoniale. Invero, per rispettare l’art. 1321 c.c. occorre che si verifichino le seguenti condizioni:

¹⁴⁷ R. SACCO, C. PAOLA, *Il fatto, l’atto, il negozio giuridico*, Torino, 2005, p. 7 e ss.

1) bilateralità o plurilateralità, ossia l'accordo tra due o più parti, le quali manifestando la loro volontà in relazione ad un determinato affare, ne convalidano i diritti e gli obblighi da esso nascenti;¹⁴⁸

2) la patrimonialità, ossia la capacità di poter compiere una valutazione economica delle cose o delle prestazioni oggetto del contratto;

3) lo scopo del costituire, modificare o estinguere un rapporto giuridico.¹⁴⁹ Tali condizioni possono essere rispettate da uno smart contract, che dunque diverrà l'unica fonte del vincolo negoziale. Invero, il presente capitolo svilupperà la tesi a supporto della qualificazione giuridica dello smart contract come contratto e ne analizzerà la fase patologica; infine, il successivo capitolo esporrà la tesi a supporto della qualificazione giuridica dello smart contract come mero strumento a supporto di una o più fasi della vicenda contrattuale già sorta in virtù di un contratto tradizionale.

1.1 Tesi a supporto della rivendicazione di un'identità contrattuale

Lo smart contract è uno strumento idoneo a manifestare la volontà delle parti tanto quanto lo è un foglio di carta o un documento informatico e, pertanto, quando rispetta tutte le condizioni richieste, può essere qualificato come unica fonte del vincolo negoziale, e dunque come contratto.¹⁵⁰ Questa conclusione non è tuttavia

¹⁴⁸ F. GALGANO, *Il contratto*, Milano, 2020, p. 23 e ss.

¹⁴⁹ F. GAZZONI, *Manuale di diritto privato*, Napoli, 20° edizione, 2019, p. 89 e ss.

¹⁵⁰ D. DI SABATO, *Gli smart contract: robot che gestiscono il rischio contrattuale*, in *Contratto e impresa*, 2, 2017, p. 397 e ss. Al riguardo v.: M. KOLVART - M. POOLA - A. RULL, *Smart contracts*, in AA.VV., *The future of Law and eTechnologies*, a cura di T. KERIKMAE - A. RULL, Springer, 2018, p. 135; CUCCURU, *Blockchain e automazione*, cit., p. 110 e ss.; F. PANISI, *Gli smart contract. contratti o software?*, 2018, disponibile al seguente indirizzo: <https://medium.com/tech-mood/gli-smart-contract-contratti-o-software->

unanimente condivisa in dottrina, principalmente in ragione degli aspetti tecnici di tale tecnologia quali il linguaggio macchina, l'anonimato, l'immodificabilità, e l'irretrattabilità che a prima vista non sembrano conciliabili con i principi dell'ordinamento giuridico. Tuttavia, vi è la possibilità di trovare un incontro tra la libertà e l'autonomia privata e l'autorità dello Stato grazie all'inclusione di logiche algoritmiche che permettono il rispetto delle normative contrattualistiche poste dall'ordinamento e che di seguito verranno esposte.

1.2 Linguaggio informatico e contenuto dello smart contract

Una delle criticità sollevate per sostenere l'impossibilità di qualificare lo smart contract come contratto è individuata proprio nell'utilizzo del linguaggio informatico per la redazione del contratto self-executing. Invero, lo smart contract è un algoritmo redatto in codice informatico, che esprime delle funzioni al fine di attivare la macchina grazie proprio al linguaggio informatico. Pertanto, esso non è in grado di elaborare degli input sulla base di clausole valoriali, quali la buona fede¹⁵¹ o il grado della colpa, a cui, però, si può

[71caab28c36c](#): « fintantoché il rapporto giuridico patrimoniale è rappresentato digitalmente, non sembra sussistano ragioni per escludere che lo smart contract sia anche contratto, a condizione, ovviamente, che le parti rispettino le regole che la legge impone in questa materia. Da questo punto di vista, il dubbio circa la validità di un contratto rappresentato in linguaggio formale anziché naturale si risolve facilmente nel momento in cui si tiene presente che, “quando la forma non è prescritta [...] sotto pena di nullità” (art. 1325 c.c.), le parti possono concludere il contratto grazie a qualsiasi modalità di espressione del volere, rappresentazione informatica inclusa».

¹⁵¹ «La buona fede è una locuzione che compare numerose volte nel codice civile e per designare una pluralità di istituti caratterizzati da una diversa ratio legis, assumendo un'eterogeneità di significati tale da non consentire una ricostruzione unitaria onnicomprensiva» tratto da M. BESSONE, A. D'ANGELO, voce *Buona fede*, in Enciclopedia giuridica, III, 1.

supplire attraverso un oracolo e dunque con l'intervento esterno di un terzo. Ulteriore aspetto da considerare è la difficoltà di tradurre e di rispettare la struttura tipica di un contratto che prevede dichiarazioni di scienza, definizioni, clausole d'uso, allegati, etc. Tali elementi potranno essere inseriti con apposite righe di testo in "lingua umana" e attraverso l'upload degli allegati su blockchain. Tuttavia vi è la necessità che la struttura dello smart contract sia minimale, anche in presenza di operazioni più complesse. Pertanto, una possibile alternativa consiste nel prevedere delle linee di codice all'interno di righe di testo di un contratto o nell'affiancare un contratto tradizionale ad un contratto smart; queste soluzioni ibride saranno oggetto di apprendimento nel successivo capitolo. È bene ricordare che tali elementi non sono necessari, ma sono frutto di un'impostazione tradizionale che si fonda sul pensiero che uno smart contract debba essere la traduzione di un contratto tradizionale, quando in realtà è uno strumento del tutto nuovo. In riferimento al problema della comprensione del linguaggio macchina da parte dei contraenti si rimanda all'analisi svolta nel precedente capitolo al §1.6.

1.3 Trattative, proposta, accettazione e revoca

Ai sensi dell'art. 1326 c.c. la conclusione del contratto avviene nel momento (e nel luogo, seppur svolto su piattaforma blockchain nel caso di smart contract) in cui l'accettazione perviene al proponente, rispettando i termini da quest'ultimo stabiliti o in quelli ordinariamente necessari in base al caso.¹⁵² Rilevante è che tra proposta e accettazione vi sia coincidenza di dichiarazioni, altrimenti

¹⁵² F. GAZZONI, *Manuale di diritto privato*, cit. p. 847 e ss.

la seconda varrebbe come nuova proposta e l'accordo non sarebbe raggiunto, mancando un perfetto incontro delle volontà delle parti.¹⁵³ Inoltre, le dichiarazioni possono essere rese secondo molteplici modalità, anche informatiche, e vi sono altrettanti modi per concludere un contratto in forma smart. L'accettazione di una proposta redatta in linguaggio macchina può essere resa anche attraverso l'utilizzo di moduli predisposti. Alternativamente, vi può essere una trattativa condotta nel mondo reale che poi si conclude con la redazione di uno smart contract oppure tramite la sottoscrizione di un contratto preliminare o di altro accordo di natura preparatoria. Di contro, non è possibile concludere uno smart contract per facta concludentia perché questo, per definizione, richiede un accordo formalizzato. È invece possibile perfezionare il contratto attraverso l'inizio della sua esecuzione, così come previsto dall'art. 1327 c.c., lì dove sono state predisposte specifiche istruzioni per eseguire la prestazione a beneficio di una sola parte, anche senza il suo consenso.

Indipendentemente dalla modalità di conclusione del contratto, nella fase delle trattative le parti sono comunque tenute a rispettare i principi di correttezza e di buona fede,¹⁵⁴ la cui violazione può essere causa di responsabilità precontrattuale (art. 1337 c.c.).¹⁵⁵

¹⁵³ R. CARLEO – S. MARTUCCELLI – S. RUPERTO, *Istituzioni di diritto privato*, Roma, p. 568 e ss.

¹⁵⁴ Una tipica esplicazione della buona fede nella fase precontrattuale è il dovere di informazione, ciò richiede alle parti di informarsi a vicenda sulle circostanze dell'affare e l'inadempimento di tale obbligo durante le trattative precontrattuali può essere classificato come reticenza. L'obbligo di informazione non consiste nell'informare sulla convenienza dell'affare, ma sul se vi sono circostanze in grado di rendere il negozio invalido, inefficace o inutile. Per un'analisi più dettagliata v. M. DE POLI, *Asimmetrie informative e rapporti contrattuali*, Padova, 2002; A. GENTILI, *Informazione contrattuale e regole dello scambio*, in Riv. Crit. Dit. Priv., 2004, 555 e ss., M. BIANCA, *Diritto Civile*, 3, *Il contratto*, Milano, 2000, p. 163 e ss.

¹⁵⁵ R. BATTAGLINI – M.T. GIORDANO, *Blockchain e Smart Contract*, Milano, 2019, p. 300.

In riferimento all'istituto della revoca della proposta e dell'accettazione, ai sensi dell'art. 1328, comma 1, c.c. la proposta può essere revocata prima della conclusione del contratto e l'accettante che ne avesse intrapreso in buona fede l'esecuzione avrà diritto ad un indennizzo.¹⁵⁶ Allo stesso modo, anche l'accettazione può essere oggetto di revoca, ma quest'ultima deve pervenire prima che il proponente venga a conoscenza dell'accettazione (art. 1328, comma 2, c.c.). È un po' difficile immaginare l'istituto della revoca all'interno della logica automatica di uno smart contract ma, certamente, vi è la possibilità di creare un altro smart contract uguale e contrario al fine di "neutralizzare" gli effetti patrimoniali del primo.

1.4 Conclusione di uno smart contract

Quando vi è l'incontro delle volontà delle parti, il contratto acquista la forza di legge ed è dunque tra esse vincolante (art. 1372 c.c.). Tale dinamica è di facile trasposizione nella realtà di un contratto automatizzato, tuttavia dei dubbi sorgono in riferimento al dettato dell'art 8-ter del Decreto semplificazioni. Quest'ultimo, attraverso l'espressione «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.» riconduce la vincolatività non alla conclusione dell'accordo ma alla sua esecuzione, cioè alla validazione dello smart contract su blockchain. Pertanto, presuppone che vi sia un accordo idoneo a

¹⁵⁶ F. GALGANO, *Il contratto*, cit., p. 134 e ss.; v. al riguardo; F. GAZZONI, *Manuale di diritto privato*, cit. p. 857 e ss.; per un approfondimento sull'istituto v.: G. BENEDETTI, *Dal contratto al negozio unilaterale*, Roma, 2007; F. MASTROPAOLO, *I contratti reali*, Torino, 1999; A. RAVAZZONI, *La formazione del contratto*, Milano, 1966.

definire gli effetti in maniera antecedente e poi uno smart contract che vincola i contraenti al momento dell'esecuzione. Questa interpretazione è molto dibattuta perché creatrice di una nuova modalità di formazione del contratto (oltre al meccanismo della consensualità e della realtà).¹⁵⁷

1.5 L'identità delle parti

Un ulteriore aspetto molto discusso in dottrina e che spesso viene visto come ostativo alla tesi sulla qualificazione degli smart contract come contratti è quello dell'identificazione delle parti. Pertanto, è bene analizzare tale aspetto tenendo in considerazione che le parti possono essere identificate su blockchain, se in quest'ultima viene integrato un meccanismo di firma digitale volta ad associare il contratto al firmatario, superando in tal modo l'anonimato.

Una precisazione, tuttavia, è d'obbligo: il legislatore italiano nel su menzionato decreto semplificazione parla di "identificazione informatica delle parti interessate" e, dunque, rimanda all'art. 20 del codice dell'amministrazione digitale ("CAD") a proposito della paternità di un documento informatico. Per tali ragioni, non vi sarà la necessità di identificare mediante le loro generalità, ma sarà sufficiente l'apposizione di una firma elettronica avanzata o qualificata per stabilire la paternità della dichiarazione del sottoscrittore e rispettare il dettato normativo dell'art. 2702 c.c.

Si ribadisce che si è in attesa dei requisiti che saranno fissati dall'Agenzia per l'Italia digitale, che avrebbero dovuti essere pubblicati entro novanta giorni dalla data di entrata in vigore della legge n. 12 del 2019. Pertanto, ancora non è stato definito un

¹⁵⁷ R. BATTAGLINI – M.T. GIORDANO, *Blockchain e Smart Contract*, cit., p. 301.

perimetro circa l'equiparabilità degli smart contract ad un documento scritto ed è, di conseguenza, necessaria l'apposizione di una firma elettronica avanzata o qualificata a seguito della verifica dell'identità. Tuttavia, l'identificazione non è un requisito essenziale per la validità del contratto e non pregiudica l'applicazione delle disposizioni in merito alla capacità naturale e alle conseguenze della stipulazione da parte di un minore o di un incapace. Inoltre, qualora si voglia concludere uno smart contract per procura sarà necessario che la stessa sia redatta tradizionalmente. Concludendo sul punto, l'identificazione delle parti non risulta ostativa alla conclusione di un contratto automatico; inoltre, quando verranno emanate le linee guida dell'Agenzia dell'Italia digitale, sarà attribuita ancora più sicurezza alla stipulazione di uno smart contract.

1.6 Smart contract con obbligazione del solo proponente

L'art. 1333 c.c. disciplina l'ipotesi in cui una proposta sia diretta alla conclusione di un contratto con obbligazioni a carico del solo proponente. Essa diviene irrevocabile al momento in cui giunge a conoscenza del destinatario, e non richiede la dichiarazione di accettazione.¹⁵⁸ Tale modalità di perfezionamento dell'accordo si scontra con il meccanismo del contratto automatizzato, il quale richiede l'adesione della controparte contrattuale attraverso l'apposizione della propria firma. Tuttavia tale norma disciplina solo una delle modalità di conclusione di un contratto, rimanendo del tutto percorribili le precedenti modalità sopra esposte.

¹⁵⁸ R. CARLEO – S. MARTUCCELLI – S. RUPERTO, Istituzioni di diritto privato, cit., p. 574 e ss.

1.7 Il preliminare di smart contract

Si definisce contratto preliminare il contratto con cui le parti si vincolano a stipulare un successivo contratto definitivo, il cui contenuto essenziale deve essere già determinato nel preliminare.¹⁵⁹ Interessante è l'analisi della conclusione di un preliminare di smart contract, in quanto seppur possono essere configurabili delle criticità in caso di inadempimento o dell'esercizio dell'azione di esecuzione specifica dell'obbligo di concludere un contratto (art. 2932 c.c.) possiamo ritenere valido ed efficace l'impegno a concludere un contratto in modalità smart e qualora sorgano problemi, si potrà sempre far ricorso al giudice.

1.8 Lo smart contract per persona da nominare o a favore di terzo

In merito alla possibilità di concludere uno smart contract per persona da nominare o a favore di terzo sorgono delle difficoltà, in quanto sono due istituti volti alla produzione di effetti contrattuali verso un soggetto terzo.¹⁶⁰ Tuttavia, vi è la possibilità di redigere un contratto autonomo inserendo come condizione per la produzione degli effetti la successiva adesione da parte del terzo che potrebbe, qualora non ancora designato, essere indicato tramite un oracolo. Sarà tuttavia necessario che il terzo sottoscriva informaticamente lo smart contract.

¹⁵⁹ R. CARLEO – S. MARTUCCELLI – S. RUPERTO, *Istituzioni di diritto privato, cit.*, p. 596 e ss; Per un'analisi più specifica sull'istituto in oggetto v. G. ADILARDI, *Il contratto preliminare*, Padova, 2008; E. SERRAO, *Il contratto preliminare*, Padova, 2006;

¹⁶⁰ C. M. BIANCA – M. BIANCA, *Istituzioni di diritto privato*, Milano, 2018, p. 378 e ss.

2. Vicende patologiche del contratto in forma di smart contract

Il presente paragrafo illustrerà, seguendo l'esposizione codicistica, le problematiche e gli ostacoli che si possono verificare nel corso del rapporto contrattuale, dunque sia i vizi genetici del contratto che le vicende patologiche causate da agenti esterni, contestualizzandoli nella realtà informatica di un cosiddetto contratto self-executing. Quest'ultimo verrà considerato come una forma innovativa di conclusione contrattuale che, presentando delle aggiuntive funzioni algoritmiche, sarà in grado anche di reagire alle sollecitazioni del mondo giuridico nella fase del malfunzionamento del rapporto contrattuale. Per tali ragioni, lo scenario che si presenterà sarà volto a definire un incontro tra l'ecosistema degli smart contract e il resto del mondo giuridico, al fine di leggere la libertà delle parti in ambito contrattuale alla luce dell'evoluzione tecnologica.

2.1 Nullità

Ai sensi dell'art 1418 c.c. il contratto è nullo quando è contrario a norme imperative, quando manca di uno o più dei requisiti essenziali richiesti dall'art. 1325 c.c., quando è illecita la causa o quando il motivo esclusivo per cui entrambe le parti si siano determinate a concludere il contratto è illecito, quando manca di un oggetto lecito, possibile, determinato o determinabile; nonché negli ulteriori casi previsti dalla legge. Sono tutti vizi così gravi da determinare l'inidoneità dell'atto a produrre i relativi effetti.¹⁶¹ Pertanto, in un contratto tradizionale quando vi sono le condizioni per esperire

¹⁶¹ R. CARLEO – S. MARTUCCELLI – S. RUPERTO, Istituzioni di diritto privato, cit., p. 660 e ss

un'azione di accertamento della nullità, deve essere ripristinata la situazione iniziale come se il contratto non fosse mai venuto ad esistenza, non solo esso è affetto da invalidità ma è altresì inidoneo a produrre i suoi effetti.¹⁶² Per tale ragione vi è la necessità di contemplare in uno smart contract una funzione “distruttiva” cosiddetta “*kill code*” che possa porre nel nulla gli effetti già prodotti e ripristinare la situazione generata attraverso il contratto sulla base della decisione giudiziale. Di seguito verranno esaminate più nel dettaglio le singole cause di nullità:

a) Contrarietà a norme imperative

È possibile creare uno smart contract, seppur contrario a norme imperative; tuttavia, tale contratto sarà nullo, e quindi inefficace, al pari di un contratto tradizionale perché viziato da una nullità virtuale. Pertanto sarà necessario agire nei confronti degli interessati per porre nel nulla gli effetti prodotti nel mondo digitale che in quello tradizionale. Invero, sono molteplici i vantaggi che si hanno rispetto ad un contratto tradizionale: in primis vi è la possibilità di avere una funzione inversa nello smart contract che è dunque una sorta di antidoto ad un malfunzionamento o vizio e che ha il fine di ripristinare gli effetti avuti dall'esistenza, efficacia e esecuzione di un contratto gravato da cause patologiche. A parere di chi scrive, è immediato il riconoscimento di una causa di nullità di uno smart contract su blockchain pubblica, essendo la stessa accessibile a tutti ed essendo allo stesso tempo l'azione di accertamento di nullità esperibile da tutti.

