UNIONE EUROPEA
Fondo Sociale Europeo

Ministero dell'Università e della Ricerca

PON RICERCA E INNOVAZIONE

REACT EU

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI UDINE
hic sunt futura

Corso di dottorato di ricerca in:

"Diritto per l'innovazione nello spazio giuridico europeo"

in convenzione con l'Università di Trieste

37° Ciclo

"*Law and Innovation fra DLT e Smart Contract*"

Dottorando

Dott.ssa Angela Vignotto

Supervisore

Prof. Angelo Venchiarutti

2025

SINTESI

La presente ricerca si concentra sul fenomeno degli *smart contract* e sulla loro incidenza nei modelli tradizionali di contrattualistica, con particolare attenzione al diritto civile e al settore assicurativo.

La prima parte dell'elaborato è dedicata all'analisi tecnico – giuridica – degli *smart contract,* intesi come programmi informatici eseguiti su tecnologie *blockchain*, e al loro confronto con la disciplina codicistica del contratto. In questo contesto, si indaga se e in che misura tali strumenti possano essere ricondotti al paradigma contrattuale tradizionale, con particolare riferimento ai requisiti di forma, consenso, causa e oggetto, nonché alle problematiche relative all'autonomia contrattuale, all'interpretazione e all'eventuale invalidità del contratto o alla presenza di sopravvenienze in grado di incidere in grande misura sull'equilibrio negoziale desiderato dalle parti.

La seconda parte della tesi affronta l'applicazione degli *smart contract* nell'ambito dell'industria assicurativa, con uno sguardo rivolto al sistema *InsurTech.* Viene analizzato il potenziale utilizzo della *blockchain* per la gestione automatizzata dei contratti assicurativi, evidenziando vantaggi e criticità di uno strumento che promette maggiore efficienza, trasparenza e riduzione dei costi, ma che al contempo solleva anche rilevanti questioni giuridiche, tecnologiche e regolatorie.

L'elaborato si conclude seguitando un approccio casistico, analizzando i singoli prodotti assicurativi ad oggi sperimentati.

INDICE-SOMMARIO

pag.

Introduzione 10

Capitolo I

Inquadramento dell'oggetto della ricerca

Sezione I

Aspetti definitori: in particolare, blockchain e smart contract

1.Modelli negoziali e nuove tecnologie……... 14

2.1. *Smart Contract*: le prime elaborazioni……..17

2.2. Definizione e caratteristiche……..18

2.3. Aspetti lessicali……..19

2.4. Tratti comuni e articolazioni……..21

2.5. Possibili utilizzi: vantaggi e svantaggi dello *smart contract*……..22

3. *Blockchain e Distribuited Ledger Tecnology*: definizione……24

3.1. Il meccanismo del consenso ……...27

3.2. Distinzione tra *blockchain*……..29

3.3. Considerazioni di sintesi ……31

4. *Ethereum* ed il rapporto tra *Blockchain* e *smart contract*……..34

5. Intelligenza Artificiale. ……36

5.2. *Token*……..39

5.3. Gli Oracoli……...40

Sezione II

Gli interventi legislativi e regolamentari a livello internazionale e europeo.

1. L'intervento del legislatore internazionale……44

2. L'approccio europeo……..47

2.1. Le iniziative dell'Unione europea……...48

3.1. L'intervento legislativo italiano……..56

3.2. Aspetti critici……...57

Sezione III

Indagine sulla natura (giuridica) dello Smart Contract

1. Lo *smart contract*: interazioni fra *software* e diritto: il dibattito dottrinale…….64

1.2. *Smart contract*: distinzioni……....67

2. Lo *Smart contract* come mezzo di conclusione di un contratto tradizionale……...69

3. Lo *smart contract* puramente esecutivo del contratto tradizionale……..70

4. Lo *smart contract* come algoritmo di sostituzione del contratto tradizionale…….72

4. I requisiti del contratto……..73

5. Critica alla tesi secondo cui lo *smart contract* rappresenterebbe un'alternativa al diritto dei contratti, secondo lo schema *Code is Law*……78

7. Specificazione in merito all'oggetto di ricerca del presente elaborato……81

CAPITOLO II

L'adempimento quale condizione alla luce del paradigma if this then that

1.Declinazione dell'istituto condizionale negli *smart contracts*……..84

2.1. Lo *smart contract* eventualmente condizionato: riflessioni sulla condizione potestativa……87

2.2. La condizione meramente potestativa……...89

2.3. *(Segue)* …l'adempimento quale condizione: problemi di compatibilità con la contrattazione algoritmica.91

3. Il *modus operandi* delle disposizioni contenute nel Codice civile in materia di condizione……...94

4. La condizione come strumento per la gestione delle sopravvenienze. Cenni……..97

5. Il termine e l'onere……...99

CAPITOLO III

Interpretazione e integrazione del contratto alla luce delle nuove tecnologie: esigenza di adeguamento

1. Cenni circa l'interpretazione e l'integrazione del contratto: loro fondamento e inquadramento…….102

2.1 L'integrazione del contratto e l'impianto del Codice civile……...103

2.2. Convivenza fra la rigidità dello *smart contract* e integrazione. Integrazione sostitutiva e suppletiva: relative questioni applicative……106

3.1. L'interpretazione del contratto……..110

3.2. La difficile applicazione delle regole di interpretazione agli *smart contract*……112

CAPITOLO IV

Le fasi patologiche del contratto intelligente

1. Nullità dello *smart contract*: analisi delle problematiche ed eventuali soluzioni, anche *de jure condendo*…120

1.2. La nullità virtuale e strutturale……...125

1.3. L'illiceità della causa e dell'oggetto e la nullità testuale……...128

1.4. La conversione del contratto, la nullità parziale e i programmi per elaboratore……....130

2.1. Annullamento dello *smart contract*: in particolare, lo stata di incapacità e l'errore……..132

2.2. La rettifica e gli errori di calcolo. L'errore di programmazione…….137

2.3. Dolo, violenza e tecnologie algoritmiche……...140

2.4. La convalida……....141

3. La rescissione del programma per elaboratore……...142

CAPITOLO V

Gestione delle sopravvenienze contrattuali e delle fasi patologiche del contratto intelligente

1.Il tema delle sopravvenienze: breve inquadramento……....146

1.2. Ipotesi di rimedi a carattere manutentivo…….147

1.3. Gli eventi sopravvenuti negli *smart contract*……148

1.4. Regolamento UE 2854/2023, c.d. *Data Act*……150

1.5. Alcuni aspetti pratici…….151

1.6. Brevi riflessioni, *de jure condendo*, sulla rinegoziazione del contratto……155

2.1. Riflessione sull'esecuzione automatizzata: è sempre in grado di garantire l'adempimento dello *smart contract*?.....155

2.2. L'adempimento dello *smart contract* e le relative disposizioni codicistiche……159

2.3 Rapporti con la clausola *solve et repete*…….161

2.4. La risoluzione del contratto per inadempimento: possibile convivenza con i programmi per elaboratore.....165

2.5. Lo *smart contract* e la risoluzione stragiudiziale…….....168

3. Brevi riflessioni sulla c.d. tutela *ex post*…….....170

CAPITOLO VI

Insurtech: un'applicazione pratica dello smart contract nel settore assicurativo

Sezione I

Introduzione al tema e impostazione della ricerca

1.Il contratto di assicurazione. Breve introduzione……176

2.*InsurTech*: vantaggi e benefici derivanti dall'utilizzo degli *smart contract* in ambito assicurativo……...177

2.2. Ampliamento del mercato assicurativo……...178

2.3. Criticità……....181

3.Inquadramento dell'oggetto della ricerca……....182

Sezione II

Smart Insurance Contract e sua compatibilità con le norme generali in materia di assicurazione dettate dal Codice civile

1. Il rispetto della forma scritta *ad probationem* alla luce delle caratteristiche della *blockchain*……...186

2. Compatibilità della proroga tacita cui all'art. 1899 c.c., II comma, con la rigidità della contrattazione *smart*..188

3. Mancato pagamento del premio cui all'art. 1901 c.c. e inflessibilità esecutiva degli *smart contract*…….189

4. Calcolo automatico del premio, accertamento del danno e possibilità di gestire in via automatizzata i sinistri, alla luce delle nuove tecnologie……...191

5. Compatibilità dello *smart insurance contract* con il principio indennitario: in particolare, le assicurazioni parametriche……...195

Sezione III

Possibilità di direzionare soggettivamente gli effetti dello smart contract e gestione delle asimmetrie informative

1. La contrattazione algoritmica e sua compatibilità (o adattamento) con riguardo alla possibilità di indirizzare soggettivamente gli effetti dello *smart contract*…….202

2. Impiego di tecnologie di *AI* nell'ambito del mercato assicurativo e disposizioni codicistiche: in particolare, la prospettiva *user centric*……...205