Passando alla seconda causa di nullità, ovvero la mancanza di uno dei requisiti prescritti dall'art. 1325 c.c. (accordo delle parti, oggetto,

¹⁶² A. TORRENTE – P. SCHLESINGER, *Manuale di diritto privato*, Milano, 2021, p. 668 e ss.

causa, forma, quando risulti prescritta dalla legge a pena di nullità) possiamo vedere come in base al requisito mancante vi sia una risposta diversa da parte di questa tecnologia. Di seguito verranno esposte secondo un ordine codicistico le varie casistiche:

1) Carenza dell'accordo delle parti

L'accordo è l'incontro delle manifestazioni di volontà delle parti che dunque esprimono il loro consenso circa i termini esatti e concreti dell'affare e si raggiunge quando due o più persone manifestano reciprocamente le proprie volontà e queste sono dirette allo stesso scopo.¹⁶³ Tali manifestazioni possono essere scritte, orali, tacite o mediante fatti concludenti, dunque permettendo una conclusione di un accordo anche tramite smart contract.¹⁶⁴ La carenza dell'accordo tra le parti può verificarsi quando non vi è coincidenza tra le due o più manifestazioni di volontà. Infatti, l'art. 1326 c.c. richiede che il contratto sia concluso nel momento in cui chi ha fatto la proposta ha conoscenza dell'accettazione dell'altra parte. Dunque, rientrando nella realtà tecnologica, uno smart contract che contenga la relativa proposta deve coincidere con lo smart contract che ha la relativa accettazione. Quando invece quest'ultima si differenzia, si configura una controproposta che richiederà un altro smart contract coincidente con quest'ultimo come stabilito dall'ultimo comma dell'art. 1326 c.c.. In sintesi, per avere la conclusione di un contratto tramite smart contract vi è la necessità della coincidenza di contenuto. La particolarità di questa modalità è che non vi è spazio per integrazioni interpretative, nemmeno quando vi è un blocco

¹⁶³ F. GALGANO, *Il contratto*, cit., p. 118.

¹⁶⁴ R. CARLEO – S. MARTUCCELLI – S. RUPERTO, *Istituzioni di diritto privato*, cit., p. 478 e ss.

nell'esecuzione,¹⁶⁵ di contro vi sarà l'automatica esecuzione delle prestazioni oggetto della proposta e dell'accettazione.

2) Assenza della causa

Posto che la causa è la ragione economico – sociale del contratto, che deve essere unica e lecita, essa permette all'ordinamento di comprendere se l'accordo è meritevole di tutela e dunque considerabile un contratto. Per tali ragioni, ha una funzione così vitale che l'assenza di essa determina la nullità e dunque l'inefficacia.¹⁶⁶ Un accordo privo di causa è del tutto eseguibile su uno smart contract e dunque è in grado di produrne gli effetti al realizzarsi delle condizioni, ma che in esso si può inserire una funzione di ripristino come spiegato più nel dettaglio nel sottoparagrafo precedente. L'illiceità della causa verrà spiegata nel prosieguo.

3) Carenza dell'oggetto

L'oggetto è considerabile come l'affare che le parti vogliono realizzare e anche del bene o della prestazione che ne concretizza l'affare. Inoltre, deve avere contenuto patrimoniale ed essere possibile, lecito, determinato o determinabile (art. 1346 c.c.).¹⁶⁷ La carenza di una delle condizioni comporterebbe la nullità dell'obbligazione. Immaginare un contratto o uno smart contract in carenza di un oggetto è difficile, perché sarebbe una situazione in cui non ci sarebbe un perimetro di riferimento entro cui far circoscrivere la prestazione. È più concretizzabile un contratto il cui contenuto delle prestazioni sia impossibile, illecito, indeterminato o indeterminabile. Più nello specifico, è possibile quando è disponibile

¹⁶⁵ Certamente vi è la possibilità di includere ab origine un oracolo ad interpretandum.

¹⁶⁶ F. GALGANO, *Il contratto*, cit., p. 142 e ss.

¹⁶⁷ R. CARLEO – S. MARTUCCELLI – S. RUPERTO, *Istituzioni di diritto privato*, cit., p. 504 e ss.

in natura, è lecito quando non è contrario alla legge, all'ordine pubblico e al buon costume; è determinato o determinabile se i contorni e contenuti sono esplicitati o almeno ricavabili in via indiretta. Analizzando da un punto di vista tecnico, è possibile avere un contratto intelligente con oggetto illecito, ma non è informaticamente concepibile uno smart contract con un oggetto impossibile o indeterminato. La possibilità e la determinazione sono due condizioni necessarie per la creazione dello stesso, infatti lo smart contract è anche definito come contratto deterministico e in mancanza della possibilità o della determinazione, l'esecuzione si bloccherebbe. Tuttavia quando vi è un primo momento connotato da indisponibilità in natura e poi da possibilità sopravvenuta (art. 1347 c.c.), vi è la necessità che tale cambiamento venga reso noto allo smart contract, al fine di poter realizzare l'oggetto contrattuale. Per superare tale blocco, la possibilità di una comunicazione esterna deve essere prevista in fase di creazione di uno smart contract e dunque delimitata e programmata rispetto ai fini. Questa funzione cosiddetta oracolo permetterebbe di far sopravvivere lo smart contract, adattandolo alle vicende contrattuali sopravvenute e rendendolo immune da stravolgimenti in grado di bloccare lo stesso e di farne perdere i costi investiti.

4) Carenza della forma

La forma è il mezzo con cui si manifesta la volontà contrattuale delle parti. Di norma essa è libera, tuttavia diviene un requisito necessario quando è richiesta a pena di nullità come indicato nell'art. 1350 c.c.¹⁶⁸ Dunque, bisogna comprendere se e come uno smart contract possa soddisfare tale requisito in tali circostanze. La risposta è molto

¹⁶⁸ R. CARLEO – S. MARTUCCELLI – S. RUPERTO, Istituzioni di diritto privato, cit., p. 516 e ss.

dibattuta nella dottrina, in quanto la forma scritta è soddisfatta là dove il contratto è intelligibile e consente la conservazione della rappresentazione della volontà delle parti. Dato per assunto che la tecnologia su cui viene sviluppato lo smart contract ne assicura la conservazione, ciò su cui la dottrina dibatte è l'intelligibilità, essendo uno smart contract scritto in linguaggio macchina. Tuttavia, come si è già esposto nel paragrafo §1.6, a cui si rimanda per una più dettagliata definizione, il linguaggio macchina è parificabile ad una lingua straniera e dunque è intelligibile, seppur non da tutti.

b) Illeceità della causa o del motivo

Quando il contratto è connotato da illeceità della causa o del motivo, l'intero contratto è nullo. La causa è illecita quando è contraria a norme imperative, all'ordine pubblico o al buon costume (art. 1343 c.c.). Inoltre, anche il motivo illecito comune ad entrambe è causa di nullità (art. 1345 c.c.). Tuttavia nel caso in cui lo smart contract avesse già prodotto i suoi effetti, sarà necessario l'intervento di un agente esterno, come avviene anche nel caso di un contratto tradizionale.

c) quando è dichiarato nullo dalla legge

Qualora una norma di legge prevede come sanzione la nullità del contratto, come quelli previsti dal codice civile o da leggi speciali, la nullità è definita testuale e dunque lo smart contract è nullo per legge e gli effetti già verificatisi dovranno essere posti nel nulla in via automatica o con un successivo intervento.

A conclusione di questo paragrafo, si può arrivare a comprendere che lo smart contract è solo una forma innovativa di conclusione del contratto, ma non incide sulla sostanza, riuscendo a rispettare le relative categorie generali degli elementi contrattuali.

2.1.1 Nullità parziale

La nullità può essere totale, se investe l'intero negozio, oppure parziale quando inficia soltanto una o più clausole dell'atto. In quest'ultimo caso, il contratto è travolto dalla nullità se risulta che le parti non lo avrebbero concluso senza quella parte di contenuto che è colpita da nullità (art. 1419, comma 1, c.c.).¹⁶⁹ Per tali ragioni bisogna comprendere obiettivamente quale sia stata la volontà delle parti e se la parte invalida è da considerarsi essenziale.¹⁷⁰ Partendo dall'interpretazione della volontà delle parti al fine di statuire se le stesse avrebbero comunque concluso il contratto senza la clausola inficiata da nullità bisogna tenere conto delle difficoltà, soprattutto tecniche, di prevedere un tale meccanismo, essendo in naturale contrasto con il concetto di automazione di uno smart contract. La soluzione è da ritrovare non soltanto nel testo dello smart contract, che dovrà essere il primo strumento oggetto di interpretazione ma anche nelle comunicazioni scritte e non, che le parti si sono scambiate in linguaggio tradizionale. Pertanto, come in caso di difformità linguistiche, si dovrà scegliere uno dei testi. Tuttavia, è bene aggiungere che se le clausole nulle possono essere sostituite automaticamente con clausole imposte dalla legge queste ultime vengono sostituite di diritto da norme imperative, non andando ad inficiare il contratto. Quando parliamo di clausole nulle in uno smart contract e dunque di sostituzione di diritto, possiamo assimilare la legge ad un oracolo. Per tale ragione, anche in questo caso vi è la necessità di instaurare un dialogo con l'esterno. Invero, vi è proprio una necessità di "trascrizione" della legge in linguaggio macchina

¹⁶⁹ R. CARLEO – S. MARTUCCELLI – S. RUPERTO, Istituzioni di diritto privato, cit., p. 666 e ss.

¹⁷⁰ Cass., 26 maggio 2008, n. 13561.

così da essere intellegibile per uno smart contract e permettere l'auto-integrazione delle disposizioni di legge quando si devono modificare le clausole nulle. Uno smart contract è come una forma in cui è incorporato un contenuto, non si può prescindere dagli strumenti che tale contenuto interpretino o spieghino.

2.1.2 Nullità nel contratto plurilaterale

Anche un contratto con più di due parti, in cui le prestazioni sono dirette al conseguimento di uno scopo comune, può essere affetto da nullità. Secondo il codice civile, se la nullità colpisce solo la prestazione di una delle parti, a meno che questa non sia essenziale, non ne deriva nullità. Pertanto è necessario comprenderne l'essenzialità sulla base dell'interpretazione delle circostanze per comprendere se è da considerarsi nullo l'intero contratto o parte di esso, ricercando la possibilità per lo smart contract di adattarsi alla realtà e permettendo il funzionamento della parte valida.

2.1.3 L'azione di nullità

Il negozio nullo, come già specificato, non produce alcun effetto giuridico, tuttavia, potrebbe essere eseguito dalle parti. In tal caso, ciascuna parte ha il diritto alla restituzione della prestazione eseguita in attuazione di un contratto nullo, a meno che non si tratti di prestazioni contrarie al buon costume (art. 2035 c.c.). Per esercitare tale diritto alla restituzione o per rifiutare l'esecuzione di una prestazione o nel caso sorga una controversia circa la validità di un atto, vi è la necessità di rivolgersi ad un giudice per far dichiarare la nullità. Tale azione di nullità è imprescrittibile ed è un'azione di mero accertamento. Inoltre la legittimazione attiva è riconosciuta a

chiunque vi abbia interesse e la nullità può essere rilevata d'ufficio dal giudice (art. 1421 c.c.).

Ciò posto, anche uno smart contract può essere dichiarato nullo in ogni momento e senza limiti di tempo e l'azione è esercitabile da chiunque. Sarà necessario includere in sede di scrittura una condizione di ritrattabilità degli effetti (funzione "*kill code*"), nella misura massima possibile per cui una volta avuta la sentenza dichiarativa di nullità ed integrata nello smart contract, si attiverà automaticamente la funzione "kill code".¹⁷¹ Attraverso questa previsione si permette ad un contratto avente forma scritta di codice informatico di rispettare i principi non sacrificabili dell'ordinamento giuridico e di continuare ad essere un contratto auto-eseguibile.

2.1.4 Convalida e conversione

Come già espresso, il contratto nullo non può produrre gli effetti per i quali era stato posto in essere, tuttavia, ai sensi dell'art. 1424 c.c., ne è consentita la conversione. Tale istituto giuridico permette la conversione in un contratto diverso e la produzione dei relativi effetti. La finalità è che le parti, se avessero saputo della nullità, avrebbero concluso un contratto differente a condizione che si rispettino i requisiti di forma e di sostanza e che non sia illecito. La conversione viene stabilita dal giudice e non sulla base di una rinnovata manifestazione di un consenso negoziale delle parti. Analogamente ciò può avvenire per uno smart contract lì dove viene inserita in sede di programmazione una "valvola di apertura" che permette il negozio di conversione. Alla luce dell'esposizione finora data, si può comprendere come sempre di più vi sia una necessità di

¹⁷¹ R. BATTAGLINI – M.T. GIORDANO, Blockchain e Smart Contract, cit., p.327.

creare uno smart contract aperto e collegato con la realtà, con gli oggetti, con le persone e gli strumenti che opportunamente azionati consentono l'esecuzione.¹⁷²

2.2 Annullabilità

L'annullabilità è un vizio di minore gravità rispetto alla nullità perché le regole non rispettate sono a protezione dei singoli soggetti e non tanto nell'interesse generale. Il vizio può derivare dalla formazione di un consenso ab origine (l'incapacità) oppure in itinere (errore, violenza e dolo). Un contratto è annullabile quando una delle parti era legalmente incapace di contrarre e quando stipulato da persona incapace di intendere e di volere, salvo che si tratti di minore che con dei raggiri ha occultato la sua minore età. Un contratto è inoltre annullabile quando la formazione del consenso di una parte è viziata ab origine a causa di errore, violenza o dolo. Il negozio annullabile produce i suoi effetti (cosiddetta efficacia interinale o precaria del negozio annullabile) che verranno meno nel momento in cui viene proposta e accolta l'azione di annullamento. È interessante analizzare come uno smart contract dal punto di vista tecnico possa rispettare l'istituto giuridico dell'annullamento, essendo lo stesso posto a protezione della volontà individuale, e laddove siano presenti dei vizi ne farebbe conseguire l'invalidità dell'atto.

¹⁷² Ibid., p.326.

2.2.1. L'azione di annullamento

L'azione tendente a far annullare un negozio è un'azione costitutiva che mira a far modificare la situazione giuridica preesistente andando ad annullarne gli effetti. La relativa legittimazione spetta soltanto alla parte nel cui interesse l'invalidità è prevista dalla legge (art. 1441, comma 1, c.c.) ed è da esercitare nel termine di prescrizione di cinque anni, che decorre a partire dalla data di conclusione del contratto o diversamente in base al vizio del caso (art. 1442 c.c.). Se la domanda viene accolta, l'annullamento ha effetti retroattivi ed è come se il negozio non avesse mai prodotto i suoi effetti giuridici. Pertanto, le prestazioni eventualmente eseguite dovranno essere restituite con una limitazione che permette di tutelare i diritti dei terzi se questi ultimi hanno acquistato a titolo oneroso da un contraente con capacità legale e hanno agito in buona fede.¹⁷³ Nei successivi sottoparagrafi vedremo come si possa esercitare informaticamente tale azione.

2.2.2 Errore, errore di calcolo, mantenimento del contratto rettificato

L'errore inficia il procedimento di formazione della decisione per la stipulazione del negozio giuridico. Dunque il legislatore nel disciplinarlo ha ricercato un equilibrio tra offrire un rimedio alla parte la cui determinazione sia stata viziata da errore e assicurare la serietà delle dichiarazioni negoziali sulle quali il destinatario ha riposto affidamento.¹⁷⁴ Il legislatore dà la possibilità di rendere

¹⁷³ R. CARLEO – S. MARTUCCELLI – S. RUPERTO, *Istituzioni di diritto privato*, cit., p. 671 e ss.

¹⁷⁴ Per una definizione più dettagliata su tale vizio della volontà v.: C. ROSSELLO, *L'errore nel contratto*, 2019.

annullabile il negozio, se l'errore è essenziale e riconoscibile da una persona di normale diligenza. Per essenziale si intende un apprezzabile rilievo rispetto all'obiettivo assetto degli interessi posto alla base del contratto, mentre per la relativa valutazione si rimanda alla già esposta interpretazione nell'ambito di un contratto self-executing. In riferimento alla riconoscibilità della normale diligenza vi sono ad oggi solo dei possibili scenari realizzabili ma che attualmente sono solo immaginari. Ad esempio, potrebbe essere prevista una library di ipotesi di riferimento per poter determinare se quella persona è di normale diligenza o se invece far scattare l'alert di errore. Questa funzione permetterebbe di contornare lo smart contract di un ecosistema di ipotesi volte alla riconoscibilità dell'errore, tuttavia ogni accertamento è imprescindibile da un'interpretazione giurisdizionale.¹⁷⁵ Una breve digressione è necessaria in riferimento all'errore prodotto dalla mancata comprensione del contenuto del contratto per ignoranza o difettosa conoscenza del linguaggio informatico, che può essere qualificata come essenziale e riconoscibile in quanto è chiaro che non può intendersi formato un accordo se manca la comprensione e quindi la reale volontà di concludere tale smart contract. Un'altra forma di errore che viene portato in evidenza dall'utilizzo dei contratti automatizzati è quello derivante dalla divergenza tra la volontà formatasi correttamente e la sua esteriorizzazione, che sarà oggetto di analisi nel successivo sottoparagrafo.

In riferimento all'errore di calcolo, tendenzialmente sarà necessaria una semplice rettifica a meno che l'errore non sia sulla quantità ed esso ha determinato il consenso, viziandone la formazione. Solo in

¹⁷⁵ R. BATTAGLINI – M.T. GIORDANO, *Blockchain e Smart Contract*, cit., p. 328 e ss.

quest'ultimo caso si sarà spazio ad un'azione di annullamento. Se si tratta di rettifica, come abbiamo già avuto modo di analizzare, sarà possibile prevedere una funzione di modifica per poter aggiornare il contratto self-executing con l'informazione corretta e ove accettata dalle parti condurre alla formulazione della nuova clausola. Tuttavia, nel caso di errore di calcolo sulla quantità, si tratterà di annullamento e vi sarà bisogno di adire le vie giurisdizionali a meno che la parte che ha creato l'errore, si offra di eseguire la prestazione in modo conforme al contenuto e alle modalità del contratto che si intendeva concludere. In questo modo si consente di salvaguardare l'attività contrattuale e le intenzioni delle parti attraverso una proposta di modifica unilaterale dello smart contract, così rispettando anche l'art. 1432 c.c.

2.2.3 Errore nella dichiarazione o nella sua trasmissione

L'errore può cadere sulla dichiarazione, o sulla trasmissione della stessa da parte della persona incaricata, che nell'ambito dei contratti automatici possono essere l'avvocato che ha le relative competenze o il programmatore informatico. In questo caso parliamo di errore ostativo e come indicato nell'art. 1433 c.c. ne consegue l'annullamento a fronte della sua essenzialità e riconoscibilità.¹⁷⁶ Nell'ambito degli smart contract, c'è una maggiore probabilità di commettere tale errore a causa della difficoltà di coordinamento tra il linguaggio naturale e quello informatico e che inerisce alla relazione tra l'accordo in forma di codice informatico e i documenti di background. In questo caso vi potrebbero essere dei profili di responsabilità della persona incaricata, essendo la volontà delle parti

¹⁷⁶ R. CARLEO – S. MARTUCCELLI – S. RUPERTO, Istituzioni di diritto privato, Dike giuridica, Roma, 2017, p. 162 e ss.

contraenti correttamente formata attraverso un processo decisionale non viziato, ma successivamente diversamente elaborata.

2.2.4 Violenza e dolo

La disciplina in caso di violenza e dolo è del tutto applicabile anche in caso di contratti automatici. Infatti, anche in fase di formazione di uno smart contract può concretizzarsi una forma di violenza psichica volta a far concludere il negozio giuridico, che altrimenti non si sarebbe concluso. Essa consiste nella minaccia di un male ingiusto e notevole (art. 1435 c.c.).¹⁷⁷ Il dolo consiste nel porre in essere una serie di raggiri al fine di far concludere un negozio giuridico, che altrimenti il contraente non avrebbe concluso (art. 1439 c.c.). Se i raggiri non sono stati volti a determinare il consenso ma soltanto a concluderlo a condizioni diverse, si configura l'istituto del dolo incidente e, dunque, il contratto rimane valido ma il contraente in mala fede risponde dei danni.¹⁷⁸ Anche tale istituto si può perpetrare in sede di formazione di un contratto automatico e sarà necessario costruire per il futuro un dialogo tecnico tra l'ecosistema degli smart contract e l'ecosistema giustizia, al fine che il primo possa recepire una pronuncia giudiziale di annullamento e/o di risarcimento dei danni come in caso di dolo incidentale ex art. 1440 c.c. Inoltre, a parere di chi scrive, diventerà sempre più rilevante l'imposizione di obblighi specifici di informazione a carico di una parte, quella più professionalmente avveduta, a favore dell'altra, soprattutto quando questa sia un consumatore. In tal modo viene assicurata la trasparenza e la chiarezza delle condizioni contrattuali e la

¹⁷⁷ F. GAZZONI, *Manuale di diritto privato*, cit. p. 974 e ss.; v.: R. CAVALLO – BORGIA, *Della violenza*, Milano, 1998; A. FIGONE, *La violenza*, Milano, 2005.

¹⁷⁸ R. CARLEO – S. MARTUCELLI – S. RUPERTO, *Istituzioni di diritto privato*, cit., p. 162 e ss.

formazione di un consenso informato come è già avvenuto nel codice del consumo.

2.2.5 Ripetizione contro il contraente incapace

L'art. 1443 c.c. dispone che «se il contratto è annullabile per incapacità di uno dei contraenti, questi non è tenuto a restituire all'altro la prestazione ricevuta se non nei limiti in cui è stata rivolta a suo vantaggio». Pertanto, la predeterminazione dei vantaggi di una prestazione in favore di uno dei contraenti può risultare complessa o del tutto infattibile per una macchina. Tuttavia, è possibile impostare a priori ed in fase di programmazione i termini valoriali. Si pensi ai contratti a prestazioni dilazionate e puramente monetarie, in tal caso la misura del vanteggio è di facile valutazione e lo smart contract riuscirebbe a porre in essere la relativa restituzione. Ciononostante, questa possibilità è intrinsecamente dipendente dalla tipologia contrattuale e inoltre anche nel caso in cui ciò fosse realizzabile, rimarrebbe nell'alveo della decisione delle parti e dell'autonomia esecutiva che le stesse vorranno dare a tale strumento. Pertanto, lo smart contract propone una modernizzazione del rapporto tra lo iuris dicere, l'esecuzione coatta e la libertà delle parti.

2.2.6 Convalida

La convalida è un negozio con il quale la parte, legittimata ad esercitare l'azione di annullamento, si preclude la possibilità di far valere tale vizio.¹⁷⁹ Ai sensi dell'art. 1444, comma 1, c.c., infatti, «Il contratto annullabile può essere convalidato dal contraente al quale

¹⁷⁹ A. TORRENTE – P. SCHLESINGER, *Manuale di diritto privato*, cit., p. 682 e ss.

spetta l'azione di annullamento, mediante un atto che contenga la menzione del contratto e del motivo di annullabilità, e la dichiarazione che si intende convalidarlo». Inoltre è possibile compiere la convalida anche attraverso la volontaria esecuzione del contratto, conoscendo il motivo di annullabilità (art. 1444, comma 2, c.c.).

Se ne può ragionevolmente dedurre che attraverso uno smart contract si potrà rispettare anche la vicenda della convalida di un contratto annullabile. Nello specifico, in riferimento alla convalida con atto, si potrà compiere attraverso una notifica intra smart contract in cui vi sarà menzione del contratto, del motivo di annullabilità e dell'intenzione di convalidarlo (cosiddetta convalida espressa), mentre per la volontaria esecuzione basterà che il contraente essendo consapevole del vizio dia volontaria esecuzione al contratto.¹⁸⁰

2.2.7 Effetti dell'annullamento

Di norma la domanda di annullamento che viene accolta dal giudice produce l'annullamento retroattivamente, come se il contratto non avesse mai prodotto alcun effetto giuridico. Da ciò consegue la necessità di restituire le prestazioni ricevute per intero, a meno che non si tratti di un annullamento per incapacità, in tal caso la restituzione sarà nei limiti del vantaggio conseguito (art. 1443 c.c.). L'efficacia dell'annullamento nei confronti dei terzi è regolata dall'art. 1445 c.c. per cui i diritti acquistati dai terzi sono fatti salvi a condizione che si tratti di acquisiti a titolo oneroso e sussista la

¹⁸⁰ R. BATTAGLINI – M.T. GIORDANO, Blockchain e Smart Contract, cit., p.331 e ss.

buona fede dell'acquirente, salvo l'annullamento dipeso da incapacità legale. Occorre poi tener presente la rilevanza della trascrizione nelle vicende riguardanti diritti reali immobiliari, perché essa rende opponibile la relativa sentenza a tutti coloro che abbiano acquistato dei diritti in base alla trascrizione. Pertanto, un contratto self-executing funzionerà perfettamente e darà evidenza dei diritti che i terzi hanno ottenuto tramite lo smart contract e dovrà essere in grado di comunicare con detti diritti e con i pubblici registri dove la domanda di annullamento è stata trascritta. Uno smart contract sarebbe in grado di circoscrivere anche l'ambito dei diritti sui quali andare ad indagare circa la sussistenza della buona fede e dunque limitarsi ai casi rilevanti.

2.2.8 Annullabilità nel contratto plurilaterale

Quando si è in presenza di un contratto tra più parti e vi è un vizio che inficia solo il vincolo di una parte, si dovrà analizzare se quest'ultima, secondo le circostanze, sia da considerarsi essenziale a tal punto da determinare l'annullabilità del contratto. Questo istituto definito dall'art. 1446 c.c. è del tutto traducibile in linguaggio macchina, apponendo come condizione la circostanza per cui la partecipazione di una parte è essenziale e che la mancanza andrà a produrre la possibilità di esercitare l'azione di annullamento.

2.3 Rescissione

L'azione di rescissione è concessa quando una parte del contratto è stata condizionata da particolari situazioni a stipulare un contratto economicamente pregiudizievole. Pertanto, la rescissione si può chiedere in caso di conclusione in stato di pericolo o per lesione (art.

1447 e 1448 c.c.). Inoltre, i principi posti alla base di tale azione sono diversi da quelli dell'annullamento, in quanto non vi è possibilità di convalida, non vi è retroattività, la prescrizione è di un anno e in caso di lesione non vi è la possibilità di rescissione per i contratti aleatori.¹⁸¹ Si può dedurre come queste condizioni siano traducibili in linguaggio macchine e di conseguenza come questo istituto sia compatibile con i contratti automatici, pur non potendosi prescindere dal procedimento giudiziale e dalla conseguente pronuncia. Guardando più nel dettaglio la compatibilità tecnica tra questo istituto e i contratti automatici, si può comprendere come la capacità di misurare l'ultra dimidium da parte di una macchina è un plus che permette di attivare o meno lo smart contract a seconda della sproporzione tra le prestazioni reciproche del contratto. Inoltre non sarà presente la funzione di convalida (art. 1451 c.c.) e in presenza di contratti aleatori e di una causa di lesione, il contratto automatico disattiverà la funzione di rescissione. Parimenti può essere aggiunta una proposta di modificazione del contratto intra smart contract al fine di ricondurlo ad equità, che se accettata dalle parti, aggiornerebbe lo smart contract. Vi potrebbe essere una trasposizione informatica dell'interesse nella tutela dei terzi che hanno acquistato dei diritti in derivazione di quanto disposto dal contratto oggetto di rescissione (art. 1452 c.c.). Infatti, potrebbe essere apposta una sorta di blocco per non inficiare i relativi diritti. Non ultimo si pensi alla possibile comunicabilità tra un contratto automatico e i pubblici registri interessati alla trascrizione della domanda di rescissione. Queste sono solo alcuni dei possibili scenari

¹⁸¹ F. GAZZONI, *Manuale di diritto privato*, cit. p. 974 e ss.; v. B. CARPINO, *La rescissione del contratto*, Milano, 2000; G. MIRABELLI, *La rescissione del contratto*, Napoli, 1962; I. TERRUGGIA, *La rescissione del contratto nella giurisprudenza*, Milano, 1994.

evolutivi in merito all'istituto giuridico della rescissione trasposto su smart contract. È bene precisare che al di fuori dell'ecosistema dello smart contract, le parti sono libere di compiere le proprie scelte, e se a priori hanno scelto tale strumento è proprio perché hanno interesse a che siano rispettate le regole imposte e trasposte in linguaggio macchina.

2.4 Risoluzione

La risoluzione del contratto consiste nello scioglimento del vincolo contrattuale e nell'estinzione delle relative obbligazioni. La risoluzione riguarda tutti i tipi di contratti a prestazioni corrispettive dove il sinallagma viene alterato dopo la stipulazione, a differenza delle cause di nullità, annullabilità e rescissione che hanno origine prima della stipulazione.¹⁸² Le cause della risoluzione sono l'inadempimento, l'impossibilità sopravvenuta o l'eccessiva onerosità sopravvenuta. Nel presente paragrafo verrà analizzato tale istituto e la sua trasposizione in linguaggio macchina al fine di verificare come tali vicende siano adattabili alle funzionalità di un contratto automatico.¹⁸³

2.4.1 Risolubilità del contratto per inadempimento

Ai sensi dell'art. 1453, comma 1, c.c. «Nei contratti con prestazioni corrispettive, quando uno dei contraenti non adempie le sue obbligazioni, l'altro può a sua scelta chiedere l'adempimento o la sua risoluzione del contratto, salvo, in ogni caso, il risarcimento del

v. A. DALMARTELLO. *Risoluzione del contratto*, in Noviss. Dig. it., Vol. XVI, Torino, 1969

¹⁸³ C. M. BIANCA – M. BIANCA, *Istituzioni di diritto privato*, cit., p. 533 e ss.

danno». Tale istituto protegge il vincolo sinallagmatico, essendo una prestazione la giustificazione della controprestazione, cosicché in caso di inadempimento di una parte, il legislatore dà alla parte adempiente la possibilità di scegliere tra l'insistere per l'adempimento dell'altra parte oppure di porre nel nulla il rapporto contrattuale e richiedere la risoluzione con effetti retroattivi solo per le parti.¹⁸⁴ Se si domanda l'adempimento si può successivamente proporre domanda di risoluzione, ma non viceversa (art. 1453, comma 2, c.c.) e dalla domanda di risoluzione non vi è più la possibilità di adempiere alla relativa obbligazione. Ad ogni modo, in entrambi i casi si può chiedere il risarcimento dei danni. Le scelte che la parte adempiente si trova a porre sono tutte traducibili in linguaggio macchina secondo l'automatismo "if this, then that", ad esempio: se proponi la domanda di adempimento, successivamente puoi chiedere la domanda di risoluzione. Se proponi la domanda di risoluzione, non vi è la possibilità di adempiere. Anche il risarcimento del danno può essere integrato in questa logica, come una somma contrattuale calcolabile e liberata al verificarsi dell'esistenza del diritto ad ottenerla. Per l'intersezione tra l'apparato della giustizia e il nuovo strumento si rimanda alle considerazioni già svolte nei precedenti paragrafi.¹⁸⁵

2.4.2 Diffida ad adempiere

La diffida ad adempiere è un istituto che rientra nella risoluzione di diritto insieme alla clausola risolutiva espressa e al termine

¹⁸⁴A. TORRENTE – P. SCHLESINGER, *Manuale di diritto privato*, cit., p. 687 e ss.

¹⁸⁵C. M. BIANCA – M. BIANCA, *Istituzioni di diritto privato*, cit., p. 532 e ss.

essenziale, che verranno esposti di seguito.¹⁸⁶ Viene definita di diritto in quanto la parte adempiente ordina per iscritto alla controparte di eseguire la prestazione entro un termine di almeno quindici giorni con l'indicazione che qualora la prestazione non avesse luogo, il contratto sarà risolto di diritto e non vi sarà bisogno dell'intermediazione di un giudice (art. 1454 c.c.).¹⁸⁷ L'obiettivo di tale istituto è quello di fissare un termine per la rapida risoluzione del rapporto sinallagmatico, tale termine può essere fissato all'interno di uno smart contract al fine di automatizzare anche questa fase patologica e al verificarsi dell'inadempimento, il contratto in linguaggio macchina invierebbe una notifica alla parte inadempiente. In aggiunta, lo stesso si potrebbe collegare ad un oracolo come una camera di commercio o un altro organismo di fiducia da parte dei contraenti così da determinare a posteriori se vi sono le condizioni di attivazione della diffida ad adempiere e di conseguenza far partire il meccanismo di risoluzione e anche di risarcimento dei danni.

2.4.3 Importanza dell'adempimento

In mancanza del requisito della gravità di inadempimento, che il contraente adempiente farebbe accertare giudizialmente, la diffida sarebbe inefficace e dunque non vi sarebbe risoluzione come indicato nell'art. 1455 c.c. Il rispetto di tale norma in uno smart contract è ipotizzabile con un oracolo oppure con una library di casi che permette una valutazione automatizzata dell'inadempimento.

¹⁸⁶ v. G. AULETTA, *Importanza dell'inadempimento e diffida ad adempiere*, 1960; G. GUARINO, *La diffida ad adempiere e la gravità dell'inadempimento*, entrambi in Studi giur. In memoria di Vassalli, Torino, 1960;

¹⁸⁷ Ibid., p. 536 e ss.

2.4.4 Clausola risolutiva espressa e termine essenziale per una delle parti

Sia l'istituto della clausola risolutiva espressa che quello del termine essenziale sono integrabili nella logica algoritmica dello smart contract. Infatti, analizzando la disposizione normativa dell'art. 1456 c.c. vediamo come la clausola risolutiva espressa sia una clausola inserita nel contratto mediante la quale le parti prevedono che se una non adempie, il contratto si scioglie a seguito di notifica e senza necessità dell'intervento del giudice. La clausola deve essere espressa in maniera inequivocabile e specifica e una volta tradotta in linguaggio macchina, la eventuale notifica di utilizzo sarà implementata intra smart contract e attiverà un controllo per cui al verificare dell'inadempimento, si attiverà la funzione di ripristino e il procedimento di risarcimento dei danni.

In riferimento al termine essenziale all'art. 1457 c.c. vediamo come quest'ultimo sia classificato sempre come una clausola inserita nel contratto, mediante la quale le parti si accordano su termine entro cui adempiere e nel caso in cui la prestazione non venga realizzata, il contratto si risolve di diritto a meno che non venga richiesta comunque la prestazione. Lo scopo è quello di rendere essenziale la tempistica della prestazione, al di là della quale diventa inutile l'adempimento e dunque necessaria la risoluzione. Tale istituto è concretizzabile come una clausola informatica che al decorso del termine, produce la richiesta di esecuzione e la risoluzione.¹⁸⁸

¹⁸⁸ R. BATTAGLINI – M.T. GIORDANO, Blockchain e Smart Contract, cit., p.337.

2.4.5 Effetti della risoluzione

Una volta verificatasi la risoluzione, i reciproci obblighi dei contraenti di provvedere al ripristino circa la situazione anteriore alla stipulazione insorgono immediatamente e non dalla sentenza del giudice, essendo la stessa meramente dichiarativa. Eccetto per i contratti ad esecuzione continuata o periodica, dalla risoluzione ne conseguirà un'efficacia retroattiva ed è, dunque, importante tutelare i diritti dei terzi, salvi gli effetti della trascrizione (art. 1458 c.c.). In definitiva, gli effetti della risoluzione potranno essere regolati direttamente dallo smart contract attraverso la più volte menzionata funzione di ripristino e dunque di restituzione delle prestazioni con la condizione di proteggere i diritti acquisiti da terzi, salvo trascrizione che sarà collegata al contratto automatico stesso.¹⁸⁹

2.4.6 Risoluzione nel contratto plurilaterale

In riferimento ai contratti con più parti, quando vi è l'inadempimento di una parte, si dovrà stabilire, tramite interpretazione delle circostanze, se la sua prestazione sia così essenziale da pregiudicare l'intero contratto. Pertanto e come più volte menzionato, vi sarà bisogno di un'attività interpretativa che nella realtà di un algoritmo è realizzabile attraverso l'inserimento di una casistica di ipotesi di risoluzione essenziale o non, a seconda dei casi. Oppure la creazione di un collegamento con un oracolo affidabile che venendo classificato come fonte esterna potrà aggiornare il contratto durante la durata dello stesso.