2.2 Prospettive *de jure condendo*……209

3. La gestione degli aspetti discriminatori……..214

3.1. La disciplina contenuta nel GDPR……...216

3.2. La disciplina in tema di responsabilità civile degli autoveicoli (R.C.A.)……218

3.3. Il Regolamento sull'Intelligenza Artificiale……220

Sezione IV

La reportistica degli smart insurance contract

1. Analisi dei principali report: esempi e casistica……...222

2.Un possibile prodotto innovativo e brevi considerazioni conclusive……....233

Conclusioni……. 236

Indice bibliografico…….240

INTRODUZIONE

La rivoluzione digitale che ha caratterizzato soprattutto l'ultimo decennio ha posto le basi per l'avvento di fenomeni suscettibili di influire profondamente anche sulle dinamiche contrattuali. In particolare, l'evoluzione della tecnologia e l'avvento della *blockchain* ha determinato lo sviluppo dello *smart contract*. Si tratta di un programma informatico che esegue automaticamente clausole contrattuali quando vengono soddisfatte determinate condizioni. Gli *smart contract* sono registrati sulla *blockchain*, circostanza che garantisce trasparenza, immutabilità e sicurezza. Non richiedono intermediari per essere eseguiti, riducendo così i tempi, i costi e il rischio di errore o manipolazione.

Caratteristiche del genere hanno suscitato l'interesse di operatori di diversi settori di mercato, quali in particolare quello finanziario e assicurativo.

In particolare, per quanto riguarda il settore dell'*Insurtech,* coniugando innovazione assicurativa e tecnologie digitali, sono state sperimentate soluzioni basate su *smart contract* e intelligenza artificiale per la gestione sinistri e la liquidazione dei rimborsi, con l'introduzione dei cc.dd. prodotti assicurativi autoliquidanti.

Le nuove applicazioni sollevano più di una domanda circa l'operabilità delle disposizioni relative al diritto dei contratti.

Alcuni Paesi, al fine di regolamentare il fenomeno hanno deciso di legiferare in materia. L'Italia, ad esempio, ha emanato il D. L. 135/2018.

Si è trattato peraltro di un intervento alquanto circoscritto: l'art. 8 *ter*, si limita difatti a definire gli *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*" e le tecnologie basate su registri distribuiti come *"tecnologie e protocolli informatici che usano un registro condiviso, distribuito, replicabile, accessibile simultaneamente, architetturalmente decentralizzato su basi crittografiche, tali da consentire la registrazione, la convalida, l'aggiornamento e l'archiviazione di dati sia in chiaro che ulteriormente protetti da crittografia verificabili da ciascun partecipante, non alterabili e non modificabili".* L'intento di definire e disciplinare tali strumenti tecnologici è stato avvertito anche a livello europeo e internazionale. I vari provvedimenti verranno descritti nel prosieguo dell'elaborato. Nondimeno permane per lo studioso del diritto l'interesse a sviluppare la ricerca in questi ambiti. In particolare, il presente lavoro sarà dedicato ai seguenti temi.

Primariamente, verrà analizzato il concetto di *blockchain* e *smart contract*, con particolare attenzione all'indagine circa gli aspetti tecnici che connotano tali tecnologie (in particolare,

trasparenza, automazione e disintermediazione) e le questioni problematiche che potrebbero sorgere, sussumibili nel rischio di una mancata governabilità di tali strumenti da parte dell'ordinamento giuridico.

Si intende inoltre procedere ad esaminare il quadro normativo di riferimento, caratterizzato, come si scritto, da una legislazione multilivello: anzitutto la normativa interna nazionale, poi quella europea e internazionale.

Tra i temi centrali oggetto di indagine nel presente lavoro, un ruolo di primo piano sarà rivestito dalla complessa e variegata natura degli *smart contract*. In particolare, si cercherà di comprendere se, e in che misura, sia possibile accostare la figura del contratto intelligente al contratto tradizionale o ad alcune sue fasi, e come tale strumento tecnologico possa soddisfare i requisiti essenziali del contratto, dialogando con i principali istituti del diritto contrattuale.

Particolare attenzione sarà dedicata alla rigidità strutturale degli *smart contract*, tratto distintivo che si riflette nella loro automatica esecuzione. Tale caratteristica impone una riflessione su come questi programmi possano affrontare le sopravvenienze contrattuali, se e come sia possibile applicare gli istituti dell'interpretazione e dell'integrazione del contratto, e in che termini si possa ancora parlare di inadempimento. Qualora questo si configuri, si analizzeranno le modalità di accertamento e gli strumenti giuridici applicabili al contesto digitale degli *smart contract*.

Lo stesso metodo di analisi sarà adottato per gli *smart insurance contract*, al fine di verificare se questi strumenti siano compatibili con le tutele previste per gli assicurati, sia dal Codice civile che dalla normativa speciale di settore.

Per affrontare i numerosi interrogativi sopra delineati, si è scelto un approccio multidisciplinare, basato su un costante approfondimento dottrinale e giurisprudenziale, accompagnato dallo studio attento della normativa nazionale ed europea. In particolare, si è cercato di evidenziare, con sguardo critico, punti di forza e criticità degli attuali strumenti normativi.

Nel capitolo dedicato alla tematica assicurativa, si è inoltre adottato un approccio casistico, con l'analisi concreta di progetti *Insurtech* attivi in Italia, incentrati sull'utilizzo di *smart contract* e *blockchain* nella gestione dei sinistri e delle polizze. Questo approfondimento è stato reso possibile grazie all'esperienza di stage presso Propensione S.p.A., *broker* assicurativo, che mi ha offerto l'opportunità di entrare in contatto diretto con alcuni tra i progetti più innovativi del settore.

La presente tesi si propone, dunque, di offrire un contributo originale, volto a dimostrare come la tecnologia *blockchain* possa coesistere con il sistema giuridico civilistico italiano, cercando un punto di incontro tra strumenti tradizionali e soluzioni innovative, in un'ottica di dialogo e compromesso.

Molti degli istituti giuridici classici, se applicati *sic et simpliciter*, rischiano infatti di ostacolare lo sviluppo di tecnologie che, nella prassi, hanno già dimostrato di offrire vantaggi significativi in termini di efficienza, rapidità esecutiva, contenimento dei costi e riduzione delle controversie. Tuttavia, è altrettanto necessario che tali tecnologie siano inquadrate in un contesto giuridico regolato e garantito dall'ordinamento.

Attualmente, le normative vigenti – in particolare quella italiana – si sono limitate a fornire una definizione formale di *smart contract* e *blockchain*, senza introdurre strumenti normativi concreti e operativi. Questo vuoto regolatorio rende ancora più urgente una riflessione approfondita sul rapporto tra diritto e innovazione tecnologica.

Più nel dettaglio, la struttura del presente lavoro è articolata nel modo seguente:

i) Nel primo capitolo, sezione I, saranno analizzati i concetti fondamentali di *smart contract* e *blockchain*. L'analisi sarà accompagnata dall'esame delle normative di riferimento (II sezione), con particolare attenzione a quella italiana, la quale si presenta, al momento, perlopiù, di natura definitoria;

ii) Nella sezione III del medesimo capitolo, verranno esaminate le diverse configurazioni assunte dagli *smart contract* nella prassi applicativa. Si cercherà di comprendere se, in alcune di queste manifestazioni, sia possibile qualificarli come veri e propri contratti ai sensi dell'ordinamento civilistico, verificando la sussistenza dei requisiti previsti dagli articoli 1321 e seguenti del codice civile;

iii) Il secondo capitolo sarà dedicato all'analisi del paradigma logico "*if this, then that*", tipico degli *smart contract*, mettendolo a confronto con lo schema giuridico della condizione, così come disciplinato dagli articoli 1353 e seguenti del Codice civile;

iv) Nel terzo capitolo si approfondirà il tema della rigidità e immodificabilità dei programmi per elaboratore, ponendolo in relazione con gli istituti dell'interpretazione e dell'integrazione contrattuale, per valutarne l'applicabilità al contesto tecnologico esaminato;

v) Il quarto e quinto capitolo saranno incentrati sull'analisi delle sopravvenienze contrattuali e delle patologie negoziali, con l'obiettivo di indagare se e come tali eventi possano essere gestiti nell'ambito degli *smart contract*;

vi) Infine, il sesto e ultimo capitolo, articolato in più sezioni, affronterà in maniera approfondita il fenomeno dell'*Insurtech*, esaminandone le principali declinazioni operative. Verrà effettuato un confronto sistematico tra la disciplina assicurativa tradizionale e i cosiddetti prodotti *autoliquidanti*, verificandone la compatibilità normativa. In questa fase sarà adottato un approccio casistico, con particolare

attenzione all'analisi di casi concreti di applicazione di *smart contract* e *blockchain* nella gestione dei sinistri e delle polizze, anche alla luce dell'esperienza maturata in ambito professionale.

CAPITOLO I

INQUADRAMENTO SULL'OGGETTO DELLA RICERCA

SEZIONE I

ASPETTI DEFINITORI: IN PARTICOLARE, BLOCKCHAIN E SMART CONTRACT

1. Modelli negoziali e nuove tecnologie; - 2. Smart Contract: prime elaborazioni; - 2.2. Definizione e caratteristiche. - 2.2 Aspetti lessicali. – 2.3. Tratti comuni e articolazioni. - 2.4. Possibili utilizzi: vantaggi e svantaggi dello smart contract. - 3. Blockchain, Distribuited Ledger Tecnology: definizione; - 4. Ethereum e il rapporto tra blockchain e smart contract; - 5. Intelligenza Artificiale. – 5.2. Token. – 5.3. Gli oracoli.

1.Modelli negoziali e nuove tecnologie.

L'uso, sempre più frequente, di strumenti algoritmici in grado di sostituire, gradualmente, la mano dell'uomo, così influenzando -in particolare- il mondo delle relazioni commerciali, ha indotto gli studiosi del settore ad analizzare l'impatto della digitalizzazione sul piano giuridico. In siffatto contesto, al giurista si pongono quesiti di primaria importanza, volti in prima battuta all'indagine delle problematiche che l'uso di macchine robotiche e di programmi algoritmici fanno sorgere; gli studiosi si sono, in particolare, concentrati sulla verifica della tenuta del sistema giuridico tradizionale di fronte ai mutamenti derivanti dalla *tecnica*.

Uno dei settori che, fuor di dubbio, è destinato ad essere maggiormente influenzato dai nuovi sviluppi tecnologici è l'ambito dei contratti; tuttavia, problemi di compatibilità e/o adattamento si pongono, fra gli altri, anche relativamente al sistema successorio[1].

[1] Il riferimento è alla c.d. questione attinente all'eredità digitale, sulla quale la dottrina, con esiti alterni, si è confrontata, con particolare riguardo alla tenuta del sistema successorio alla luce delle nuove sfide imposte dalla presenza di un eterogeneo patrimonio digitale presente nell*'account* dell'utilizzatore al momento della morte. La tematica in esame è troppo vasta e complessa e pertanto si richiamano in questa sede i contributi più rilevanti, fra i quali S. DELLE MONACHE, *Successione mortis causa e patrimonio digitale*, in *Nuova giur. civ. comm.*, 2020, 2, 460, V. CONFORTINI, *L'eredità digitale (appunti per uno studio),* in *Riv. dir. civ.*, 2021, 6, 1187, F. DE FRANCESCO, *La successione mortis causa nei rapporti contrattuali*: *spunti interpretativi sull'art. 2-terdecies codice privacy e sull'eredità "digitale"*, in *Contr. e Impr.*, 2022, 2, 640, L. DI LORENZO*, L'eredità digitale*, in *Notariato*, 2, 2021, 138 ss., A. SPATUZZI, *Patrimoni digitali e vicenda successoria*, *ibidem*, 4, 2020, 402, M. TAMPIERI, *Il patrimonio digitale oltre la vita: quale destino?,* in *Contr. e Impr.*, 2, 2021, 543 ss., G. RESTA, *La successione nei rapporti digitali e la tutela post-mortale dei dati personali*, *ibidem*., 1, 2019, 85 ss., A. SPANGARO, *Patrimonio digitale - la successione digitale: la permanenza post mortem di aspetti della personalità*, in *Giur. it*., 6, 2022, 1363, A. MANIACI, A. D'ARMINIO MONFORTE*, La prima decisione italiana in tema di "eredità digitale": quale tutela post mortem dei dati personali?,* in *Corr. giur.*, 5, 2021, 658, R. MATTERA, *Successione - «la successione nell'account digitale. il caso tedesco»*, in *Nuova giur. civ. comm.*, 2019, 4, 691, M. CINQUE, *La successione nel patrimonio digitale: prime considerazioni*, *ibidem*., 2012, 10, 645, C. CAMARDI, *L'eredità digitale. Tra reale e virtuale*, in *Riv. Inform. e Inf*., 1, 2018, 65 ss. Sul punto sono emerse anche le prime pronunce giurisprudenziali italiane (di natura cautelare principalmente). Il riferimento è all'ord. Tribunale Bologna, Sez. I Ord., 25 novembre 2021 (relativamente alla quale sia consentito rinviare a A. VIGNOTTO, *La successione digitale alla luce delle prime pronunce giurisprudenziali italiane*, *in Famiglia e diritto*, 7, 2022, 710 ss.) e all'ord. Trib. Roma, 10 febbraio 2022. La prima pronuncia è del Tribunale di Milano, il quale si era espresso con ordinanza cautelare in data 9 febbraio 2021.

Che il contratto, il cui scopo principale è quello di "*dare un assetto da valere sul piano del diritto a interessi di natura patrimoniale*"[2], sia al centro di una nuova fase di interesse non deve peraltro stupire.

Quest'ultimo, pur conoscendo diverse *stagioni*[3], che ne hanno determinato crisi ed evoluzioni (si pensi alle rivoluzioni economiche, tecniche e politiche), si è dimostrato un istituto resiliente e assorbente rispetto alle innovazioni determinate, da ultimo, anche dalle nuove tecnologie. Da sempre, anche senza fare riferimento ai concetti di Intelligenza artificiale, contrattazione algoritmica e *smart contract*, il diritto dei contratti è riuscito, in via tendenziale, a recepire, e a dominare i progressi (si pensi, in una rapida sintesi, alla diffusione della contrattazione di massa e delle vendite cc.dd. a distanza o, ancora, al fenomeno dei contratti conclusi in via telematica, ed ad altri esempi ancora), imponendosi quale vero e proprio *diritto comune*, adattandosi cioè alle esigenze del progresso e della globalizzazione. Anzi, tali ultimi fenomeni hanno rappresentato un fattore di crescita e di modernizzazione del diritto civile; il fenomeno della digitalizzazione, ha, insomma, portato alla costruzione di "*nuovi schemi, tipi, procedimenti, rimedi e regole*"[4].

Anche ai meno esperti del settore, appare evidente come lo sviluppo delle tecnologie algoritmiche *(Smart Contract, IA, DLT*) comporti, sia sul piano fenomenico che su quello del diritto, mutamenti di gran lunga più sconvolgenti di quelli introdotti da altre pur rilevanti innovazioni tecnologiche diffusesei nel secolo appena concluso, le quali, a ben vedere, si sono *limitate* a semplificare la fase di conclusione del contratto, o a creare nuovi documenti e forme contrattuali[5].

---

[2] Per quanto concerne la definizione, si ricorda che nell'ambito del sistema domestico, per l'art. 1321 del Codice civile, il contratto è l'accordo tra due o più parti, la cui funzione, preminente (e prevalente), è quella di "dare un assetto da valere sul piano del diritto a interessi di natura patrimoniale": Sul tema si vedano, fra gli altri, F. CARRESI, *Il Contratto*, in *Trattato di Diritto civile e commerciale*, già diretto da A. Cicu e F. Messineo, continuato da L. Mengoni, vol XXI, t. 1, Milano, 1987, 2 ss., (a cura di) R. SGROI, *Dei contratti in generale*, in *Nuova rassegna di giurisprudenza sul Codice civile*, *Libro IV- Delle obbligazioni (1321-1386),* t. 1, 1994, Milano, 505 ss., F. GALGANO*, Il Contratto*, Padova, 2020, 1 ss., R. SACCO, *Il contratto*, in *Trattato di diritto civile*, a cura di G. De Nova e R. Sacco, 2004, Torino, 1 ss., V. ROPPO*, Il contratto*, in G. Iudica – P. Zatti (a cura di), in *Trattato di diritto provato*, Milano, 2011, 847 ss., P. RESCIGNO, *Premessa*, in E. Gabrielli (a cura di), *I contratti in generale*, in *Tratt. dei Contratti*, diretto da P. Rescigno ed E. Gabrielli, II ed., Torino, 2006, XXIX ss.; C. M. BIANCA, *Il contratto,* in *Trattato diritto civile*, III ed., Milano, 2019, 1 ss., R. SCOGNAMIGLIO, *Dei contratti in generale*. *Disposizioni preliminari. Dei requisiti dei contratti. Art. 1321-1352*, in *Commentario del Codice civile Scialoja Branca*, *Libro IV -Delle obbligazioni*, Roma-Bologna, 1970, XVII, G. B. FERRI, *La nozione di contratto*, in E. Gabrielli, (a cura di*), I contratti in generale*, in *Trattato dei Contratti*, diretto da P. Rescigno ed E. Gabrielli, Torino, II ed., 2006, 10 ss.