¹⁸⁹ Ibid., p.338.

2.4.7 Eccezione di inadempimento

Quando una parte è inadempiente o non offre di adempiere contemporaneamente, attiva una forma di autotutela immediata ma transitoria nei confronti della controparte adempiente che se in buona fede potrà sospendere l'adempimento della sua obbligazione in attesa che tale situazione si sviluppi in un adempimento tardivo o in una risoluzione.¹⁹⁰ Dunque l'art. 1460 c.c. pone un'eccezione di inadempimento che consiste in una sorta di paralisi della domanda di adempimento ed esclude che la parte inadempiente possa richiedere la risoluzione. Tale istituto è concretizzabile in uno smart contract attraverso il meccanismo automatico, fermo restando che una delle condizioni che la parte adempiente dovrà rispettare è l'essere in buona fede, una condizione difficilmente traducibile in linguaggio macchina e che richiederà un'apertura verso l'esterno con una figura "trusted" scelta dalle parti oppure per legge: il giudice.

2.4.8 Mutamento delle condizioni patrimoniali dei contraenti

Il mutamento delle condizioni patrimoniali dei contraenti è a parere di chi scrive uno degli istituti più concretizzabili nello smart contract e da cui se ne può trarre un forte vantaggio nella logica contrattualistica. La disposizione normativa pone una tutela nei confronti della parte adempiente nel caso in cui la controparte stia subendo una modificazione peggiorativa della situazione economico-patrimoniale tale da poter pregiudicare l'adempimento

¹⁹⁰ C. M. BIANCA – M. BIANCA, *Istituzioni di diritto privato*, cit., p. 543 e ss.

dell'obbligazione. In tale situazione, il contraente potrà sospendere la sua prestazione in mancanza di adeguate garanzie (art. 1461 c.c.). Il controllo e l'attivazione di questa forma di tutela possono essere collegati ad un indice di affidabilità, di rating come un rating creditizio, oppure un deposito in conto corrente o una garanzia bancaria tale per cui al diminuire di questi ultimi al di sotto di una certa soglia si crea un alert che permetterà la sospensione della prestazione e dunque l'attivazione di questa forma di tutela. L'inserimento delle proprie condizioni patrimoniali o di una somma in garanzia nello smart contract permetterà di sospendere l'esecuzione all'attivazione di un alert di inaffidabilità, creando una perfetta esemplificazione di come una nuova tecnologia possa supplire a dei deficit che sarebbero difficilmente colmabili altrimenti.

2.4.9 Clausola limitativa della proponibilità di eccezioni

La cosiddetta clausola solve et repete è una forma di autotutela che le parti possono introdurre in un contratto a prestazioni corrispettive e che ha la finalità di tutelare l'interesse di solo una parte a ricevere la controprestazione ponendola in prevalenza rispetto alla controparte. Dunque, costituisce una protezione ai fini dell'adempimento perché non permette alla controparte di proporre eccezioni per evitare o ritardare l'adempimento.¹⁹¹ È una clausola vessatoria con necessità della forma scritta non applicabile nei casi di nullità, annullabilità e rescissione del contratto (art. 1462 c.c.). La

¹⁹¹ A. TORRENTE – P. SCHLESINGER, *Manuale di diritto privato*, cit., p. 695 e ss.

clausola è integrabile in un contratto automatizzabile attraverso una logica algoritmica e l'introduzione di una library.

2.4.10 Impossibilità sopravvenuta

Come indicato nel §2.4 la risoluzione di diritto ha tre cause: l'inadempimento, l'impossibilità sopravvenuta o l'eccessiva onerosità sopravvenuta. È stato fino ad ora analizzato l'inadempimento e le vicende patologiche e le forme di tutela possono essere trasposte in un contratto self-executing. Di seguito verrà analizzata l'impossibilità che può essere totale o parziale e successivamente la causa di eccessiva onerosità.

2.4.11 Impossibilità totale

L'impossibilità sopravvenuta è una causa di risoluzione di diritto che si consegue quando in un contratto a prestazioni corrispettive, una delle prestazioni diviene totalmente impossibile per cause non imputabili al contraente debitore (forza maggiore, caso fortuito, etc.). Ai sensi dell'art. 1463 c.c. viene meno anche la giustificazione del diritto alla controprestazione da parte del contraente debitore che dovrà anche restituire quella già ricevuta.¹⁹² Tale meccanismo è traducibile in logica algoritmica attraverso la notifica intra smart contract dall'avvenuta impossibilità sopravvenuta, ciò farà scattare la funzione di ripristino e di risoluzione, come già debitamente descritta nei precedenti paragrafi. Un esempio facilmente concretizzabile è quando il bene è inserito all'interno di uno smart contract, ad esempio un token che rappresenti un bene che poi

¹⁹² R. CARLEO – S. MARTUCCELLI – S. RUPERTO, Istituzioni di diritto privato, cit., p. 439 e ss.

perisca e mandi la notifica al token e di conseguenza allo smart contract. La notifica libererà la parte debitrice dalla sua obbligazione e conseguentemente attiverà un meccanismo di restituzione di quanto già ricevuto al fine di concretizzare la risoluzione.¹⁹³

2.4.12 Impossibilità parziale

Quando la causa di impossibilità è parziale anche la risoluzione è tale e ne consegue la possibilità per la controparte creditrice di ricevere la prestazione a seguito di una corrispondente riduzione oppure di recedere dal contratto qualora non sussista un interesse all'adempimento parziale (art. 1464 c.c.). Poste le premesse normative, la traslazione in linguaggio macchina corrisponde ad un calcolo della corrispondente riduzione che una volta implementato nello smart contract produrrà un nuovo equilibrio sinallagmatico. Alternativamente vi sarà la possibilità che tale equilibrio sia posto dall'esterno attraverso una figura trusted come quella del giudice.

2.4.13. Contratto con effetti traslativi e costitutivi

Nei contratti ad effetti reali, dove il diritto si trasferisce o costituisce al momento del consenso, l'impossibilità sopravvenuta si può manifestare con la distruzione della cosa per causa non imputabile alla parte alienante. Dunque, è l'acquirente che subisce il danno dovuto alla distruzione della cosa e non potrà esimersi dalla sua prestazione a meno che non fosse stata apposta una condizione sospensiva e l'impossibilità ha avuto luogo prima dell'avverarsi della condizione (art. 1465 c.c.). La norma ha delle azioni che sono

¹⁹³ R. BATTAGLINI – M.T. GIORDANO, Blockchain e Smart Contract, cit., p.341.

traducibili in uno smart contract, tuttavia, il limite che quest'ultimo incontra è nel caso in cui vi sia bisogno di un accertamento dell'imputabilità del perimento della cosa, essendo necessario che l'impossibilità sopravvenuta non sia per causa imputabile all'alienante. Ciò implica una valutazione umana che non può essere sostituita dalla macchina. Ciononostante, il contratto auto-eseguibile ben può automatizzare l'obbligo di eseguire la controprestazione, la consegna del bene o la verifica della condizione.¹⁹⁴

2.4.14 Eccessiva onerosità

L'eccessiva onerosità è una causa di risoluzione che è determinata quando tra il momento della stipulazione del contratto e la sua esecuzione accade un evento che modifica l'originaria valutazione dell'una o dell'altra parte in merito alla convenienza economica dell'affare. Tuttavia per evitare che vengano pregiudicati tutti i contratti all'avverarsi di qualsiasi condizione sopravvenuta, il legislatore ha richiesto che tale evento sopravvenuto sia straordinario ed imprevedibile tale da rendere una delle prestazioni eccessivamente onerosa, ovvero un sacrificio sproporzionato.¹⁹⁵ L'accordo è vincolante lì dove non vengono ad essere modificati i presupposti sostanziali incidenti sul rapporto di valore tra le prestazioni oggetto di scambio.¹⁹⁶ Inoltre è necessario porre una differenza tra i contratti con prestazioni corrispettive, disciplinate

¹⁹⁴ R. BATTAGLINI – M.T. GIORDANO, *Blockchain e Smart Contract*, cit., p. 341.

¹⁹⁵ R. CARLEO – S. MARTUCCELLI – S. RUPERTO, *Istituzioni di diritto privato*, cit., p. 713 e ss.

¹⁹⁶ A. TORRENTE – P. SCHLESINGER, *Manuale di diritto privato*, cit., p. 698 e ss.

dall'art. 1467 c.c. e i contratti con obbligazioni di una sola parte, disciplinati dall'art. 1468 c.c. In quanto, ai sensi dell'articolo 1467 c.c. «Nei contratti a esecuzione continuata o periodica ovvero a esecuzione differita, se la prestazione di una delle parti è divenuta eccessivamente onerosa per il verificarsi di avvenimenti straordinari e imprevedibili, la parte che deve tale prestazione può domandare la risoluzione del contratto, con gli effetti stabiliti dall'art. 1458. La risoluzione non può essere domandata se la sopravvenuta onerosità rientra nell'alea normale del contratto. La parte contro la quale è domandata la risoluzione può evitarla offrendo di modificare equamente le condizioni del contratto». Per rispettare il dettato normativo in ambito di smart contract sarà necessario offrire una modifica delle condizioni del contratto a seguito di una domanda di risoluzione al verificarsi dell'evento imprevedibile ed importato tramite oracolo. Dei dubbi potrebbero sorgere sulla valutazione della imprevedibilità e della straordinarietà, ma questi ultimi sarebbero delegati ad un agente esterno, appunto tramite oracolo. Da qui avverrebbe un ricalcolo del valore della prestazione al fine di accertare il superamento dell'ipotesi di legittima alea. Tale calcolo non potrebbe avvenire nell'ipotesi di contratti aleatori dove la norma non trova applicazione essendo dei contratti in cui le parti si sottopongono al rischio dei futuri accadimenti. Ipotesi diversa quando si tratta di un contratto con obbligazione di una sola parte in cui l'eccessiva onerosità non dà luogo alla risoluzione, ma solo alla rivedibilità che sarà facilmente predeterminabile dallo smart contract qualora siano stati posti dei criteri. Nulla toglie che tale rimedio venga richiesto in via giurisdizionale e che dunque tali misure vengano poste dal giudice.

3. Considerazioni sui possibili scenari evolutivi

Fino ad ora abbiamo analizzato come uno smart contract possa adattarsi all'interno della cornice dell'ordinamento giuridico soprattutto nella fase patologica del contratto, rispettandone i principi grazie a degli adattamenti di carattere informatico. Tuttavia, è bene ripetere che la possibilità di pronunciarsi nel merito non venga data ad una macchina, ma rimanga in capo ad un organo giurisdizionale. Di pari importanza è la possibilità che il flusso delle azioni create tramite smart contract venga supervisionato, o comunque risulti controllabile e interrompibile da parte dei contraenti o chi per essi, così da non lasciare tutto il procedimento e il rapporto giuridico patrimoniale nelle disponibilità di una macchina e, così, tutelare i contraenti e i terzi. Attraverso questi adattamenti si permette di utilizzare un'innovazione in campo contrattuale al fine di automatizzarne il rapporto e allo stesso tempo mantenere alto il livello di protezione e di tutela accordato dall'ordinamento. Oltre agli accorgimenti sopra menzionati e rivolti specificamente all'istituto in oggetto, si può immaginare anche un periodo temporale entro cui sarà possibile compiere verifiche, confermare o annullare le azioni poste in essere in maniera automatica dall'elaboratore o un sistema di notifica preventiva che richieda una accettazione esplicita in particolari e predeterminati casi. Ogni intervento dovrà rispettare il principio della libertà delle parti e, essendo ancora questa tecnologia in una fase di sperimentazione, è deducibile la ragione per cui siano più diffusi, ad oggi, solo degli smart contract semplici e che riguardano esigenze di non troppo valore e di facile elaborazione e soprattutto tra contraenti debitamente assistiti. Pertanto, anche se ci troviamo di fronte ad uno

strumento completamente differente rispetto a quelli fino ad ora utilizzati nel mondo contrattuale possiamo vedere come quest'ultimo non rompa gli schemi tradizionali ma, invece, riesca a trovare attraverso degli accorgimenti informatici, una crasi tra ciò che le parti sono abituate tradizionalmente a compiere e le peculiarità dello strumento stesso. L'obiettivo futuro è di sviluppare nel tempo un connubio tra il contenuto legale e quello tecnologico per ricercare delle soluzioni di smart contracting forti dello sviluppo e dell'utilizzo che nel tempo se ne farà di tali strumenti contrattuali.¹⁹⁷

¹⁹⁷ R. BATTAGLINI – M.T. GIORDANO, Blockchain e Smart Contract, cit., p.333.

Capitolo III – Smart Contract come strumento di esercizio dell’attività contrattuale

SOMMARIO: 1. Limiti e contraddizioni della teoria della qualificazione giuridica degli smart contract come contratti. – 2. Lo smart contract come strumento di una o più fasi della vicenda contrattuale. – 3. Brevi conclusioni sul punto. – 4. Futuro e Innovazione di questa tecnologia.

1. Limiti e contraddizioni della teoria della qualificazione giuridica degli smart contract come contratti

Nel precedente capitolo è stata esposta la teoria a sostegno della qualificazione giuridica degli smart contract come contratti, attraverso degli accorgimenti informatici volti ad adattare le peculiarità di tale strumento innovativo all’interno della cornice degli schemi giuridici tradizionali.

Seppur tale teoria sia supportata da larga parte della dottrina è, tuttavia, indubbio che tali funzionalità aggiuntive siano delle forzature che snaturano lo smart contract. Si pensi all’introduzione di un oracolo al fine di evitare un blocco dell’esecuzione o per introdurre una modifica al contratto. Tale funzione determina la perdita della disintermediazione alla base della tecnologia Blockchain. In vero, sono molteplici i limiti e le contraddizioni insite nella teoria della qualificazione giuridica degli smart contract come contratti e il presente capitolo partirà dai suddetti limiti, che verranno di seguito esposti per poi sviluppare una teoria che vede lo smart

contract come strumento utile in una o più fasi contrattuali e, nello specifico, come mezzo di attuazione di un contratto concluso in senso tradizionale. Il fine ultimo del presente elaborato è quello di permettere un inquadramento dello strumento da un punto di vista giuridico anche in relazione al contesto storico e normativo attuale.

1.1 La perdita dei connotati tipici di uno smart contract

L'automazione, l'irretrattabilità, l'immodificabilità, lo pseudo-anonimato, la trasparenza e la verificabilità sono solo alcune delle caratteristiche di uno smart contract. Nel precedente capitolo ci siano interrogati sulla compatibilità di tali super contratti con la disciplina positiva prevista in materia contrattuale e spesso, per poter ricondurre tale strumento a sistema, è stata evidenziata la necessità di contemplare delle integrazioni funzionali volte a rendere il contratto più efficiente, ma a danno dei caratteri qualitativi ed essenziali di uno smart contract. Quest'ultimo è uno strumento potente e sofisticato che, per essere ricondotto negli schemi giuridici tradizionali, presenta delle criticità e delle rigidità.¹⁹⁸ In vero, esso non può essere qualificato nemmeno come contratto atipico ai sensi dell'art. 1322 c.c. perché, a differenza del franchising e del leasing, non ha una funzione economica prefissata ex- ante o ricorrente per prassi, ma si presta ad essere adoperato per soddisfare esigenze di natura differente. Volendo analizzarlo come strumento attraverso il quale viene concluso un contratto, esso presenta degli elementi (quali il linguaggio informatico, la disintermediazione, l'automatismo e la stabilità) che rispettano i profili contenutistici ma che mal si conciliano con gli aspetti formali o funzionali della

¹⁹⁸ R. BATTAGLINI – M.T. GIORDANO, *Blockchain e Smart Contract*, Giuffrè, 2019, p. 273 e ss.

dinamica negoziale. Di seguito verranno esposte tali criticità tenendo conto che a parere di chi scrive, la precedente tesi circa l'equiparazione di uno smart contract ad un contratto è del tutto percorribile per alcune tipologie contrattuali, ma non per altre, ed essendo lo smart contract uno strumento dalle grandi potenzialità e dalla forte eterogeneità, bisogna allo stato attuale sviluppare una tesi che possa interpretare tale modernità, promuovere l'innovazione e rispettare l'impostazione metodologica tradizionale senza stravolgere né l'impianto normativo né lo strumento stesso.

1.2 La scelta lessicale

L'analisi critica parte dalla scelta lessicale di definirli smart "contract" che è stata spesso definita fuorviante finanche dall'ideatore degli stessi, Vitalik Buterin, in quanto tale strumento non vive solo nel mondo legale. In vero, esistono degli smart contract che non hanno lo scopo di produrre degli effetti legali definiti "smart contract code", ma soprattutto perché tale denominazione suscita l'istantanea parificazione al concetto giuridico classico di contratto. Come indicato nelle premesse, il presente elaborato si basa solo sugli smart contract produttori di effetti giuridici, ma è innegabile che tale strumento non deve e non può essere considerato sempre un contratto come noi lo intendiamo. Piuttosto, è utile considerarlo come uno strumento la cui etichetta ha una forte carica simbolica e che è riconducibile all'aspetto funzionale del rapporto contrattuale tra due o più persone, e dunque ad una transazione e che in taluni casi può essere considerata anche un contratto. Pertanto, senza cadere in definizioni giuridiche, possiamo approcciarci a tale innovazione definendola come un protocollo informatico, un software che governa in autonomia

determinate fasi della relazione tra due o più persone sulla base degli input dati.

1.3 Il linguaggio

L'analisi critica continua con il linguaggio informatico. Il contratto automatico si caratterizza non solo per cosa contiene ma anche per come è elaborato il contenuto, ossia in linguaggio macchina. Quest'ultimo elemento permette un distanziamento fra lo strumento dello smart contract e tutti gli altri strumenti di negoziazione e di conclusione di un accordo. Si pensi sia ai documenti firmati su carta in una o più lingue ma anche ai contratti online conclusi con un click. Questi ultimi hanno un'interfaccia human-friendly in cui ha luogo una doppia traduzione. In vero, una volta ricevuto l'input dal mittente questo si traduce in istruzioni telematiche e poi viene ritradotto in linguaggio umano per arrivare al ricevente. Tuttavia, il linguaggio macchina non solo non è comprensibile ai più, ma richiede la presenza di un esperto programmatore che possa tradurre la volontà delle parti in codice apponendo, dunque, un livello di intermediazione che mal si concilia con le logiche della tecnologia blockchain.