[3] Così si esprime G. ALPA, *Le stagioni del contratto*, Bologna, 2012, 1 ss. Sul punto v. anche A. MUSIO, *La storia non finita dell'evoluzione del contratto tra novità tecnologiche e conseguenti esigenze di regolazione*, in *Nuova giur. civ. comm.,* 1, 2021, 226 ss. In termini più generali, ma le cui riflessioni ben potrebbero adattarsi al discorso in esame, ragiona sulla crisi delle categorie, "o degli interpreti" del diritto civile, A. GENTILI, *Crisi delle categorie e crisi degli interpreti*, in *Riv. dir. civ*., 633 ss.

[4] A. M. BENEDETTI, *Contratto, algoritmi e diritto civile transnazionale: cinque questioni giuridiche e due scenari*, in *Riv. dir. civ*., 3, 2021, 411 ss.

[5] Ragioni che hanno spinto, da ultimo, il legislatore a legiferare in materia con il c.d. Codice dell'Amministrazione Digitale-CAD, D. Lgs. 82/2005. Si tratta di un testo unico che riunisce e organizza le norme riguardanti l'informatizzazione della Pubblica Amministrazione nei rapporti con i cittadini e le imprese. Istituito con il decreto legislativo 7 marzo 2005, n. 82, è stato successivamente modificato e integrato prima con il decreto legislativo 22 agosto 2016 n. 179 e poi con il decreto legislativo 13 dicembre 2017 n. 217 per promuovere e rendere effettivi i diritti di cittadinanza digitale. In particolar modo, per quanto di interesse, rilevanti sono gli artt. 20 e seguenti, i quali contengono, appunto, le nozioni di documento informatico e di firma elettronica. Sul

Quando invece si discorre di *Smart contract*, *Blockchain*, *Distribuited Ledger Techonolgy*, (concetti di cui si parlerà ampiamente nel corso del prosieguo del presente lavoro), l'orizzonte degli interrogativi prospettabili si amplia: si ha a che fare con tecniche che, in ultima analisi, sono in grado di gestire, attraverso algoritmi informatici, proprio la fase esecutiva del contratto (non limitandosi esclusivamente ad introdurre nuove modalità di *conclusione* dello stesso).

Ebbene, questo lavoro prende avvio dall'evoluzione più recente in materia contrattuale.

In particolare, si intende svolgere un'indagine in tema di *Smart (Legal) Contract*, analizzandone anzitutto la natura e i contenuti. Si vuole comprendere poi se tale nuovo strumento (giuridico) possa essere accostato al contratto tradizionale, e ciò anche al fine di verificare, in caso di esito positivo dell'indagine, come le disposizioni codicistiche siano suscettibili di dialogare con le nuove tecnologie, in termini di confronto e adattamento. Il lavoro sarà concluso da una analisi di un'applicazione pratica dello *smart contract* nel mercato assicurativo.

Il presente lavoro mira come fine ultimo a trovare il *trait d'union* tra l'istituto del contratto tradizionale e quello di nuova generazione, tendendo a dimostrare come l'evoluzione tecnologica, seppur di portata ampia e fenomenale, non comporta per forza lo stravolgimento delle categorie classiche e dei tradizionali istituti del diritto civile, ma un loro adattamento a quello già richiesto dalle più importanti evoluzioni tecnologiche.

A tal fine, si precisa sin da subito quale sarà l'ambito di ricerca del presente lavoro.

Pur se le tecnologie in esame per loro natura presentano una vocazione a carattere sovranazionale, in questa sede si intende limitare l'indagine esclusivamente all'ambito nazionale, indagando gli istituti tradizionali tipici del sistema del diritto contrattuale italiano. Nella consapevolezza che l'attenzione nell'analizzare questi nuovi fenomeni è stata avvertita anche oltre i confini del nostro Paese, nel presente lavoro si farà cenno anche degli interventi nel settore a livello europeo e internazionale.

Vista la complessità dei concetti che verranno esaminati nel corso del presente lavoro, pare opportuno fornire anzitutto un dettagliato apparato definitorio. Si inizierà dal concetto di *Smart Contract*, illustrandone e indagandone definizione, natura e sviluppi, per poi approdare alla *blockchain*. Verranno, infine, illustrati i concetti di Intelligenza artificiale, *token* e oracoli, in quanto, si tratta di tecnologie che sono destinate a rivestire un ruolo significativo con gli *smart contract* e le catene di blocchi.

---

punto, fra tutti, si vedano Il *Codice dell'amministrazione digitale. Commentario al D.Lgs. n. 82 del 6 marzo 2005*, a cura di Cassano - Giurdarella, Milano, 2005, 1 ss., G. COZZOLINO, voce *Codice dell'Amministrazione Digitale*, in *Digesto delle Discipline Pubblicistiche*, (I agg.), 2012, I. MACRÌ, *CAD: alcuni profili di miglioramento*, in *Azienditalia,* 7, 2021, 1240 ss., B. CAROTTI, *L'amministrazione digitale: le sfide culturali e politiche del nuovo Codice, Commento a D.lgs. 26 agosto 2016, n. 179*, in *Giornale dir. amm*, 1, 2017, 7 ss., E. CARLONI, *La riforma del Codice dell'amministrazione digitale*, *ibidem,* 5, 2011, 469 ss.

2. *Smart Contract: le prime elaborazioni.*

Gli *smart contracts* sono stati teorizzati, per la prima volta, da Nicholas J. Szabo, pseudonimo utilizzato da un *computer scientist*. Nello scritto intitolato "*Smart Contracts*" del 1994[6], egli li definisce come *"a computerized transaction protocol that executes the terms of a contract*", ossia un programma informatico di transazione che esegue le clausole di un contratto[7]. Lo stesso Szabo approfondirà il concetto di *smart contract* in alcuni lavori pubblicati negli anni successivi. Nel 1995, all'interno del lavoro *Smart Contracts Glossary*[8], e nell'articolo dal titolo "*Smart Contracts: Building Blocks for Digital Markets"* del 1996[9], Szabo propone la seguente definizione. In sintesi, per l'A. appena menzionato, uno *smart contract* è un insieme di promesse, formulate in forma digitale, che includono i protocolli attraverso i quali le parti eseguono tali promesse.

Nella ricostruzione di Szabo, gli *smart contract* si sostanziano, per certi versi, in veri e propri sistemi di sicurezza del rapporto contrattuale, nel senso che l'utilizzo di protocolli algoritmici assicura l'esecuzione del contratto. L'elaborazione del concetto di *smart contract*, dunque, si fonda sull'idea di includere all'interno di un programma automatizzato clausole contrattuali idonee ad incrementare il costo dell'inadempimento, così da rendere la violazione delle promesse introdotte nel programma, di fatto, molto gravosa per il contraente inadempiente.

Per la sua idea, Szabo prende spunto dal funzionamento di un distributore automatico di prodotti. Quel marchingegno, come noto, consente di eseguire automaticamente la prestazione di consegna dell'oggetto del contratto una volta che venga eseguita dall'utilizzatore la controprestazione: consistente, in genere, nell'introduzione all'interno della macchina della quantità necessaria e sufficiente di monete per acquistare il prodotto selezionato[10]. Secondo

---

[6] N. SZABO, *Smart Contracts*, in *https://www.fon.hum.uva.nl/rob/Courses/InformationInSpeech/CDROM/Literature/LOTwinterschool2006/szabo.best.vwh.net/smart.contracts.html*, 1994.

[7] Si riporta qui la definizione per intero: "*A smart contract is 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 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 transaction costs*".

[8] N. SZABO, *Smart Contracts Glossary*, in *https://www.fon.hum.uva.nl/rob/Courses/InformationInSpeech/CDROM/Literature/LOTwinterschool2006/szabo.best.vwh.net/smart_contracts_glossary.html*, 1995: "*A set of promises, including protocols within which the parties perform on the other promises. The protocols are usually implemented with programs on a computer network, or in other forms of digital electronics, thus these contracts are "smarter" than their paper-based ancestors. No use of artificial intelligence is implied"*.

[9] N. SZABO, *Smart Contracts: Building Blocks for Digital Markets*, in *https://www.fon.hum.uva.nl/rob/Courses/InformationInSpeech/CDROM/Literature/LOTwinterschool2006/szaibo.best.vwh.net/smart_contracts_2.html,* 1996: "*A smart contract is a set of promises, specified in digital form, including protocols within which the parties perform on these promises*".