Pertanto, la dottrina ha spesso indicato il linguaggio macchina come la più grande barriera per la diffusione degli smart contract, essendo un linguaggio non comprensibile per coloro che non studiano computer science o comunque hanno una base di conoscenza della programmazione Solidity. Nell'esposizione della precedente tesi è stato considerato il linguaggio macchina al pari di una lingua straniera, non essendo obbligatorio concludere un contratto in linguaggio tradizionale. Attraverso questa tesi non si vuole porre in dubbio ciò, ma spostare l'attenzione sui problemi di comprensione

che si possono sviluppare fino alla configurazione dell'istituto dell'errore e dunque dell'annullamento. In vero, tali istituti mettono in crisi l'automatismo e l'immodificabilità degli smart contract creando uno stravolgimento di tale tecnologia. Per evitare ciò e far sì che le parti abbiano una piena comprensione del contenuto e delle clausole del contratto vi è la necessità che lo stesso sia redatto per vie tradizionali e che, lì dove possibile e utile, si utilizzi uno smart contract per la fase di negoziazione, conclusione e/o di esecuzione. Inoltre permettendo il superamento dei limiti per la traduzione di clausole generali del diritto e di clausole valoriali. Dunque, risultando utile per un segmento della realtà contrattuale, riuscendo allo stesso tempo ad apportare l'efficienza e l'automatismo proprio di uno smart contract senza creare difficoltà in una possibile e successiva fase patologica.

1.4 Il ricorso alla tecnologia Blockchain e agli oracoli

Lo smart contract è basato sulla tecnologia Blockchain, di cui recepisce i relativi connotati quali l'intermediazione e l'immodificabilità oltre che l'automatismo. Infatti, gli smart contract vengono considerati il frutto per eccellenza della rivoluzione culturale della blockchain, promettendo di disintermediare totalmente i rapporti negoziali e di assicurare un sistema trustless. Tuttavia, rivendicando un'identità contrattuale a tutto tondo abbiamo visto come gli smart contract hanno bisogno della funzione degli oracoli al fine di avere un collegamento con la realtà. Senza gli oracoli, uno smart contract riuscirebbe a rispettare la sua natura deterministica, ma sarebbe relegato a poche applicazioni i cui dati necessari sarebbero reperibili solo nella blockchain stessa. Attraverso l'inserimento di queste funzioni dette oracoli si

sacrificano alcune delle condizioni insite nella blockchain quali la neutralizzazione dell'interferenza umana e l'impossibilità di inadempimento per raggiungere una più ampia applicazione. Infatti, anche se la parti che concludono uno smart contract si affidano totalmente alla macchina per la gestione del loro rapporto contrattuale, possono, nel corso della vicenda contrattuale sorgere degli imprevisti tali da rendere necessario il ricorso ad un oracolo¹⁹⁹ che rappresenta un intermediario (che sia un programma informatico gestito da un umano o un umano stesso) in relazione a cui le parti dovranno riporre la loro fiducia. Attraverso questo meccanismo non solo si presenta una forma di intermediazione, ma vi è anche la necessità di avere fiducia in colui che sarà dietro all'oracolo.

Inoltre, a parere di chi scrive si configurano ulteriori dubbi e criticità in relazione all'art. 1372, comma 1, c.c. il quale stabilisce che «il contratto ha forza di legge tra le parti». Tale forza di legge perviene al momento della conclusione del contratto e si riferisce a quanto si è disposto nel contratto stesso e a tutte le conseguenze che ne derivano secondo la legge, gli usi e l'equità (art. 1374 c.c.).²⁰⁰ Tuttavia, la funzione dell'oracolo viene inserita quando non è possibile determinare uno o più elementi negoziali e dunque si demanda ad un terzo, l'oracolo, la relativa indicazione. Per tanto, nel caso di un oracolo umano sembrerebbe configurarsi l'istituto dell'arbitraggio, che disciplinato all'art. 1349 c.c. stabilisce che «se la determinazione della prestazione dedotta in contratto è deferita ad un terzo e non risulta che le parti vollero rimettersi al suo mero

¹⁹⁹ Un oracolo è una funzione informatica che connette la blockchain con la realtà esterna, dunque, monitora dei parametri esterni e al raggiungimento di determinati risultati, attiva lo smart contract fornendo allo stesso delle informazioni per far eseguire la logica computazionale.

²⁰⁰ F. GAZZONI, *Manuale di diritto privato*, cit. p. 785 e ss.

arbitrio, il terzo deve procedere con equo apprezzamento. Se manca la determinazione del terzo e le parti non si accordano per sostituirlo, il contratto è nullo». Dunque l'oracolo umano verrebbe ad essere identificato come arbitratore ogni qual volta svolga una funzione di diritto sostanziale, andando a determinare un elemento del rapporto contrattuale che non era stato definito o non poteva essere definito preventivamente, perché correlato allo sviluppo successivo del rapporto.²⁰¹ Parte della dottrina sostiene che la natura giuridica di un contratto con oggetto determinabile dall'arbitratore sia quella di un contratto imperfetto,²⁰² diversamente da chi sostiene essere un contratto sottoposto a condizione sospensiva.²⁰³ Di differente avviso è l'autore Zuddas che lo ritiene un contratto perfetto e, dunque, un negozio per relationem alla dichiarazione del terzo e che a parere di chi scrive è la tesi da preferire soprattutto in riferimento agli oracoli inseriti in uno smart contract.²⁰⁴

Si aggiunge anche un'altra criticità nel caso in cui la fonte prescelta al momento della redazione dello smart contract non sia più disponibile in fase esecutiva. Un ulteriore quesito che è bene porsi è se, in caso di discostamento dalla logica predeterminata dell'oracolo stesso, possa sussistere una responsabilità nei suoi confronti, ossia quando il dato riportato non è veritiero, o vi è stato un incolpevole errore o una volontaria manipolazione. La risposta dipende dalla

²⁰¹ M.C. DIENER, *Il contratto in generale*, Milano, 2011, p. 385 e ss; v. C.D. MALAGNINO, *Il terzo arbitratore nell'integrazione del negozio giuridico*, Milano, 2010.

²⁰² R. VECCHIONE, *L'arbitrato nel sistema del processo civile*, Napoli, 1953, p. 104.

²⁰³ L. LORDI, *Della vendita*, in *Comm. Cod. civ.*, diretto da M. D'Amelio-E. Finzi, Firenze, 1947, vol. II, parte I, pag. 16.

²⁰⁴ G. ZUDDAS, *L'arbitraggio*, Napoli, 1992, p. 48 e ss; Cfr: A. GIORDANO – MONDELLO, *Il testamento per relazione*, 1996, p. 52; F. MESSINEO, *Il contratto in genere*, 1968, p. 517; P. DI PACE, *Il negozio per relationem*, 1940, p. 36 e ss.

tipologia di oracolo: alcuni sono basati su software, altri su hardware e altri ancora sono degli intermediari umani. I primi si basano su dati inseriti sulla blockchain o su fonti online, le quali devono essere affidabili, altrimenti si rischia di compromettere il funzionamento di tutto lo smart contract. Cosa che, ad esempio, potrebbe verificarsi se si sceglie come fonte Wikipedia, ma quest'ultima riporta un'informazione non corretta (magari perché strumentalmente modificata da una delle parti), così determinando l'inserimento di un dato errato nello smart contract. In riferimento agli oracoli hardware, questi ultimi basano la loro fonte di dati su sensori e oggetti IoT. Questi oracoli vengono utilizzati lì dove il dato può essere fornito solo dall'oggetto connesso, questo è il caso della posizione di un contenitore, della velocità di un veicolo o dello stato di una serratura. Si pensi allo smart contract posto dall'assicurazione per il risarcimento in caso di incidenti e che ha come oracolo il controllo della velocità del veicolo; oppure una barriera dotata di sensori in grado di rilevare il veicolo che la sta attraversando e di inviare i relativi dati allo smart contract. Sono gli oracoli più affidabili in quanto alla ricezione del dato da parte del sensore o dell'oggetto IoT, richiedono un'attestazione crittografica dello stesso dato al fine di autenticarne l'origine. Inoltre in tali oggetti vi è un'installazione anti-manomissione che in caso di forzatura, rende inutilizzabile l'oracolo. Infine, vediamo gli oracoli umani che probabilmente sono quelli meno adatti alla logica delle macchine ma che sono necessari lì dove le transazioni sono complesse, ad esempio in caso di valutazione di un reclamo assicurativo complesso o di uno status giuridico di un'azienda o dove si richiede il discernimento umano per valutare il grado e l'entità di un danno, ad esempio nel caso di una visita medica. Spesso per evitare la manomissione di un oracolo, si richiede che sia raggiunto il consenso su una rete di oracoli o che

il meccanismo di consenso sia basato su un rating reputazionale dell'oracolo.²⁰⁵ Ad ogni buon conto, non è facile superare il “paradosso degli oracoli”²⁰⁶ che determina una vulnerabilità dello smart contract ad ingerenze esterne, compromettendo le potenzialità del protocollo informatico stesso. Tuttavia, prevedendo tutte le condizioni contrattuali nel contratto scritto in lingua naturale, si perimetra l'utilizzo dello smart contract solo ad una fase e qualora sorga la necessità dell'utilizzo di un oracolo anche in questo stadio, l'ingerenza e l'influenza che quest'ultimo avrebbe sul protocollo informatico e sul contratto naturale è di molto inferiore rispetto a quella che avrebbe sullo smart contract quale unica fonte del vincolo negoziale.

1.4.1 Profili di responsabilità in caso di malfunzionamento di un oracolo

Dopo aver compreso la funzione di un oracolo in uno smart contract, è necessario analizzare i profili di responsabilità nel caso in cui la condotta dell'oracolo si discosti da quella programmata. Partendo da un'analisi dei profili di responsabilità civile che si possono delineare con l'utilizzo di un oracolo, vediamo che sono molteplici

²⁰⁵ Su questo meccanismo si fonda ChainLink il quale da un token nativo a chi fornisce l'informazione, essendo un progetto sia on-chain che off-chain. Nel primo caso, promuove un processo di selezione degli oracoli in base a dei report. Nel secondo caso, i nodi che decidono di rispondere alla richiesta dovranno porre una somma in deposito. Se l'informazione fornita è attendibile, ottengono indietro il deposito e un'altra somma come incentivo, poi si riuniscono le varie risposte al fine di raggiungere un più alto livello di accuratezza. ChainLink è disponibile al seguente indirizzo: <https://chain.link> (visitato in data 13 Giugno 2022). Innovativo è anche il caso di Oraclize, il quale acquisisce una serie di dati e li restituisce con una prova di autenticità redatta da TLS Notary, il quale verifica la pagina https e rende una prova di autenticità che garantisce che il dato è stato reperito da quel determinato sito in un determinato momento temporale. Oraclize è visibile al seguente indirizzo: <https://www.provable.xyz> e TLS Notary al seguente indirizzo: <https://tlsnotary.org> (visitati in data 13 giugno 2022).

²⁰⁶ R. BATTAGLINI – M.T. GIORDANO, *Blockchain e Smart Contract*, cit., p. 264 e ss.

gli eventi che possono configurare una responsabilità in capo all'ideatore dell'oracolo e in ottemperanza al dovere giuridico di non arrecare danno ad altri, nasce un obbligo di risarcire tale danno. In vero, in base a sé sussiste un rapporto tra danneggiante e danneggiato o meno si può configurare una responsabilità contrattuale o extracontrattuale.²⁰⁷ Nel primo caso la responsabilità è derivante da un inadempimento di un'obbligazione già esistente in cui si dà al creditore la possibilità di ottenere il risarcimento del danno sofferto. La responsabilità extracontrattuale viene definita all' art. 2043 c.c. come «qualunque fatto doloso o colposo, che cagiona ad altri un danno ingiusto, obbliga colui che ha commesso il fatto a risarcire il danno», dunque in questa fattispecie si configura un danno ingiusto che è esso stesso produttore di una nuova obbligazione (art. 1173 c.c.). La responsabilità extracontrattuale ha le seguenti componenti oggettive: a) comportamento antigiuridico; b) danno ingiusto; c) nesso di causalità tra comportamento e danno, dunque che il danno sia una conseguenza diretta del comportamento. In merito alle componenti soggettive vi deve essere: d) imputabilità; e) colpa o dolo.²⁰⁸ È bene precisare che vi possono essere interferenze tra le su menzionate responsabilità, tanto che con uno stesso comportamento si può dar vita ad entrambe, permettendo al danneggiato di scegliere quale delle sue perseguire per la richiesta di risarcimento del danno.²⁰⁹

Dopo questa breve esposizione, e prima di svolgere un'analisi in base alla tipologia di oracolo, passiamo ad analizzare quali possono

²⁰⁷ v. F. GALGANO, *Il contratto*, cit., p. 104 e ss.

²⁰⁸ R. CARLEO – S. MARTUCCELLI – S. RUPERTO, *Istituzioni di diritto privato*, Dike giuridica, Roma, 2019, p. 1004 e ss.

²⁰⁹ R. CARLEO – S. MARTUCCELLI – S. RUPERTO, *Istituzioni di diritto privato*, cit., p. 960 e ss.

essere gli eventi produttori di responsabilità in capo all'oracolo. L'evento può essere un errore fornito volontariamente o vi possono essere dei profili di cattiva condotta, di frode o di collusione. Tuttavia gli errori potrebbero essere anche involontari, ad esempio a causa di un attacco hacker all'oracolo, ovvero le informazioni recuperate da una fonte terza sono errate per esempio a causa di misurazioni malcondotte, oppure vi è una disconnessione dell'oracolo che causa il blocco dello smart contract,²¹⁰ in questi ultimi casi anche se manca l'elemento del dolo, potrebbe essere rilevato quello della colpa. In aggiunta, potrebbe essere stesso l'oracolo a modificare le informazioni prima di inserirle su blockchain, soprattutto questa condotta sarebbe attivabile da un oracolo umano e dunque si configurerebbe come un illecito produttore di responsabilità extracontrattuale, qualora fossero presenti tutti gli altri elementi tra cui anche il danno ingiusto arrecato a coloro che hanno concluso lo smart contract.

Ad ogni buon conto, la determinazione e la valutazione avverrebbe sempre ex-post, perché difficilmente vi sarebbe possibilità di prevenzione. Inoltre se non prevista una funzione di blocco in fase redazionale, non vi sarebbe nemmeno la possibilità di bloccare l'esecuzione. Tuttavia, uno spiraglio di fiducia in questo meccanismo è da rinvenirsi nel futuro sviluppo dei sistemi oracolo, in quanto si prevede un ampliamento dei fornitori di servizi di oracoli i quali raggiungeranno un grado di fiducia pari a quello riposto ad oggi nelle istituzioni e aziende.

²¹⁰ R. BATTAGLINI – M.T. GIORDANO, *Blockchain e Smart Contract*, cit., p. 265 e ss.

Passando ad un'analisi in base alla tipologia di oracolo, vediamo che si possono delineare dei profili di responsabilità soprattutto per quegli oracoli svolti da persone fisiche o giuridiche che svolgono tale servizio a livello professionale o imprenditoriale. In tal caso, se vi sarà un contratto di servizio in quest'ultimo dovranno essere disciplinati i profili di responsabilità o in assenza si farà riferimento a ciò che è previsto in tema di contratto di prestazione d'opera o di appalto di servizio. In vero, l'art. 2236 c.c. disciplina la responsabilità del prestatore d'opera, tale prestazione è un'obbligazione di mezzo e non di risultato, in quanto il professionista si impegna a prestare la propria opera per raggiungere il risultato sperato ma non a conseguirlo. Dunque, l'inadempimento del professionista deve essere valutato alla luce del suo dovere di diligenza (più nello specifico si rimanda all'art 1176, comma 2, c.c. che richiede la diligenza professionale) e al dovere di informazione. Inoltre, il prestatore d'opera risponde dei danni solo in caso di dolo o di colpa grave. In riferimento agli oracoli in cui non vi è un rapporto contrattuale come per gli oracoli software (es. siti web), è consigliato alle parti che stanno concludendo lo smart contract e il contratto, di prevedere in quest'ultimo un'allocazione del rischio in caso di difformità, imprecisione o incompletezza dei dati.²¹¹ Infine, quando parliamo di oracoli collegati a sensori e oggetti IoT, le parti potranno rivalersi sul produttore o fornitore del bene nei limiti della responsabilità inserita nel contratto di acquisto degli stessi.

²¹¹ R. BATTAGLINI – M.T. GIORDANO, *Blockchain e Smart Contract*, cit., p. 267 e ss.

1.4.2 Eccessiva onerosità

Volendo analizzare da un punto di vista pratico quanto un oracolo sia permeante per il funzionamento di uno smart contract accessorio ad un contratto, si prende ad esempio una delle cause di risoluzione oggetto di analisi nel precedente capitolo: l'eccessiva onerosità. Questo istituto giuridico permette che si possa chiedere una risoluzione del contratto di durata o ad esecuzione differita nel caso in cui il rapporto di valore tra le prestazioni abbia subito un'alterazione nel periodo intercorrente la conclusione del contratto e l'esecuzione a causa di un evento straordinario ed imprevedibile.²¹² Inoltre, abbiamo visto come in un contratto di durata o ad esecuzione differita, in cui si palesa una causa sopravvenuta di eccessiva onerosità, sia possibile prevedere nello smart contract l'istruzione, tramite oracolo, di sospensione dell'esecuzione per disattivare lo script e imporre una rinegoziazione dei termini contrattuali o una successiva risoluzione.²¹³ Questo meccanismo sarà attivato da un oracolo in grado di valutare l'accadimento nei suoi termini di straordinarietà ed imprevedibilità e di attivare una sospensione dell'esecuzione automatizzata nello smart contract. È senza ombra di dubbio una valutazione troppo complessa per essere svolta da una macchina, dunque, si necessita di un oracolo umano in grado di valutare l'evento. Il suo apporto potrebbe ingenerare delle nuove problematiche e dei profili di responsabilità qualora intervenga

²¹² R. CARLEO – S. MARTUCCELLI – S. RUPERTO, *Istituzioni di diritto privato*, cit., p. 720 e ss.; v.: A. BOSELLI, *Eccessiva onerosità*, Noviss. Dig. It. VI, Torino, 1960; in merito alla relativa richiesta di risoluzione: A. BOSELLI, *La risoluzione per eccessiva onerosità*, Torino, 1952

²¹³ A. KARAMANLIOGLU, *Concept of smart contracts – a legal perspective*, in «Kocaeli universitesi sosyal bilimler dergisi », 35, 2018, p. 33 e ss.

diversamente da quanto richiesto, discostandosi dalla logica deterministica di uno smart contract.