[10] La macchina prende le monete e, attraverso un semplice meccanismo, che costituisce un problema di informatica di primo livello nella progettazione di automi finiti, eroga il resto e il prodotto in base al prezzo Così N. SZABO, *The Idea of Smart Contracts*, in *https://www.fon.hum.uva.nl/rob/Courses/InformationInSpeech/CDROM/Literature/LOTwinterschool2006/szao.best.vwh.net/smart_contracts_idea.html,* 1997, che definisce il contratto mediante distributore automatico come "*contract with bearer*", nel senso che chiunque abbia monete può partecipare a uno scambio con il venditore. L'Autore fa un esempio di *smart contract* finalizzato alla garanzia di un credito collegato all'acquisto di un'automobile. In particolare, nel caso di inadempimento da parte

l'Autore, gli *smart contracts* superano il modello del distributore automatico, in quanto il programma informatico può incorporare numerose clausole contrattuali molto più elaborate rispetto alla mera consegna di un bene (si pensi alle garanzie, alla previsione di cauzioni, etc..).

In un ulteriore contributo, nel 2002, Szabo formalizzò le sue teorie[11]: in quest'ultimo lavoro l'A. ipotizzava l'intervento, nell'elaborazione del linguaggio informatico, di un *computer* avente come scopo principale la specificazione, in modo univoco, completo e sintetico, di clausole contrattuali comuni, volte ad essere utilizzate per contratti finanziari, pegni e altri tipi di garanzie, trasferimenti di proprietà, prestazioni di servizi *online* e contratti concernenti la catena di approvvigionamento.

Lo *smart contract* si basa dunque su un *meccanismo* strutturalmente molto semplice: si tratta di un *software,* funzionante attraverso l'algoritmo "*if this then that*", in grado di garantire che a certe premesse, verificate a livello informatico – matematico, corrisponda un determinato risultato, ossia l'automatica esecuzione della prestazione contemplata nel contratto[12]. In altri termini, una tecnologia del genere permetterebbe la realizzazione di un processo in modo del tutto autonomo, senza alcun intervento umano. In sostanza, al verificarsi di determinati presupposti, anticipatamente stabiliti dal programmatore secondo i classici algoritmi "*if this then that*", il programma avrà esecuzione senza necessità di alcun intervento esterno. Il *corretto* funzionamento del meccanismo algoritmico appena descritto è destinato dunque a garantire certezza nell'adempimento. Circostanza che – come vien messo in luce da più di un autore - induce le parti nella scelta dell'utilizzo di *smart contract*[13].

2.2. Definizione e caratteristiche.

Di *smart contract*, come si è osservato, ha cominciato ad interessarsi anche la dottrina giuridica, più o meno a partire dagli anni novanta del secolo scorso[14]. Ciò nonostante, la definizione del concetto resta tuttora controversa. Né si può dire che esista una qualificazione codificata e generalmente intesa di *smart contract,* nonostante alcuni interventi normativi in materia, sia di carattere nazionale che europeo e internazionale[15].

---

dell'acquirente, il protocollo di pegno "*smart*" esclude il debitore dall'utilizzo dell'autovettura attribuendo tale facoltà direttamente alla banca. Si tratterebbe di uno strumento molto più economico ed efficace di un contratto di pegno tradizionale.

[11] N. SZABO, *A Formal Language for Analyzing Contracts, in https://www.fon.hum.uva.nl/rob/Courses/InformationInSpeech/CDROM/Literature/LOTwinterschool2006/szabo.best.vwh.net/contractlanguage.html,* 2002.

[12] Su cui, in particolare, M. MAUGERI, *Smart contract e disciplina dei contratti*, Bologna, 2021, 28 ss.

[13] M. F. TOMMASINI, *Lo smart contract e il diritto dei contratti*, in *Jus civile*, 2022, p. 833.

[14] Si sofferma su questo tema R. DE CARIA, *Definitions of Smart Contracts Between Law and Code*, in Aa. Vv. *The Cambridge Handbook of Smart Contracts, Blockchain Technology and Digital Platforms*, a cura di Di Matteo, Cannarsa, Poncibò, I, 1, Cambridge, 2020, p. 22.

[15] Si rinvia, per un approfondimento, ai paragrafi n. del presente capitolo.

Su alcune caratteristiche essenziali che connotano tale strumento vi è però condivisione tra gli interpreti. In genere, tutti hanno colto l'essenza del fenomeno nell'automatizzazione dell'esecuzione delle prestazioni codificate all'interno del *contract*. Attraverso la scrittura delle clausole contrattuali in un codice informatico, queste sono rese *self-executing*, riducendo in tal modo il rischio di inadempimento.

L'individuazione del minimo comune denominatore delle caratteristiche delle tecnologie in esame, emerse e descritte sino ad ora, consente di convergere verso una definizione di base: in via di sintesi, lo *smart contract* è un pezzo di codice informatico che assicura il rispetto di un accordo, senza necessità di interventi esterni.

2.3. Aspetti lessicali.

Formulate queste precisazioni, sempre rimanendo sugli aspetti definitori generali, occorre fare qualche precisazione di ordine lessicale, al fine di evitare fraintendimenti nascenti dai numerosi interrogativi circa l'effettiva natura di questi programmi.

Innanzitutto, le analisi della dottrina domestica hanno chiarito come il sostantivo *contract* non deve essere necessariamente ricondotto all'istituto giuridico del contratto; l'espressione andrebbe invece intesa in senso generico, alla stregua di un concetto *slogan* dotato di una forte carica simbolica e suscettibile di rievocare semplicemente l'esistenza di un qualche rapporto tra le parti[16]. Del resto, il termine *smart contract* identifica prima di tutto un programma informatico, o per meglio dire, un *software*, in grado di governare, secondo rigidi parametri, determinati accadimenti che incidono sulla relazione/rapporto esistente tra le parti. Quanto appena descritto non esclude tuttavia che lo *smart contract*, in presenza di talune condizioni che verranno illustrate e analizzate nel prosieguo del presente elaborato, non possa essere ricondotto allo schema del contratto, pur rimanendo, nei fatti, un programma informatico.

Come ha messo in luce più di un contributo dottrinale dedicato ad indagare il tema della natura dello *smart contract*, nella prassi lo strumento di cui si discute è suscettibile di assumere una varietà di articolazioni. Vale a dire che vi sono circostanze nelle quali lo *smart contract* si configura alla stregua di un semplice *software*, non contemplando alcuna presenza di clausole a

[16] F. RAMPONE, *Smart contract: né smart, né contract*, in *Riv. dir. priv*., 2, 2019. Recentemente, volendo evidentemente prendere le distanze dalla nozione di *contratto*, anche Vitalik Buterin, co-founfer di Ethereum, ha scritto: "*To be clear, at this point I quite regret adopting the term "smart contracts". I should have called them something more boring and technical, perhaps something like "*persistent scripts*"*" (Twitter, 13 ottobre 2018) disponibile su *https://twitter.com/vitalikbuterin/status/1051160932699770882?s=12*. Cfr. anche R. PARDOLESI e A. DAVOLA, *Smart contract": lusinghe ed equivoci dell'innovazione purchessia,* in *il Foro italiano*, 2019, 202.: "*Può darsi, dopo tutto, che l'ebrezza da novità abbia preso la mano dei più; che la suggestione di un self-enforcement autoreferenziale – in forza dell'immutabilità dell'informazione consegnata alla condivisione in rete – abbia alimentato aspettative smodate; che, tutto sommato, si sia persa la settorialità di un registro digitalizzato condiviso, provvido per certi versi e in determinati contesti, ma inerte rispetto ad altre situazioni*".

carattere *negoziale*. Si pensi, tra gli altri, ai meccanismi che governano il funzionamento di apparati automatizzati per la gestione della temperatura interna dei locali in relazione a quella esterna registrata da qualche sonda.

In altre circostanze invece, l'espressione *smart contract* può essere impiegata per definire un contratto o una parte di un'obbligazione di un contratto concluso secondo i dettami tradizionali[17]. Il riferimento va in particolare agli *smart contract* che operano all'interno delle *Distributed Ledger Technologies* (*DLT*), ossia di sistemi digitali, tecnologici, infrastrutturali che consentono di raggiungere un consenso sulle modifiche di un registro distribuito in assenza di un ente centrale datore di fiducia. In circostanze del genere, per il *contratto intelligente* si è prospettata da più parti l'ipotesi della natura, in determinate circostanze, di un *negozio* in senso proprio [18]. Proprio al fine di distinguere quest'ultima situazione dalle altre, la dottrina ha coniato il controverso appellativo di *Smart Legal Contract*[19].

---

[17] Nota M. MAUGERI, *Smart Contract e disciplina dei contratti*, Bologna, 2021, 31: "*Possiamo, dunque, avere un contratto concluso via internet e uno Smart Contract di esecuzione. Attraverso uno Smart Contract, in altre parole, si può eseguire anche solo una parte di un'obbligazione di un contratto concluso in altro modo"*.

[18] Di tale fenomeno dà contezza, in particolare, M. F. TOMMASINI, *Lo smart contract e il diritto dei contratti*, in *Jus civile*, 2022, 831 ss.: "*In una posizione intermedia tra chi riconosce allo smart contract la natura giuridica di contratto, e chi, invece, la nega decisamente, si collocano coloro i quali ritengono utile distinguere nello smart contract due profili: lo smart code che consiste nella componente tecnica che rende tale strumento soggetto alla disciplina relativa alla tutela del software, e l'altro, detto smart legal contract che è, invece, l'accordo vero e proprio operante su tecnologia blockchain ed al quale si attribuisce significato ed efficacia negoziale*".

[19] Effettivamente, la dottrina non è concorde su che cosa si debba intendere con l'epiteto *Smart Legal Contract*. Secondo alcuni Autori, ad esempio, lo *smart contract code* si riferisce al codice informatico che, quando viene eseguito, utilizza la logica condizionale per valutare se una o più condizioni predefinite sono soddisfatte e, in caso affermativo, esegue automaticamente compiti specifici. Lo *smart contract code* può avere, talvolta, anche rilevanza contrattuale o legale. Ciò accade nei casi in cui il *software* che esegue il codice informatico è idoneo ad integrare misure per l'adempimento di un obbligo o per l'esercizio di diritti. Si vedano, in questo senso: J. STARK, *Making Sense of Blockchain Smart Contracts*, in *Coindesk*, 2016, in *www.coindesk.com/making-sense-smart-contracts/*; C.D. CLACK, V.A. BAKSHI, L. BRAINE, *Smart Contract Templates: foundations, design landscape and research directions*, 4, 2016, 2 ss., espressamente: "*Two different ways that the term "smart contract" is commonly used: 1. The first is operational, involving software agents, typically but not necessarily on a shared ledger. The word "contract" in this sense indicates that these software agents are fulfilling certain obligations and exercising certain rights and may take control of certain assets within a shared ledger. There is no consensus on the definition of this use of the term "smart contract" — each definition is different in subtle ways. Stark renames these agents as smart contract code. 2. The second focuses on how legal contracts can be expressed and implemented in software. This therefore encompasses operational aspects, issues relating to how legal contracts are written and how the legal prose should be interpreted. There are several ideas and projects which focus on these aspects such as Common Accord, Legalese, Monax's dual integration, and the Ricardian Contract. Stark renames these as smart legal contracts. Given that there is no clear consensus on the terminology being used, it is important that we should be clear in this paper. We prefer that the term "smart contract" should cover both versions, so we adopt a higher-level definition based on the two topics of automation and enforceability.* Cfr. anche A.U. JANNSEN, F.P. PATTI, *Demistificare gli* smart contracts, in *Osservatorio di Diritto civile e commerciale*, 2020, 35: "*In merito a quanto esposto, sussistono molteplici discussioni e qualche fraintendimento. Per gli smart contracts basati su tecnologia blockchain è possibile individuare un'utile dicotomia tra lo "smart contract code", il codice computerizzato in memoria, verificato ed eseguito su blockchain, e lo "smart legal contract", il vero e proprio contratto intercorrente tra le parti in cui è previsto l'uso della tecnologia. Essenzialmente lo smart legal contract è una combinazione tra "smart contract code" e linguaggio giuridico tradizionale*". V. anche, per l'adozione della suddetta terminologia, B. CARRON, V. BOTTERON, *How smart can a contract be?,* in D. Kraus, T. Obrist, O. Hari (eds.), *Blockchains, Smart Contracts, Decentralised Autonomous Organisations and the Law*, Cheltenham, UK-Northampton, MA, USA, 2019, p. 101 ss.

Altra parte della dottrina precisa gli *smart legal contract* sono *smart contracts* con natura contrattuale *ex* art. 1321 c.c., che girano su *DLT* e che consentono sia la conclusione della transazione che la sua esecuzione (M. MAUGERI, *op. cit.,* 33). Infine, vi è chi, per evitare fraintendimenti, rifiuta l'impiego di tale epiteto, preferendo rimanere su quello tradizionale di *Smart contract*, evidenziandone, di volta in volta, la differente natura. Sul punto A. STAZI, *Automazione contrattuale e "contratti intelligenti". Gli smart contracts nel diritto comparato,* Torino, 2019, 122; C.D. CLACK, V.A. BAKSHI, L. BRAINE, *op. cit.*, 2., Anche l'EU Blockchain Observatory and Forum "*Legal and Regulatory Framework of Blockchains and Smart Contracts"*, in *https://www.eublockchainforum.eu/sites/default/files/reports/report_legal_v1.0.pdf*, p. 23, definisce gli *smart legal contracts* come "*smart contracts on a blockchain that represent - or that would like to represent - a legal contract*".

Un'ulteriore precisazione, di ordine lessicale, concerne l'aggettivo "*smart*". È stato sottolineato, con ironia, come gli *smart contract*, in realtà, non siano neppure *smart* (oltre che *contract*)[20]. Al riguardo occorre ricordare, in via di premessa, che l'aggettivo *smart* viene di regola accostato, nel mondo della scienza tecnologica, al tema delle tecnologie "intelligenti", progettate per operare con un certo livello di versatilità, autonomia e adattabilità a specifici contesti, riducendo la possibilità di un intervento umano. Ebbene, quanto allo *smart contract* si evidenzia in sintesi quanto segue: i) esso è sicuramente riconducibile al perimetro delle nuove tecnologie; ii) può, in taluni ambiti, dialogare con sistemi veramente "*smart*", come quelli di Intelligenza artificiale; iii) esso rimane però un programma informatico rigido, che per lo non dispone della più assente la capacità di autodeterminarsi - da intendersi quale capacità di assumere anche decisioni "autonome", nonché quella di adattarsi ad eventuali nuovi eventi. Si tratta in altre parole, di un programma per elaboratore che opera sulla base delle sole istruzioni che riceve dal colui che lo ha programmato.

2.4. Tratti comuni e articolazioni.

Pur nella diversità di articolazioni, è possibile individuare un tratto comune a tutti modelli appena delineati: esso consiste nel fatto che il loro funzionamento segue lo schema ipotetico prescrittivo, individuabile, come si è già scritto, nell'automatica esecuzione, garantita dal funzionamento dell'algoritmo e dalla logica condizionale dell'"*if this then that*". In altri termini, una volta verificate le condizioni previste dai contraenti, o dai programmatori, l'esecuzione dello *smart contract* sarà automatica, e la stessa non potrà più essere bloccata, nemmeno laddove entrambe le parti convenissero di non voler proseguire con l'esecuzione dello *smart contract*.

Più nel dettaglio, a prescindere dalla effettiva natura dello *smart contract*, per ogni contratto intelligente possono delinearsi quattro fasi di sviluppo[21]: a) l'elaborazione del contenuto ad opera delle parti o di una di esse, b) l'eventuale trascrizione nella *blockchain,* c) l'esecuzione e d) l'esaurimento della sua efficacia.

La prima fase si concretizza nella redazione in linguaggio informatico delle linee di codice contenenti le istruzioni da affidare al codice; tale fase prende, di regola, il nome di *coding*. Si tratta di una fase estremamente delicata, non solo perché sono poche le persone in grado di comprendere come utilizzare un linguaggio informatico, ma anche perché questa è la fase di elaborazione delle istruzioni che andranno a determinare il contenuto dell'algoritmo *if/that*, Essa, pertanto, l'unica

[20] F. RAMPONE, *op. cit*., 5, espressamente: "*In quanto documento, lo smart contract non è neanche intelligente. Il termine "smart" si riferisce al fatto che lo smart contract è un file eseguibile, nel senso che, al pari di qualsiasi altro algoritmo, a seconda degli input immessi, può generare output diversi eseguendo determinate operazioni impostate nel codice".*

[21] Le stesse sono state ben descritte in A. CERRATO, *Appunti su smart contract e diritto dei contratti*, in *Banca Borsa e titoli di Credito*, 2020, 370 ss.

fase nella quale, per le parti o per uno di esse, è ancora possibile apportare modifiche e correzioni al codice, adeguandolo agli eventuali mutamenti.

Nella seconda fase, eventuale, posto che lo *smart contract* può essere trascritto o meno all'interno di una catena *blockchain*, quale ad esempio *Ethereum,* le linee di codice vengono inserite all'interno delle *DLT* e successivamente tali dati vengono sottoscritti dalle parti attraverso un sistema di crittografia asimmetrica. La *blockchain*, oltre che immutabile, come si avrà modo di approfondire, è anche trasparente: circostanza che permette di tracciare ogni tipologia di transazione che venga inserita.