È bene ricordare che il caso in questione è di uno smart contract strumentale ad una fase, in questo caso quella esecutiva, e che tutto il rapporto giuridico patrimoniale è regolato sempre da un contratto tradizionale. Dunque l'oracolo ha una funzione di analisi al fine di disattivare lo script, sospendere l'esecuzione, promuovere una rinegoziazione o nel caso aspettare che un giudice si pronunci sulla questione, per poter poi immettere la sua decisione in blockchain. Tale procedura diviene dipendente ed intermediata da colui che sarà posto dietro all'oracolo. Un domani potrebbe essere stesso il giudice, che a seguito di un'attenta valutazione, vada ad immettere la sua decisione in merito alla risoluzione nello smart contract in blockchain. Tuttavia non siamo ancora arrivati ad un livello di espansione e di utilizzo degli smart contract da poter inserire oracoli intersecanti le strutture giurisdizionali. Dunque tale istituto potrà essere realizzato in un prossimo futuro, ma per evitare di avere un approccio troppo futurista al momento è utile rimanere su una tesi che permetta lo sviluppo e l'utilizzo di tali strumenti allo stato attuale.

1.5 La stabilità

La stabilità è un termine riassuntivo che indica l'immodificabilità, l'irretrattabilità, e l'inarrestabilità di uno smart contract. È definito immodificabile perché non è possibile variare il contenuto, al massimo si possono prevedere degli oracoli che integrano attraverso agenti esterni una scelta posta già nel codice. L'irretrattabilità è una funzione che determina la sussistenza dello smart contract sulla catena di blocchi anche dopo aver concluso l'esecuzione ed essersi

esaurito, a meno che non sia prevista una funzione “*kill code*” che permette di eliminare lo smart contract, come se non fosse mai esistito. In merito all’inarrestabilità, ciò che si intende è l’impossibilità di sospendere o di bloccare la sua esecuzione. Anche in quest’ultimo caso abbiamo visto come con degli accorgimenti informatici si possono variare le condizioni insite di uno smart contract. Tuttavia, perdendo la qualifica della stabilità, si perde anche l’utilità insita di uno smart contract ma si permette il rispetto dell’istituto del mutuo dissenso. Attraverso quest’ultimo si permette alle parti di eliminare il negozio costituito ed evitare che lo smart contract si trasformi in un vincolo giuridico senza la volontà attuale delle parti. Il mutuo dissenso (o risoluzione convenzionale) è un istituto disciplinato agli art. 1321 e 1372 c.c. e consiste in un accordo concluso mediante le stesse modalità perseguite per la conclusione del contratto da risolvere.²¹⁴ Il fine è estinguere gli effetti del primo in maniera retroattiva, quindi uno smart contract rispetterebbe tale istituto giuridico attraverso la funzione “*kill code*” e un oracolo. Molti esponenti della dottrina propongono come soluzione l’utilizzo degli smart contract solo in una o più fasi ma non adducendo lo stesso come unica fonte negoziale.²¹⁵ Altri illustri esperti hanno un approccio molto più critico e sostengono che l’elemento della stabilità sia un mezzo per proteggere i contratti *contra legem* o invalidi, infatti lì dove non sia presente un oracolo che permetta l’intervento dell’autorità, la stessa sarà impossibilitata ad interferire con il funzionamento dello smart contract. Pertanto, si ribadisce che

²¹⁴ R. CARLEO – S. MARTUCCELLI – S. RUPERTO, *Istituzioni di diritto privato*, cit., p. 728 e ss.

²¹⁵ L. PAROLA– P. MELATI– G. GAVOTTI, *Blockchain e smart contract: questioni giuridiche apertem* in «I Contratti», 6, 2018, p. 685 e ss.; D. DI SABATO, *Gli smart contract: robot che gestiscono il rischio contrattuale*, in *Contratto e impresa*, 2,2017, 392 e ss.

sostenere una tesi piuttosto che un'altra è una scelta derivante anche dalle finalità che si vogliono perseguire ma che per evitare che l'entusiasmo generato da questa nuova tecnologia possa determinare un arretramento delle tutele dei contraenti è bene considerarlo come un'infrastruttura tecnologica di cui servirsi per esplicitare la libertà negoziale non per limitarla. Per tali ragioni è bene porsi ulteriori e differenti domande volte a determinare gli spazi, le misure e l'utilizzabilità di uno smart contract all'interno di un precostituito rapporto contrattuale.

1.6 La forma

Alcune critiche verso l'equiparazione degli smart contract come contratti sono dirette verso la forma degli stessi, essendo progettata su blockchain e redatta in linguaggio macchina. Quest'ultimo punto è stato già oggetto di analisi, dunque in questa sede si farà una riflessione solo sulla tecnologia blockchain. La forma del contratto è il mezzo sociale attraverso cui viene esplicitata la volontà delle parti e in taluni casi indicati all'art. 1350 c.c. o con leggi speciali è richiesta la forma scritta *ab substantiam*, dunque sotto pena di nullità. Pertanto, «la forma è sempre un elemento costitutivo del negozio al pari della volontà: se la volontà è il contenuto del negozio, l'atto è la forma per mezzo della quale la volontà del soggetto è proiettata nel mondo esterno, diventando idonea a produrre un effetto giuridico».²¹⁶ Per tali ragioni, la nozione generale di forma va distinta dalla nozione più restrittiva prevista per dei negozi formali (per cui la legge prescrive la scrittura privata o l'atto pubblico). Concentrandoci sui contratti a forma libera possiamo dire che la

²¹⁶ R. CARLEO – S. MARTUCCELLI – S. RUPERTO, *Istituzioni di diritto privato*, cit., p. 524 e ss.

forma dei blockchain-based smart contract si basa sul principio di libertà delle forme e che dunque la critica per cui non rispettano la forma non può essere sostenuta. Inoltre il legislatore all'art. 8-ter del decreto semplificazioni oltre a dare una definizione delle DLT e degli smart contract, si è pronunciato anche sulla forma scritta, indicando che « 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»²¹⁷. È indubbio che si è ancora in attesa delle su menzionate linee guida, tuttavia la pronuncia del legislatore è foriera di un'altra indicazione: che gli smart contract a determinate condizioni, che ancora non sono state indicate, rispettano il requisito della forma scritta.

In attesa di tali linee guida, è bene sottolineare che un protocollo informatico è equiparato ad un documento elettronico ai sensi del regolamento eIDAS²¹⁸ ed è classificato come documento informatico anche ai sensi del codice dell'amministrazione digitale²¹⁹ e la relativa efficacia probatoria è già definita dal regolamento eIDAS e CAD. Pertanto, uno smart contract rispetta anche il requisito della forma scritta per i negozi a forma necessaria.

²¹⁷ Art 8.ter.1 d.l. 14 dicembre 2018 n 135 convertito in Legge 11 Febbraio 2019, n.12, recante «Conversione in legge, con modificazioni, del decreto legge 14 dicembre 2018, n. 135, recante disposizioni urgenti in materia di sostegno e semplificazioni per le imprese e per la pubblica amministrazione». G.U. 12 Febbraio 2019, n. 36, art. 8-ter, rubricato «Tecnologie basate su registri distribuiti e smart contract».

²¹⁸Regolamento del parlamento e del consiglio europeo in materia di identificazione elettronica e servizi fiduciari per le transazioni elettroniche nel mercato interno (e-IDAS) n. 910/201.

²¹⁹ Codice dell'amministrazione digitale (CAD), d.lgs. 7 marzo 2005, n. 82.

In quanto la scrittura privata è rispettata anche da un documento informatico sottoscritto con firma digitale o elettronica qualificata e potendo essere apposta tale firma anche ad uno smart contract, ne consegue la possibilità dell'identificazione delle parti e il rispetto del requisito della forma scritta. Un domani potrebbe esserci anche un pubblico ufficiale in grado di autenticare il documento espresso su tale tecnologia. Inoltre, si ritengono rispettate le finalità proprie della richiesta della forma scritta ad substantiam quali porre l'attenzione sul vincolo giuridico e gli effetti derivanti, ma anche sulla stabilità e la certezza del rapporto e sulla trasparenza durante tutte le fasi del rapporto. Tutte finalità che vengono rispettate in toto da uno smart contract.

1.7 Privacy

L'utilizzo di uno smart contract e dunque anche della blockchain, solleva molteplici problemi circa il rispetto del diritto alla privacy esemplificato anche nel regolamento generale sulla protezione dei dati, cosiddetto GDPR²²⁰ e che rappresenta la vigente normativa europea in materia di privacy. In vero, i dati personali rischiano di venire sacrificati per il progresso di tale tecnologia, in quanto i dati della persona vengono immessi in una rete che non conosce confini e dove non vi sono protezioni. La blockchain è un registro distribuito dove anche la titolarità del dato è diffusa e questa condizione pone una difficoltà nell'accertamento della responsabilità in caso di danni o perdite.²²¹ Invero, i dati archiviati sulla blockchain non possono essere cancellati, dunque risultando compromessi il diritto

²²⁰ Reg. 27 aprile 2016, n. 2016/679.

²²¹ G. CORVI, *Smart contract, la sfida del GDPR*, in «Insurance review», 2019, p. 24 e ss. Disponibile al seguente indirizzo: <https://insurancereview.it/insurance/contenuti/scenario/1432/smart-contract-la-sfida-del-gdpr> (visitato in data 13 giugno 2022).

all'oblio²²² e il diritto alla revisione dei propri dati personali.²²³ Inoltre, il dato viene immesso su una DLT dove anche se vi sono molteplici miners, non è presente un Data protection officer come richiesto dal regolamento.²²⁴ Queste sono le problematiche sollevate più importanti, ma sono presenti ulteriori dubbi e volendo dare una panoramica generale della protezione dei dati personali nell'ambito di una DLT, vediamo che anche se i dati inseriti in quest'ultima sono pubblici e accessibili da chiunque, e sono conservati illimitatamente sono allo stesso tempo anche difficilmente riconducibili ad una persona. Attraverso lo pseudo-anonimato prende luogo una divisione dei dati dall'identità individuale e inoltre vi può essere la minimizzazione dei dati. Con la prima funzione vediamo che solo chi è in grado di ricondurre una chiave pubblica ad un individuo è in grado di superare lo pseudo-anonimato, dunque anche se il sistema è pubblico e accessibile coloro che vengono a conoscenza del contenuto del documento non sono in grado, se non con ulteriori informazioni, di ricondurre lo stesso ad un individuo. In questo modo è lo stesso detentore della chiave pubblica che gestisce chi sarà in grado di ricondurre a lui l'attività svolta. La minimizzazione dei dati avviene mediante la funzione di hash attraverso cui si condividono solo i dati necessari.²²⁵

Ciononostante, vi sono molteplici aspetti di queste tecnologie che rafforzano la protezione dei dati. Primo fra tutti la difficoltà di

²²² Art. 17, Reg. 27 aprile 2016, n. 2016/679.

²²³ Art. 16, Reg. 27 aprile 2016, n. 2016/679.

²²⁴ Art. 37, Reg. 27 aprile 2016, n. 2016/679.

²²⁵ N. BOLDRINI, *Blockchain e GDPR: le sfide (e le opportunità) per la protezione dei dati*, in Blockchain4innovation, 9 Luglio 2018, disponibile al seguente indirizzo: <https://blockchain4innovation.it/sicurezza/blockchain-gdpr/> (visitato in data 13 giugno 2022).

cybercrime verso strutture decentralizzate e distribuite,²²⁶ inoltre attraverso la crittografia si realizza un metodo ben più sicuro di archiviazione e gestione delle informazioni. Un interessante spunto con cui concludere l'analisi di questo punto è stato dato da Arne Rutkes, Blockchain Practice Lead Europe, IBM Client Innovation Center, che si è espresso affermando che: «la blockchain in realtà può giocare un ruolo fondamentale e proattivo del GDPR stesso, proprio a causa delle caratteristiche di immutabilità e replicazione. Progettato nel modo giusto, garantisce la necessaria trasparenza e controllo sui dati personali». Inoltre, anche in questa sede è utile ricordare che utilizzare lo smart contract solo come strumento per automatizzare una o più fasi, permette di inserire una minor quantità di informazioni nello stesso, non essendo necessario replicare tutto il contenuto del contratto concluso in senso tradizionale. In questo modo vi è una maggiore compatibilità con la disciplina prevista in tema di privacy.

2. Lo smart contract come strumento di una o più fasi della vicenda contrattuale

Dopo aver presentato le tesi di larga parte della dottrina volte alla critica dell'equiparazione di uno smart contract ad un contratto, abbiamo avuto modo di vedere come queste critiche divengono un punto di forza per la qualificazione di uno smart contract come

²²⁶ Più nello specifico, l'informazione immessa su blockchain è salvata su un gran numero di nodi e ciò eliminare il cosiddetto "singolo punto di errore", in quanto nessuno singolo nodo può modificare l'informazione in quanto la copia in possesso non sarebbe conforme alle altre copie detenute nei database degli altri nodi. Per riuscire a compiere la modifica, l'hacker dovrebbe modificare la maggioranza dei nodi, che in una blockchain pubblica è un numero estremamente elevato. Inoltre anche se vi è un attacco hacker su un nodo, il database continuerà a funzionare grazie alle altre copie. Questa è una differenza sostanziale nei confronti delle strutture centralizzate dove l'informazione può essere facilmente modificare da chiunque riesce ad avervi accesso.

strumento per una o più fasi negoziali. Pertanto, possiamo passare ad analizzare nel concreto come ci si possa servire di tale tecnologia nel contesto contrattuale tradizionale. Lo smart contract può essere utilizzato come strumento di esercizio dell'attività contrattuale e le parti possono decidere di farne uso, sia in via esclusiva sia con altre modalità, nella fase di negoziazione, di conclusione o di esecuzione.²²⁷ Di seguito verranno analizzate queste implementazioni più nel dettaglio.

2.1 Smart contract “strumentale” alla negoziazione di un contratto tradizionale

Uno smart contract può essere utilizzato nella fase negoziale come veicolo di scambio delle dichiarazioni negoziali, come ad oggi avviene anche tramite e-mail certificate o altro mezzo adatto alla comunicazione. Allo stato attuale tale fase può essere condotta di persona o a distanza, anche attraverso vari mezzi telematici. L'utilizzo di uno smart contract in questo stadio permette la dematerializzazione della proposta e/o dell'accettazione, che verranno singolarmente inviate tramite uno smart contract e una volta che lo scambio ha avuto luogo vi sarà la possibilità di costituire il contratto per vie tradizionali oppure di concludere un contratto self-executing. La finalità perseguita attraverso l'utilizzo di questo strumento in questa fase sarà quella di rendere immodificabile, inarrestabile, e irretrattabile una proposta o una accettazione espressa attraverso questo strumento informatico. Più nel dettaglio, le trattative verranno avviate con uno smart contract che consisterà in una proposta e l'oblatore dovrà rispondere con un altro smart contract, contenutisticamente coincidente con il primo. Essendo

²²⁷ R. BATTAGLINI – M.T. GIORDANO, *Blockchain e Smart Contract*, cit., p. 273 e ss.

delle dichiarazioni recettizie, la manifestazione di volontà ha efficacia quando perviene nella sfera di conoscibilità del destinatario.²²⁸ Pertanto, al pervenire dello smart contract all'offerente si avrà la formalizzazione del contratto, tuttavia se nello smart contract inviato dall'oblato sono previsti dei termini differenti, quest'ultimo si classificherà come una nuova proposta e dunque vi sarà la necessità di un altro smart contract inviato dal nuovo oblato perfettamente coincidente con la nuova proposta per concludere le trattative e formalizzare il contratto. L'accettazione deve pervenire con tempestività, dunque rispettando il termine stabilito ovvero secondo la natura degli affari o usi (art. 1326, comma 2, c.c.).

Il primo smart contract trasmesso deve contenere tutti gli elementi essenziali del contratto (ad es. in caso di compravendita vi deve essere indicato il prezzo), al fine di poter poi perfezionare il negozio. Inoltre deve essere indirizzata volontariamente al destinatario, ma questo elemento è sempre soddisfatto in un protocollo informatico in quanto vi è la necessità di conoscere la chiave pubblica altrui per poter inviare uno smart contract e quest'ultima è identificativa della persona. In riferimento alla forma, di cui si è a lungo discusso, tale strumento rispetta i requisiti prescritti ad probationem, maggiori dubbi sorgono in caso sia richiesta ad substantiam, ma non è questa la sede per discuterne e dunque si rimanda alla sezione dedicata. In merito alla revoca della proposta, questa può essere inviata prima che il proponente abbia conoscenza della relativa accettazione sia attraverso un altro smart contract con maggiore velocità sia con altro mezzo (principio della spedizione), l'accettazione può essere

²²⁸ R. CARLEO – S. MARTUCCELLI – S. RUPERTO, *Istituzioni di diritto privato*, cit., p. 575 e ss.

revocata se si riesce a darne conoscenza prima dell'accettazione stessa (principio della cognizione).²²⁹

In aggiunta, vi sarà la necessità di indicare che lo scambio è solo per condurre le trattative e che non seguirà, a meno che l'intenzione non sia diversa, la realizzazione di uno smart contract ma vi sarà la conclusione del vincolo con un contratto tradizionale concluso in altra sede. Il protocollo informatico serve, dunque, solo come mezzo di comunicazione e per prestare il consenso al testo finale. Tuttavia, tale meccanismo complica la normale procedura di comunicazione essendo in linguaggio macchina ed essendovi ad oggi altri strumenti telematici con cui condurre la negoziazione e che prevedono una schermata human friendly. In vero, l'ostacolo linguistico comporta la necessaria coadiuvazione di un programmatore e di conseguenza l'aumento dei costi per un contratto ancora da concludere. Volendo trarne delle prime conclusioni su questo punto, possiamo notare come lo smart contract sia un protocollo informatico che mal si presta ad utilizzi diversi rispetto a quelli per cui è stato progettato. Nick Szabo li ha ideati per azzerare il rischio di inadempimento e attuare l'accordo negoziale automaticamente. Utilizzarli in un'altra fase non solo non permette di trarne le relative utilità ma rende le negoziazioni molto più complesse e costose, determinando un'ovvia preferenza verso strumenti molto più efficienti ed economici.

2.2 Smart contract “strumentale” alla conclusione di un contratto tradizionale

Dopo aver visto come un protocollo informatico può inserirsi nella fase delle negoziazioni, passiamo a vedere quando a queste ultime

²²⁹ R. CARLEO – S. MARTUCCELLI – S. RUPERTO, *Istituzioni di diritto privato*, cit., p. 578 e ss.

consegue la conclusione del contratto. A seguito dello scambio della proposta e dell'accettazione, che può avvenire contestualmente o in differita, si determina l'incontro delle volontà. Qualora ciò avvenga tramite smart contract, verrà formato un contratto self executing che seguirà le logiche espresse nel precedente capitolo, a cui si rimanda. Tuttavia, sarà possibile concludere, oltre al contratto self-executing, anche un contratto in senso tradizionale a cui si rimanderà per la corretta interpretazione della volontà delle parti, per l'identificazione delle stesse e per tutti gli aspetti che non possono essere tradotti nella logica delle macchine. Utilizzandolo solo come mezzo per la conclusione di un contratto, vediamo che le finalità sono quelle di "cristallizzare" le volontà in un programma informatico. In vero, anche se vi può essere un'associazione dello smart contract come contratto, dovrà essere indicato nello stesso che quest'ultimo non è l'unica fonte negoziale. Inoltre, qualora vi sia una perfetta coincidenza di contenuto si configurerebbe una ripetizione del contratto che consiste nell'esternazione di una dichiarazione contrattuale identica nel suo contenuto ad un'altra dichiarazione precedentemente compiuta.²³⁰ Al pari dell'utilizzo di un programma informatico nella fase delle negoziazioni, anche qui vediamo che lo strumento non riesce ad esplicitare le sue grandi potenzialità, risultando fuori luogo il relativo utilizzo.

2.3 Smart contract "strumentale" all'esecuzione di un contratto tradizionale

In questa fase, lo smart contract impiegato sarebbe di ausilio ad un contratto già concluso per vie tradizionali in cui o all'interno del contratto stesso o con diverso accordo, siano presenti delle stringhe

²³⁰ R. BATTAGLINI – M.T. GIORDANO, *Blockchain e Smart Contract*, cit., p. 294 e ss.

di codici in grado di automatizzare solo la fase esecutiva. Pertanto, sarà il contratto redatto tradizionalmente la fonte negoziale e lo smart contract sarà solo un mezzo per adempiere le relative obbligazioni.

Tuttavia, sono presenti dei limiti perché tale meccanismo non può essere implementato in tutti i contratti. In vero, ciò non è realizzabile per i contratti a esecuzione istantanea con contestuale esaurimento delle prestazioni reciproche in quanto in questi ultimi la fase di esecuzione coincide con il momento di conclusione del contratto. Un esempio sono le compravendite dove il pagamento è immediato, ove non vi è proprio la necessità di uno smart contract, essendo l'esecuzione immediata.

Tuttavia, qualora la vicenda contrattuale sia più complessa tanto da necessitare di una forma di garanzia, ad esempio di un deposito in garanzia, quest'ultimo potrebbe essere espresso all'interno di uno smart contract. In vero, un deposito in garanzia è «un contratto con il quale una parte riceve dall'altra una cosa mobile con l'impegno di custodirla e restituirla in natura» (art. 1766 c.c.). Pertanto, il bene da custodire può essere di qualsiasi natura, e se si trattasse di una somma di denaro e dunque si un escrow agreement, quest'ultimo sarebbe facilmente eseguibile con uno smart contract. Maggiori criticità sorgerebbero per un bene mobile differente, perché il deposito è un contratto reale che si perfeziona con la consegna e in tal momento sorge un obbligo in capo al depositario di custodire le cose consegnate e di non utilizzarle.²³¹ Dunque sorgendo la necessità di un'attività di consegna fisica di un bene per la conclusione di un

²³¹ R. CARLEO – S. MARTUCCELLI – S. RUPERTO, *Istituzioni di diritto privato*, cit., p. 852 e ss.

contratto reale, vediamo che i benefici apportati da uno smart contract dipendono dalla tipologia di bene ma che ad ogni buon conto vi sarà la necessità di un oracolo.

Continuando lo studio di compatibilità con i contratti reali, ossia quelli in cui il contratto si perfeziona al momento della consegna della cosa oggetto del contratto come il mutuo, il pegno, etc. Vediamo che un contratto reale accompagnato da uno smart contract ha la possibilità di automatizzare l'esecuzione e la produzione degli effetti al momento della tradizione, regolando la consegna e nel caso anche il relativo pagamento, ovviamente l'attivazione del protocollo informatico dipenderebbe sempre dal bene. Analizzando un contratto di mutuo vediamo che il legislatore lo ha definito all'art. 1813 c.c. come «il contratto col quale una parte consegna all'altra una determinata quantità di danaro o di altre cose fungibili, e l'altra si obbliga a restituire altrettante cose della stessa specie e qualità». Pertanto, il fine di tale contratto è di porre una parte nella disponibilità del danaro o delle altre cose fungibili consegnate e poi di restituirle ad una determinata data.²³² Uno smart contract potrebbe risultare utile nella fase di restituzione, potendolo collegare al wallet del mutuatario. In vero, potrebbe permettere anche un collegamento negoziale qualora si sia in presenza di un mutuo di scopo.²³³ In tal senso, il protocollo riuscirebbe a imporre il reimpiego della somma mutuata al fine indicato, quale ad esempio l'acquisto di una casa. Qualora la somma concessa a mutuo non dovesse servire per tale fine, perché magari vi è la risoluzione della compravendita, venendo meno lo scopo del contratto di mutuo, lo smart contract attiverebbe

²³² R. CARLEO – S. MARTUCELLI – S. RUPERTO, *Istituzioni di diritto privato*, cit., p. 862 e ss.

²³³ Per una maggiore definizione sull'istituto v. A. ZIMATORE, *Il mutuo di scopo*, Cedam, Padova, 1985.

la funzione di ripristino e farebbe ritornare la somma di nuovo nelle disponibilità del mutuante. Inoltre, essendo il mutuo un contratto oneroso per natura, la corresponsione degli interessi, possono essere regolati dallo smart contract che sarebbe in grado anche di controllare che gli stessi non siano usurari attraverso un confronto con il tasso medio praticato dalle banche, trimestralmente rilevato e pubblicato in Gazzetta Ufficiale.²³⁴

Altre fattispecie che oltre alla consegna di beni materiali sono di difficile realizzazione informatica, sono quelle che prevedono la realizzazione di effetti traslativi differiti ovvero per eseguire prestazioni di fare. Queste prestazioni non sono informaticamente comandabili. Di contro, uno smart contract sarà perfettamente realizzabile per le prestazioni aventi ad oggetto il trasferimento di beni dematerializzati oppure il pagamento di somme di denaro.

Quando il contratto tradizionale è già efficace, uno smart contract può essere utilizzato per automatizzare l'adempimento. Dunque, verrà posto un determinato evento alla base dell'if e una volta verificatosi, la fase esecutiva verrà automatizzata. Volendo dare un esempio, questa fattispecie può prendere luogo quando il compratore deve pagare al momento della consegna. Infatti, quando l'acquirente riceve il bene la somma di denaro posta nello smart contract andrà nella disponibilità del venditore, in questo modo entrambe le parti sono certe dell'altrui adempimento. Qualora manchi la consegna, la parte acquirente istruirebbe il software a non effettuare il trasferimento della somma di denaro. Il meccanismo potrebbe essere governato anche da una terza parte quale il vettore. Tale

²³⁴ R. CARLEO – S. MARTUCCELLI – S. RUPERTO, *Istituzioni di diritto privato*, cit., p. 864 e ss.

implementazione tecnologica è utile soprattutto per i contratti conclusi a distanza ove compratore e venditore non si conoscono e accompagnano le relative e tipiche garanzie come la lettera di credito o una clausola INCOTERM ad un meccanismo in grado di proteggerli qualora la controparte sia mossa da mala fede.

Lo smart contract riesce a sviluppare perfettamente le proprie potenzialità in questa fase in quanto ideato proprio per automatizzare informaticamente l'esecuzione.

Ciononostante, parte della dottrina è avversa anche a tale utilizzo in ragione della rigidità e del linguaggio, due condizioni ampiamente dibattute nel presente elaborato e per cui si rimanda alle rispettive sezioni, per una analisi più dettagliata. In questo capitolo sono stati analizzati tali aspetti in relazione ad un contratto tradizionale scritto in linguaggio naturale accompagnato da uno smart contract per una determinata fase. Tale strumentalità si esemplifica attraverso la traduzione di una o più clausole del contratto in linguaggio macchina, al fine poi di inserirle nella rete blockchain. In questo modo, in caso di errori o fraintendimenti vi sarà il contratto tradizionale a cui far riferimento per comprendere la volontà delle parti. La responsabilità in caso di difettosa esecuzione dello smart contract sarà da allocare sul redattore del codice, che risponderà anche in caso di risarcimento.²³⁵

L'utilizzo di tale strumento informatico in questa sede non solleva le stesse problematiche sollevate in tema di identificazione di un contratto. Si pensi ai profili di privacy analizzati o alla limitazione

²³⁵ S. CAPACCIOLI, *Smart contract: traiettoria di un'utopia divenuta attuabile*, in «cyberspazio e diritto», n. 1-2, 2016, p. 42 e ss.

dei casi di malfunzionamento degli oracoli, ovvero anche in tema di identità delle parti dove sorgono molti meno problemi essendo presente un contratto che identifica correttamente le parti. Tuttavia, potrebbero qualificarsi degli errori nel caso in cui vi sia una erronea identificazione solo nello smart contract a cui ne consegue un'esecuzione a favore di un terzo.²³⁶ Ciò sarebbe frutto di un errore in fase redazionale per cui sarà responsabile il programmatore informatico.

Un ulteriore punto da analizzare è se lo smart contract debba considerarsi come una ripetizione in forma diversa del contratto. La ripetizione è un istituto che si concretizza quando le parti rinnovano le loro dichiarazioni contrattuali già espresse in un precedente contratto. È un istituto che si presta a molteplici scopi, tra cui quello di stipulare nuovamente un contratto ma in forma diversa (es. prima in forma di scrittura privata e poi in forma di atto pubblico). Tale fenomeno è configurabile anche nel caso della traduzione fedele del contratto in lingua naturale trasposto poi in uno smart contract. Tuttavia, al nascere di difformità tra il contenuto del contratto e quanto tradotto nello smart contract si determinano delle criticità in

²³⁶ Il contratto a favore di un terzo costituisce una donazione indiretta disciplinata dall' art. 1411 c.c., per cui salvo patto contrario, il terzo acquista il diritto contro il promittente per effetto della relativa stipulazione contrattuale. Quest'ultima può essere revocata o modificata dallo stipulante, finché il terzo non dichiara di volerne profittare. Particolari situazioni si verificherebbero se il terzo non si riesce ad identificare sulla rete blockchain per cui l'unica soluzione sarebbe la revoca della stipulazione del contratto. Per un'analisi più definitiva sull'argomento del contratto a favore di terzi v. F. MESSINEO, voce *Contratto nei rapporti col terzo*, in Enc. Dir., Milano, 1962, vol. X, p. 200-201, nonché in *Il contratto in genere*, cit., t. 2, p. 126 e ss.; U. MAJELLO, voce *Contratto a favore del terzo*, p. 247 e ss.; O. T. SCOZZAFAVA, voce *Contratto a favore di terzi*, in Enc. Giur. Treccani, Roma, 1988, vol. IX, p. 1-2; F. GAZZONI, *Manuale di diritto privato*, cit., p. 958 e ss.

merito al futuro di tale strumento informatico e che si intersecano con la fase patologica già analizzata nel precedente capitolo.

2.3.1 Smart contract “strumentale” alla traduzione di una o più clausole accessorie

L’automaticità è un elemento di grande efficienza soprattutto per quei contratti sottoposti agli elementi accidentali, quali la condizione o il termine, in quanto è basato su un meccanismo che rispetta le logiche del “if-then” dunque al verificarsi del presupposto “if” si determina l’esecuzione della prestazione “then”.

La condizione è prevista all’art. 1353 c.c. il quale stabilisce che le parti possono decidere di subordinare gli effetti o la risoluzione del contratto al verificarsi di un avvenimento futuro ed incerto. La condizione è dunque una clausola contenente la pattuizione circa un avvenimento futuro e incerto al cui verificarsi le parti subordinano la produzione degli effetti ovvero l’eliminazione ex-tunc degli effetti nel frattempo prodotti.²³⁷ Nel primo caso parliamo di condizione sospensiva e quest’ultima è facilmente concretizzabile in linguaggio macchina con uno smart contract. Qui le parti non hanno un diritto all’esecuzione ma solo una mera aspettativa che è giuridicamente tutelata. In riferimento alla condizione al cui verificarsi si eliminano ex-tunc gli effetti fino a quel momento prodotti, si parla di condizione risolutiva. Il meccanismo dello smart contract si azionerà al verificarsi dell’evento oggetto della condizione, e attiverà la funzione “*kill code*” al fine di caducare retroattivamente tutti gli effetti fino a quel momento prodotti. In aggiunta, la condizione può

²³⁷ R. CARLEO – S. MARTUCCELLI – S. RUPERTO, *Istituzioni di diritto privato*, cit., p. 531 e ss.

essere volontaria o legale a seconda che la fonte risieda nella volontà delle parti o nella legge.

Inoltre, la condizione si distingue in potestativa, casuale, e mista a seconda che il verificarsi del fatto sia dipeso dalla volontà delle parti o meno. Ad ogni buon conto, la sussistenza dell'evento viene ad essere verificata attraverso un oracolo e quindi l'apposizione di una condizione sembrerebbe aprire gli stessi spiragli di dubbio e di criticità che sono stati sollevati in merito all'utilizzo degli oracoli, a cui si rimanda. Concretizzando quanto esposto con un esempio, vediamo che in un contratto per la dazione di una somma a titolo risarcitorio, solo al verificarsi di uno specifico evento come l'annullamento di un volo aereo, si attiverebbe il meccanismo per il risarcimento. La logica operativa "if-then" si presta perfettamente al meccanismo della condizione. Tuttavia, in questa sede stiamo trattando un contratto concluso in senso tradizionale in cui soltanto una o più fasi siano regolate da uno smart contract, e più nello specifico solo la condizione prevista nel contratto. Qualora sorgessero dei problemi in merito la fonte principale del vincolo negoziale si terrà conto del contratto tradizionale.

In riferimento al termine, esso consiste in un avvenimento futuro e certo a partire dal quale ovvero fino al quale vengono prodotti i suoi effetti. A differenza della condizione, qui l'evento posto alla base del termine è certo, dunque, le parti non hanno un'aspettativa ma un vero e proprio diritto, condizionato al verificarsi di un termine iniziale o finale.²³⁸ Il termine può essere trasfuso in linguaggio macchina attraverso la funzione cosiddetta "*trigger point*", in cui l'evento

²³⁸ R. CARLEO – S. MARTUCCELLI – S. RUPERTO, *Istituzioni di diritto privato*, cit., p. 544 e ss.

viene verificato automaticamente dal software, che ne farà scaturire la conseguenza giuridica. Si parla in questi casi anche di “contratti condizionati” perché la produzione degli effetti giuridici consegue alla conferma degli eventi richiesti.²³⁹

Dunque, se ne può dedurre come uno smart contract strumentale rispetto ad un contratto tradizionale riesca a far “automaticamente” produrre gli effetti del contratto ovvero la sua risoluzione al rispetto della prevista clausola accessoria, che sia la condizione o il termine.

Tuttavia, e come largamente espresso, lo smart contract è uno strumento dalle molteplici funzionalità e che si presta ad un utilizzo molto più esteso di una clausola accessoria.

L’automaticità che ne deriva permette di rendersi esime dall’attività umana e di essere indipendente dalle logiche umane,²⁴⁰ rendendo certa l’esecuzione e vana la necessità di garanzie, spesso decretate inefficaci.²⁴¹ Il tema delle garanzie verrà analizzato nel prosieguo, al momento e per una completa analisi sul punto è utile considerare che seppur vi siano indubbie utilità ed efficacie attraverso l’automaticità, ne conseguono anche dei limiti quali la rigidità. Tale rigidità limita l’utilizzo dello smart contract a transazioni semplici in quanto, senza

²³⁹ R. BATTAGLINI – M.T. GIORDANO, *Blockchain e Smart Contract*, cit., p. 255 e ss.

²⁴⁰ P. CUCCURU, *Beyond bitcoin: an early overview on smart contracts*, in «International Journal of Law and information technology», n. 186, 2017.

²⁴¹ A. SAVELYEV, *Contract Law 2.0: smart contract as the beginning of the end of classic contract law*, in «national research university higher school of economics», n. 71, 2016, p. 126; Cfr. F.PANISI, *Gli smart contract, contratti o software*, in «Tech Mood», 2018, disponibile al seguente indirizzo: <https://medium.com/tech-mood/gli-smart-contract-contratti-o-software-71caab28c36c> (visitato in data 13 giugno 2022) ; A. KARAMANLIOGLU, *Concept of smart contracts – a legal perspective*, in «Kocaeli universitesi sosyal bilimler dergisi », 35, 2018, p. 35 e ss.; WERBACH, Cornell, *Contracts Ex Machina*, cit., p. 334.

l'ausilio degli oracoli umani, questi sistemi intelligenti non sono in grado di valutare autonomamente le circostanze di fatto e i comportamenti umani.²⁴² Ulteriori criticità derivanti dall'eliminazione del rischio di inadempimento per il creditore è l'eliminazione delle forme di autotutela che il debitore dovrebbe avere a disposizione, delle possibilità di modifica dell'originario accordo,²⁴³ ma anche del diritto ad ottenere una rimodulazione secondo equità della prestazione dovuta attraverso le vie giudiziarie. Gravemente lese sarebbero anche le chance di ricorrere al cosiddetto inadempimento efficiente, ossia quella situazione in cui è più utile e vantaggioso non adempiere all'obbligazione e risarcire il danno che adempiere.²⁴⁴

2.3.2 Smart contract “strumentale” alle forme di autotutela

All'art. 1461 c.c. è prevista una forma di autotutela al presentarsi di un mutamento delle condizioni patrimoniali dei contraenti. Pertanto, il codice dà la possibilità di sospendere l'esecuzione della prestazione quando le condizioni patrimoniali della controparte pongono in pericolo il conseguimento della controprestazione, a meno che non sia prevista una forma di garanzia. Come già indicato nella sezione §2.4.8 del precedente capitolo, la valutazione delle condizioni patrimoniali della controparte può essere affidata ad uno smart contract che in presenza di una modificazione peggiorativa della situazione economico-patrimoniale, vada a creare un alert e a bloccare immediatamente la prestazione della parte adempiente. In tal modo non sarà pregiudicato il contraente adempiente che

²⁴² R. BATTAGLINI – M.T. GIORDANO, *Blockchain e Smart Contract*, cit., p. 286 e ss.