La fase più caratteristica degli *smart contract* è la terza: essa consiste nella loro esecuzione degli stessi, sulla base delle istruzioni formulate dal programmatore e volute dalle parti. Di regola, lo *smart contract* si attiva per l'*expiring* di un termine temporale, oppure per il verificarsi di una condizione interna al perimetro della *blockchain* o verificabile dall'esterno, ad esempio, attraverso un oracolo.

Una volta esaurito, lo *smart contract* si disattiva: si tratta dell'ultima fase. Se inserito in una catena di blocchi il contratto *smart* non sparisce, restando sempre sul blocco nel quale era stato iscritto, pur potendo prevedere, come si vedrà, il programmatore, clausole di *kill code* che permettono una cancellazione del programma dal blocco in cui era iscritto.

Si può quindi affermare, al di là dell'indagine sulla natura multiforme, che gli *smart contract* fungono principalmente quali strumenti per la negoziazione, conclusione e/o automatica applicazione di rapporti contrattuali o di relazioni para contrattuali: un canale, cioè, per la conclusione e la gestione di accordi, piuttosto che accordi in sé[22]. Si tratterebbe, insomma, di strutture, contenitori negoziali idonei a salvaguardare la correttezza della contrattazione, ad eliminare il rischio di inadempimento, stante l'automatica esecuzione che li caratterizza, garantendo così una maggiore speditezza, sicurezza ed efficienza nei traffici.

2.5. Possibili utilizzi: vantaggi e svantaggi dello smart contract.

Già in questa parte del lavoro, pare opportuno evidenziare alcuni possibili utilizzi e vantaggi dello *smart contratct* (aspetti che saranno approfonditi nel prosieguo dell'elaborato). In particolare, tra i vantaggi derivanti dall'utilizzo e potenziamento di tali strumenti tecnologici si segnalano (sceondo quanto già evidenziato dal fondatore degli stessi): i) la soddisfazione di

[22] F. RAMPONE, *Smart contract: né smart, né contract*, in *Riv. dir. priv*., 2, 2019, 8: "*Lo smart contract è quindi il mezzo attraverso il quale un contratto, concluso prima e altrove, viene eseguito*". P. CUCCURU, *Blockchain ed automazione contrattuale. Riflessioni sugli smart contract,* in *Nuova giurisprudenza civile commentata,* 1, 2017, 111: "*Nonostante il nome, gli smart contract non sono necessariamente contratti giuridicamente intesi (sebbene possano esserlo a certe condizioni). Sono, più semplicemente, degli strumenti per la negoziazione, conclusione e/o automatica applicazione di rapporti contrattuali o relazioni para contrattuali: un canale per la conclusione e gestione degli accordi, piuttosto che accordi in sé"*. V. anche M. L. PERUGINI – P. DAL CHECCO, *Introduzione agli smart contract*, 8.12.2015, in https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2729545&download=yes.

"condizioni contrattuali comuni (es: termini di pagamento, diritti, riservatezza)", ii) la minimizzazione del "*rischio di inadempimento",* iii) la limitazione del "*ricorso a intermediari fidati o a meccanismi di enforcement tradizionali"*[23].

Prerogative del genere hanno contribuito ad accrescere le potenzialità applicative degli *smart contract* in diversi settori. In particolare, si ricordano in questa sede quelli della finanza bancaria (c.d. *Fintech*[24]) e del settore assicurativo, con l'offerta di prodotti cc.dd autoliquidanti: si parla, in questo senso, di *InsurTech* (di essi sarà condotta attenta analisi nella seconda parte del presente lavoro)[25]. Di recente sono emerse le potenzialità applicative degli *smart contract* anche nel settore dei fondi pensione[26]. Un ulteriore esperimento applicativo riguarda i contratti relativi alle utenze del gas, dell'acqua e dell'elettricità, ove la tecnologia *blockchain* pare suscettibile di essere utilizzata tra l'altro per bloccare la somministrazione del servizio, in caso di mancato pagamento delle bollette da parte dell'utente. Alcuni tentativi sono in corso volti a sondare l'utilizzazione di contratti *intelligenti* anche nelle operazioni di fusione e acquisizione, per la liquidazione dei crediti, o per ridurre il tempo necessario per ottenere i beni depositati come garanzia attraverso un accordo di *escrow* automatizzato[27]. Ancora, gli *smart contract* sono alla base, già lo si è messo in rilievo, delle *smart house* (di recente, ad esempio, è stato introdotto il c.d. frigo *smart*, il quale è in grado, all'occorrenza, di ordinare gli alimenti mancanti dal frigorifero[28]).

Tuttavia, gli *smart contract* presentano anche alcuni svantaggi. Essi derivano principalmente dai limiti strutturali che li caratterizzano. Primo fra tutti, la *rigidità* che li contraddistingue è tale da far sorgere una quantità notevole di interrogativi in punto di applicabilità di molte delle norme civilistiche sul diritto dei contratti; a questo si aggiunga il limite della comprensibilità di un linguaggio informatico/algoritmico che non è alla portata di tutti gli utenti.

La necessità, infatti, di esprimere i termini di un accordo *smart* in linee di codice genera, di fatto, una barriera di carattere semantico che può essere attenuata solo nel caso in cui, alle linee di codice, venga affiancata anche una traduzione *user friendly*, che permetta alle parti che non hanno idonee capacità informatiche, di comprendere il contenuto dello *smart contract*; circostanza

---

[23] N. SZABO*, Smart Contracts: Building Blocks for Digital Markets*, 1996.
[24] Sulla questione si veda M. CINQUE, *Gli smart contract nell'ambito del FinTech e dell'InsurTech*, in *Jus Civile*, 4, 2020, 92.
[25] Si pensi solo alle assicurazioni stipulate nell'eventualità di cancellazione del volo sviluppate da Axa: lo *smart contract*, attraverso l'utilizzo degli *oracoli*, è in grado di accertare in via autonoma l'evento programmato, ossia il ritardo, e provvedere a liquidare in via automatica il soggetto assicurato. Diffuse sono anche le assicurazioni c.d. *pay as you drive*, nelle quali lo *smart contract* è in grado di commisurare il premio che l'assicurato deve pagare sulla base di tutta una serie di informazioni che lo stesso ricava autonomamente: distanza percorsa, velocità e modo di guida.
[26] Interessanti spunti sul tema possono essere ricavati dal sito *https://www.wallstreetitalia.com/pensioni-a-base-di-blockchain/ e https://www.aziendabanca.it/notizie/blockchain-fondi-pensioni-e-gestori-non-sono-pronti.* Sottolineo inoltre, che nel mio percorso dottorale ho potuto approfondire la tematica *de qua*, avendo frequentato uno stage, obbligatorio, della durata di sei mesi (gennaio – luglio 2023), presso Propensione S.p.a., *start up* innovativa che si occupa dell'offerta di fondi pensione *online*.
[27] Cfr. *https://ntplusdiritto.ilsole24ore.com/art/smart-contracts-potenzialita-contratti-basati-tecnologia-blockchain-AD3ip9RB*
[28] Cfr. *https://www.internet4things.it/smart-building/smart-home/frigorifero-smart-cose-come-funziona-i-vantaggi-2020/.*

che potrebbe generare un problema di mancata corrispondenza fra quanto descritto nella traduzione e il contenuto delle linee di codice.

Da tenere in considerazione è anche l'aspetto relativo alla tipologia di contratti o, per meglio dire, di promesse che gli *smart contracts* sono idonei a supportare. Estrema è difatti la difficoltà di codificare termini contrattuali elastici, che necessitano di essere interpretati in base al caso concreto mediante un giudizio, talvolta anche discrezionale, e difficili da declinare univocamente in un codice informatico. Quindi, per il momento, figura alquanto difficile e poco probabile l'espansione degli *smart contracts* in ambiti che richiedono clausole più complesse, ossia il loro utilizzo per l'esecuzione di contratti diversi da quelli semplici *if-then*, come quelli che prevedono diritti e obblighi più ampi rispetto a quelli binari e standardizzati.

Definiti gli *Smart contract* nelle loro linee essenziali, e considerati alcuni dei vantaggi e degli svantaggi che possono derivare dal loro utilizzo, pare opportuno ora esaminare la struttura ed il funzionamento della tecnologia *blockchain* e delle *Distribuited Ledger Technologies*.

3. Blockchain, Distribuited Ledger Tecnology: definizioni.

Nell'elaborazione originale di Szabo, gli *smart contracts* non erano legati alle *Distributed Ledger Technologies* ed erano destinati ad operare sulla base del cosiddetto modello *vending machine,* ossia eseguendo determinate operazioni a seguito di una specifica richiesta, i cc.dd. *termini di un contratto*, appunto.