²⁴³ P. CUCCURU, *Blockchain ed automazione*, cit., 116.

²⁴⁴ G.ALPA, *Note sul danno contrattuale*, in «Persona e danno», 01.08.2010

sospenderà la sua prestazione in mancanza di adeguate garanzie. Allo smart contract possono essere correlati degli indici di affidabilità o di rating (es. rating creditizio), ovvero un deposito in conto corrente o una garanzia bancaria al venir meno della quale scatterebbe l'alert. In vero, tale rimedio è utilizzabile non solo per una condizione peggiorativa maturatasi a seguito della conclusione del contratto, ma anche nel caso quest'ultima fosse preesistente ma se ne acquisisse conoscenza in seguito.²⁴⁵ Inoltre, il mutamento in pejus delle condizioni patrimoniali concerne una verifica sia in termini generali che in riferimento ad un bene specifico e funzionale verso il soddisfacimento degli interessi posti alla base del negozio. A parere di chi scrive, questo utilizzo strumentale dello smart contract oltre ad apportare utilità ed efficienza, permette di rafforzare il sinallagma contrattuale.

3. Brevi conclusioni sul punto

Una prima conclusione a seguito dell'esposizione della tesi a supporto dell'identificazione di uno smart contract come strumentale ad un contratto tradizionale è che attraverso la stessa si riesce ad inserire lo smart contract nelle logiche contrattuali, senza scardinare il sistema delle categorie concettuali e senza modificare la natura del protocollo stesso. Inoltre, un software self executing di supporto alle negoziazioni, conclusioni e/o esecuzioni permette di rispettare il principio del "code is law", permettendo un utilizzo molteplice ed eterogeneo e senza dare spazio alle aspre critiche che sono state indirizzate alla tesi dell'identificazione dello smart contract come

²⁴⁵ Cass., 30.1.2013, n. 2217.

contratto. Tuttavia, abbiamo visto come il protocollo informatico non riesce ad apportare un maggior grado di efficienza nella fase delle negoziazioni o delle conclusioni, in quanto non supera l'economicità e l'efficienza di altri strumenti. Ciononostante, tale software riesce a trovare la sua dimensione perfetta nella fase esecutiva, permettendo l'automazione della stessa senza dare spazio alle numerose critiche quali in tema di rigidità, di linguaggio macchina, di identificazioni delle parti, di violazione della privacy etc. Tale utilizzo dello smart contract permette un'esecuzione innovativa ed automatizzata del contratto concluso in senso tradizionale, rimandando a quest'ultimo come fonte negoziale essendo la stessa interpretabile in caso di incertezze, incomprensioni o altre criticità che possono sorgere. È sicuramente un utilizzo ibrido ma che raggiunge un più alto livello di efficienza e di condivisione, e permette un maggior utilizzo e sviluppo in attesa dei prossimi progressi tecnologici in ambito smart contract.

4. Futuro e innovazione di tale tecnologia

Il presente elaborato è stato svolto al fine di ricercare una qualificazione giuridica degli smart contract alla luce del contesto storico e normativo attuale. L'analisi ha preso luogo da uno studio di queste nuove tecnologie e delle relative applicazioni pratiche, per poter comprendere come uno smart contract sia uno strumento dalle molteplici funzionalità e dai numerosi utilizzi. Dunque, è stato necessario lo sviluppo di due tesi per raggiungere un'identificazione giuridica, entrambe perseguibili, la cui scelta deve essere posta in base alle finalità che i contraenti si sono prefissati. Attraverso la prima tesi, si è visto come uno smart contract si situa negli schemi

tradizionali contrattualistici e di come siano possibili degli accorgimenti informatici per poter raggiungere un equilibrio tra ciò che le parti sono abituate tradizionalmente a compiere e le peculiarità dello strumento stesso, portando alla conclusione di un contratto con modalità smart. Mediante la seconda tesi, si è analizzato come uno smart contract possa essere utilizzato in una o più fasi del negozio giuridico con il fine di apportare una forma di innovazione al rapporto giuridico che si vuol concludere. Entrambe le tesi rispettano una crasi tra il contenuto legale e quello tecnologico, e seppur attraverso delle differenze, entrambe riescono a supplire ad una mancanza di fiducia nella controparte, frutto di una deumanizzazione dei nostri tempi. Lo smart contract è, infatti, uno strumento che colma il gap di fiducia che talvolta si riscontra nelle relazioni umane, apportando efficienza e innovazione. Inoltre velocizza i rapporti contrattuali adattandoli ad un presente sempre più veloce e in cui il connubio tra uomo e macchina è ormai indissolubile.

L'ipotesi può ad oggi sembrare remota, ma un domani potremmo avere uno smart contract dotato di intelligenza artificiale ed in grado di autodeterminarsi e adattarsi a dei sopraggiunti mutamenti della realtà. Quest'ultima ipotesi permetterebbe di apportare ben altre implementazioni, aprendo diversi scenari e dando spazio a diversi quesiti quali l'identificazione delle parti attive nel negozio giuridico.

Concludendo, vi è ancora molta strada per poter delineare con precisione quale sarà l'utilizzo di uno smart contract nel futuro, al momento possiamo solo basarci su quanto è stato sviluppato informaticamente, porci le giuste domande e cercare di anticipare i

prossimi sviluppi per poter delineare un possibile panorama normativo, ricordando che il futuro è già presente.

Riflessioni conclusive

L'interessante connubio tra diritto e tecnologia crea molteplici e inesplorati scenari come quello dello smart contract, richiamando il giurista ad effettuare un confronto con le complesse questioni giuridiche che gli stessi hanno sollevato.

La ricerca fin qui condotta ha voluto delineare le funzionalità innovative apportate da uno smart contract ad un rapporto contrattuale e, dunque, individuare la relativa qualificazione giuridica in un'ottica di equilibrio tra la rigidità del codice informatico e l'esigenza del rispetto degli schemi giuridici tradizionali.

L'indagine è partita da un'analisi della tecnologia degli smart contract che basata su blockchain, è in grado di acquisirne le relative qualificazioni tecniche quali: l'immodificabilità e l'irretrattabilità, lo pseudo-anonimato e il linguaggio macchina. Su tali basi, è stata effettuata una lettura conciliativa dei contratti intelligenti con il Diritto Privato, al fine di definirne un perimetro di utilizzo.

Attraverso lo sviluppo delle soluzioni tecnico-giuridiche, si sono delineate due tesi. La prima è inerente all'identificazione di uno smart contract come unica fonte del vincolo contrattuale, effettuata attraverso un approccio "tecnico" delle soluzioni algoritmiche non

soltanto per il rispetto della disciplina contrattuale ma anche per l'applicazione dei relativi rimedi nella fase patologica del contratto self-executing. Tale prova di resistenza tra le regole del codice informatico e le norme vincolanti e sovraordinate dell'ordinamento giuridico viene superata, ma non senza un compromesso a discapito della natura autoesecutiva di uno smart contract.

La seconda tesi, invece, muovendosi nell'ottica di rispettare tutte le funzionalità di un contratto intelligente, si è prefissata l'identificazione degli stessi come meri strumenti contrattuali, utili in una o più fasi della vicenda negoziale quali le negoziazioni, le conclusioni ma soprattutto l'esecuzione di un contratto già concluso per vie tradizionali. In quest'ultimo caso, infatti, lo smart contract è di ausilio ad un contratto, al cui interno o con un diverso accordo, sono previste delle stringhe di codice in grado di automatizzare soltanto la fase esecutiva. Con tale ibrida soluzione, si è permesso ad uno smart contract di sviluppare le proprie potenzialità, consentendo alle parti di raggiungere i propri scopi attraverso l'automatica esecuzione, avuto riguardo che, in caso di criticità, sarà sempre il contratto tradizionale ad essere valutato come unica fonte negoziale.

Le due tesi sviluppate, individuano un modello di innovazione per il rapporto contrattuale, consentendo allo smart contract di colmare dei gap presenti nei contratti tradizionali attraverso la combinazione del diritto e della tecnologia quali, ad esempio, la mancanza di fiducia nella controparte. Tale collaudato binomio sta aprendo sempre più nuovi scenari anche attraverso lo sviluppo esponenziale di nuove tecnologie, quali i Non-Fungible Token (c.d. NFT) e IoT, richiamando il giurista come interprete del futuro e promotore dell'innovazione.

Bibliografia

- A. BOSELLI, *Eccessiva onerosità*, Noviss. Dig. It. VI, Torino, 1960
- A. BOSELLI, *La risoluzione per eccessiva onerosità*, Torino, 1952
- A. CHEUNG, *Can you write your will onto blockchain?*
- A. CONTALDO – F. CAMPARA, *Blockchain, criptovalute, smart contract, industria 4.0*, Pisa, 2019
- A. DALMARTELLO, *Risoluzione del contratto*, in Noviss. Dig. it., Vol. XVI, Torino, 1969
- A. FIGONE, *La violenza*, Milano, 2005
- A. GENTILI, *Informazione contrattuale e regole dello scambio*, in Riv. Crit. Dit. Priv.
- A. GIORDANO – MONDELLO, *Il testamento per relazione*, 1996, p. 52
- A. KARAMANLIOGLU, *Concept of smart contracts – a legal perspective*, in «Kocaeli universitesi sosyal bilimler dergisi », 35, 2018
- A. NUZZO, *Blockchain e autonomia privata, fondamenti giuridici*, Luiss University Press, Roma, 2021
- A. RAVAZZONI, *La formazione del contratto*, Milano, 1966
- A. SAVELYEV, *Contract Law 2.0: Smart Contracts as the beginning of the end of classic contracts law, information & communications technology law*, 116-134, 2017
- A. STAZI, *Automazione Contrattuale e contratti intelligenti: gli smart contracts nel diritto comparato*, 2019
- A. TORRENTE – P. SCHLESINGER, *Manuale di diritto privato*, Milano, 2021
- A. ZIMATORE, *Il mutuo di scopo*, Cedam, Padova, 1985

- A.J. BOSCO, “*Blockchain and the uniform Electronic Transactions Act*”, in «The Business Lawyer» vol. 74, 2018/2019
- B. CARPINO, *La rescissione del contratto*, Milano, 2000
- C. BOMPRESZI, *Commento in materia di Blockchain e Smart Contract alla luce del nuovo Decreto Semplificazioni*, in «DIMT», 2019
- C. M. BIANCA – M. BIANCA, *Istituzioni di diritto privato*, Milano, 2018
- C.D. MALAGNINO, *Il terzo arbitratore nell'integrazione del negozio giuridico*, Milano, 2010
- D. DI SABATO, *Gli smart contract: robot che gestiscono il rischio contrattuale*, in *Contratto e impresa*, 2, 2017
- E. SERRAO, *Il contratto preliminare*, Padova, 2006
- F. GALGANO, *Il contratto*, Milano, 2020
- F. GAZZONI, *Manuale di diritto privato*, Napoli, 20° edizione, 2019
- F. MASTROPAOLO, *I contratti reali*, Torino, 1999
- F. MESSINEO, *Il contratto in genere*, 1968
- F. MESSINEO, voce *Contratto nei rapporti col terzo*, in *Enc. Dir.*, Milano, 1962, vol. X
- G. ADILARDI, *Il contratto preliminare*, Padova, 2008
- G. AULETTA, *Importanza dell'inadempimento e diffida ad adempiere*, 1960
- G. BELLANTUONO, *I contratti incompleti nel diritto e nell'economia*, Cedam, Padova, 2000
- G. BENEDETTI, *Dal contratto al negozio unilaterale*, Roma, 2007
- G. CASTELLANI, *Smart contracts e profili di diritto civile*, in «Comparazione e diritto civile», 2019 p. 3

G. GUARINO, *La diffida ad adempiere e la gravità dell'inadempimento*, entrambi in *Studi giur. in memoria di Vassalli*, Torino, 1960

G. MIRABELLI, *La rescissione del contratto*, Napoli, 1962

G. PAPADODIMAS – G. PALAIOKRASAS – A. LITKE – T. VAVARIGOU, *Implementation of smart contracts for blockchain base IoT applications*, in *International Conference on the Network of the Future*, 2018

G. ZUDDAS, *L'arbitraggio*, Napoli, 1992

G. ALPA, *Note sul danno contrattuale*, in «*Persona e danno*», 2010

G.O.B. JACCARD, *Smart Contracts and the Role of Law*, in «*Jusletter it*», n. 23, 2017

H. DIEDRICH, *Ethereum: Blockchain, Digital Assets, Smart Contracts, Decentralized Autonomous Organizations*, Wildfire, Bristol, 2016

H. SURDEN, *Computable Contracts*, in «*U.C. Davis Law Review*», vol. 46, 2012

I. TERRUGGIA, *La rescissione del contratto nella giurisprudenza*, Milano, 1994

J. A. COX, *Blockchain for business lawyers*, ABA Section of Science & Technology Law, Chicago, 2018

J. M. SKLAROFF, *Smart Contract, and the cost of Inflexibility*, in «*U. Pa. L. Rev.*» n. 166, 2017

J. T. LASTER – M.T. ROSNER, *Distributed stock ledgers and Delaware law*, in «*Business Lawyer*», n. 73, 2018

K. WERBACH, N. CORNELL, *Contracts ex machina*, in «*Duke Law Journal*», n. 67, 2017

L. LORDI, *Della vendita*, in *Comm. Cod. civ.*, 1947, vol. II, parte I,

L. PAROLA– P. MELATI– G. GAVOTTI, *Blockchain e smart contract: questioni giuridiche apertem* in «*I Contratti*», 6, 2018

L.A. DI MATTEO – M. CANNARSA – C. PONCIBO, *The Cambridge Handbook of smart contracts, blockchain technology and digital platforms*, Cambridge university press, Cambridge, 2019

M. ARTZT – T. RICHTER, *Handbook of Blockchain Law. A guide to understanding and resolving the legal challenges of Blockchain Technology*, 2020

M. BESSONE, A. D'ANGELO, voce *Buona fede*, in *Enciclopedia giuridica*, III, 1

M. BIANCA, *Diritto Civile*, 3, *Il contratto*, Milano, 2000

M. DE POLI, *Asimmetrie informative e rapporti contrattuali*, Padova, 2002

M. FINCK – V. MOSCO, *Copyright law on blockchain: between new forms of rights administrations and digital rights management 2.0*, in «Intellectual property and competition law », 2019

M. GIULIANO, *La Blockchain e gli smart contracts nell'innovazione del terzo millennio*, in «Diritto dell'Informazione e dell'Informatica» II, 2018

M. KOLVART - M. POOLA - A. RULL, *Smart contracts*, in AA.VV., *The future of Law and eTechnologies*

M. N. TEMTE, *Blockchain Challenges Traditional Contract Law: Just How Smart are Smart Contracts*, in «Wyoming Law Review» Vol 19: n. 1, Article 7, 2017

M. NICOTRA, *L'Italia prova a normare gli smart contract*, 2019

M. RASKIN, *The law and legality of smart contracts*, in «GEO. L. TECH. REV» n.1, 2017

M.C. DIENER, *Il contratto in generale*, Milano, 2011

N. FOTIOU – G.C. POLYZOS, *Smart contracts for the Internet of Things: opportunities and challenges*, in *European Conference on Networks and Communications*, 2019

- N. SZABO, *Formalizing and securing relationships on public networks*, 1997
- O. RIKKEN– S. VAN HEUKELOM – VERHAGE et al., *Blockchain and distributed ledger technology : definitions’* in «UNOPS», n. 21, 2018
- O. T. SCOZZAFAVA, voce *Contratto a favore di terzi*, in Enc. Giur. Treccani, Roma, 1988, vol. IX
- P. CUCCURU, *Beyond Bitcoin: an early overview on Smart Contract*, 25 in «INT’L J. L. & INFO. TECH.» n. 25, 2017,
- P. CUCCURU, *Blockchain ed automazione contrattuale. Riflessioni sugli smart contract*, in «La nuova giurisprudenza civile commentata» v. 33, n. 1, 2017
- P. DEFILIPPI– A. WRIGHT, *Decentralized Blockchain Technology, and the rise of lex cryptographia*, in Social Science Research Network, n. 34, 2015
- P. DI PACE, *Il negozio per relationem*, 1940
- R. BATTAGLINI–M.T. GIORDANO–G. VACIAGO, *Blockchain e smart contract: funzionamento, profili giuridici e internazionali, applicazioni pratiche*, Giuffrè, 2019
- R. BECK – C. BECKER – J. LINDMAN – M. ROSSI, *Opportunities and Risks of blockchain technologies*, in Dagstuhl Reports, 2017
- R. CARLEO – S. MARTUCCELLI – S. RUPERTO, *Istituzioni di diritto privato*, 2019
- R. CAVALLO – BORGIA, *Della violenza*, Milano, 1998
- R. SACCO, C. PAOLA, *Il fatto, l’atto, il negozio giuridico*, Torino, 2005
- R. VECCHIONE, *L’arbitrato nel sistema del processo civile*, Napoli, 1953

- S. A. MCKINNEY, *Smart Contracts, Blockchain, and the next frontier of transactional law*, in «WASH. J. L. TECH. & ARTS» n. 13, 2018
- S. CAPACCIOLI, *Smart contract: traiettoria di un'utopia divenuta attuabile*, in «cyberspazio e diritto», n. 1-2, 2016
- T. VINTERS, *Smart Contracts: A Boom or Bane*, 2018
- V. GATTESCHI – F. LAMBERTI – D. DEMARTINI, *Technology of Smart Contracts*, 2019