In anni più recenti, tuttavia, la riflessione in materia di *smart contract* è diventata più articolata, spingendosi a sondare gli utilizzi e le opportunità offerti dalla tecnologia *blockchain*; più in generale, da parte di più di un autore si è considerata la possibilità di coniugare la trasposizione digitale di un contratto con le caratteristiche di decentralizzazione, trasparenza e sicurezza offerte dalle tecnologie a registro distribuito.

Prima di addentraci sul tema, pare opportuna una pur sintetica descrizione della *blockchain*[29].

La *blockchain*, traducibile con l'espressione "*catena dei blocchi*", è una tipologia di *DLT* e si sostanzia in un database (registro) di transazioni, condiviso dagli utenti (c.d. nodi) di una rete, validato dalla rete stessa e finalizzato alla gestione di transazioni che avvengono tra i nodi stessi. Le principali caratteristiche del database sono la tracciabilità da parte di tutti i partecipanti alla rete, l'immutabilità e la sicurezza.

[29] Si pensi alla diffusione degli *Smart contracts*, in alcuni ambiti (quali ad esempio il settore del *Fintech* o quello assicurativo), sul tema, fra gli altri R. PARDOLESI e A. DAVOLA, *What is wrong in the debate about smart contracts*, in *Smart Statistics for smart Applications*, 2019, 471 ss: "*Ultimately, it is undeniable that the introduction of the blockchain brought once again the debate on smart contracts at the center of the legal and regulatory arena*".

La tecnologia *blockchain,* ora descritta brevemente nei suoi tratti essenziali, appartiene ad un più ampio *genus*: quello delle *Distribuited Ledger Techonologies*. Le tecnologie *Distributed Ledger* (*DLT*) sono sistemi basati su un registro distribuito, ossia sistemi in cui tutti i nodi di una rete possiedono la medesima copia di un *database* che può essere letto e modificato in modo indipendente dai singoli nodi, nei termini che verranno appresso descritti[30].

Se nei cosiddetti *Distributed Database*, tutti i nodi che possiedono una copia del *database* possono consultarlo, ma devono passare da un ente centrale (oppure più soggetti validatori) per modificarne i dati, nei sistemi di *Distributed Ledger* le modifiche al registro vengono regolate tramite algoritmi di consenso. Oltre a tali algoritmi, per mantenere la sicurezza e l'immutabilità del registro, *Distributed Ledger* e *blockchain* fanno anche un ampio utilizzo della crittografia. Le *DLT*, allora, possono essere definite come un insieme di sistemi concettualmente caratterizzati dal fatto di fare riferimento ad un registro distribuito, governato in modo da consentire l'accesso e la possibilità di effettuare modifiche da parte di più nodi di una rete.

La *DLT* probabilmente più famosa è la *blockchain*: si tratta di una tecnologia finalizzata alla conclusione di transazioni attraverso la messa a disposizione di una piattaforma, o, per meglio dire, di un *databse* distribuito tra gli utenti della rete, strutturato attraverso una catena di blocchi (*chain*, appunto), concatenati fra di loro; tale *database* è condiviso, distribuito, immutabile, trasparente, criptato e permette di registrare l'insieme delle transazioni attraverso una rete *peer to peer.*

Il *database,* tendenzialmente aperto a tutti i partecipanti, viene replicato, in modo identico, su ogni *computer* che utilizza la rete e può essere modificato solo attraverso l'esecuzione dello specifico algoritmo del consenso, previsto dallo stesso protocollo informatico.

Ai fini della comprensione circa l'effettiva struttura e funzionamento di queste *tecnologie distribuite,* si può immaginare la *blockchain* come un insieme di *pagine* (blocchi) concatenate fra loro: le stesse consentono che all'interno delle stesse possa essere inciso un certo numero di transazioni, attribuite, in modo irreversibile a determinati autori, identificati, in via generale, attraverso una tecnologia detta di *crittografia a chiave asimmetrica*[31] e da un sistema di marcatura temporale (c.d. *timestampings*), che permette di attribuire data certa alla transazione[32].

---

[30] Sul tema delle *DLT* in generale si vedano V. M. BELLINI, *Blockchain: cos'è, come funziona e gli ambiti applicativi in Italia*, in *https://www.blockchain4innovation.it/esperti/blockchain-perche-e-cosi-importante/.* A. GASCHI e V. PORTALE, *La definizione di Blockchain e distribuited ledger, in Blockchain e Smart contract. Funzionamento, profili giuridici e internazionali*, *applicazioni pratiche,* a cura di R. Battaglini e M. T. Giordano, Milano, 2019, 19 ss.

[31] V. U. ROMANO, voce *Firma digitale*, *in Digesto IV,* disc. *priv*., Torino, 2002, 386 ss., A. M. GAMBINO, voce *Firma digitale (dir. civ.*), in *Enc. giur. Treccani*, 1999, M. CAMMARATA e E. MACCARONE*, La firma digitale sicura*, Milano, 2003, 1 ss. e G. FINOCCHIARO*, La firma digitale*, Bologna, 2000.

[32] Sulla possibilità di predicare la data certa attraverso il meccanismo di marcatura temporale, si veda un contributo, non recentissimo, di F. SARZANA DI SANT'IPPOLITO, *Considerazioni in tema di documento informatico, firma digitale e regole tecniche - il commento,* in *Corriere Giur*., 1999, 7, 799.

Il sistema di crittografia, di cui le catene di blocchi fanno ampio uso, si basa sul sistema di cifratura asimmetrica che funziona con una coppia di chiavi tra loro diverse e matematicamente collegate: vengono impiegate, cioè, per effettuare operazioni inverse. Con la chiave privata è possibile sottoscrivere i documenti in partenza. Con la chiave pubblica (correlata a quella privata) è possibile decodificare quelli in arrivo. In concreto, il sottoscrittore appone la firma digitale al documento con la propria chiave privata; il destinatario verifica il documento con la chiave pubblica del sottoscrittore, potendo così accertare la provenienza del documento. Se il documento non è stato "sottoscritto" con la chiave privata del sottoscrittore, la decodificazione del documento attraverso la chiave pubblica del sottoscrittore non è possibile e quindi non è possibile accertarne la provenienza.

In particolare, l'utilizzo della crittografia asimmetrica permette la segretezza delle informazioni scambiate e l'autenticazione del destinatario. Infatti, con questa tecnica il mittente avrà la certezza che il messaggio verrà letto solo dal destinatario, in quanto quest'ultimo, per poter leggere il testo, dovrà decriptarlo con entrambe le chiavi, quella sua privata e quella pubblica del mittente. Costui avrà così la certezza che il messaggio non è stato alterato e che lo stesso proviene esattamente dal soggetto possessore di quella determinata chiave privata.

Come si è scritto la *blockchain* è un *database* strutturato in blocchi; ogni blocco contiene una serie di informazioni, inserite congiuntamente o disgiuntamente dai vari nodi che hanno accesso alla catena. Ogni transazione deve essere validata dalla maggioranza dei dispositivi connessi alla rete; il blocco stesso, poi, viene validato[33].

Possono distinguersi, pertanto, due momenti dell'intera operazione: la transazione vera e propria (ad esempio la dazione di una somma di denaro virtuale) e la validazione, con conseguente sua registrazione indelebile all'interno del blocco: la transazione, quindi, viene registrata non solo per quanto attiene il profilo strettamente contenutistico, attraverso stringhe alfanumeriche, ma anche per quanto concerne il momento in cui è stata posta in essere ed i soggetti che sono stati coinvolti.

Più in particolare, tutte le operazioni eseguite sulla *blockchain* sono validate attraverso un'impronta digitale creata per mezzo di una particolare operazione algoritmica: si tratta della cosiddetta funzione di *hash*; essa viene utilizzata per comprimere le informazioni relative alle transazioni in uno specifico formato e per creare un collegamento tra tutti i blocchi, inserendo

[33] Il processo di validazione funziona nel seguente modo. La transazione viene inviata ai *miners,* i quali utilizzano uno dei vari modelli di consenso. Il più veloce ad elaborare il meccanismo di consenso valido (in ipotesi, a risolvere un problema matematico, com'è il caso del modello di consenso più utilizzato, il c.d. *proof of work*, il quale utilizza la capacità computazionale del computer appartenente al singolo *miner*), invia poi la transazione agli altri *miners*, i quali la accettano, dopo aver verificato che non esiste una transazione identica a quella che si intende validare. I *miners* vengono ricompensati attraverso la dazione di *bitcoin* o di frazioni di essi o altra moneta virtuale, a seconda di quanto stabilito dall'algoritmo.

l'*hash* del blocco precedente nel blocco successivo della catena. In tal modo, ciascun blocco è collegato irreversibilmente a quello precedente, dando vita ad una catena di blocchi accessibile e consultabile da tutti i nodi della rete, ed il mutamento di dati in un determinato blocco ha quale conseguenza il cambiamento di ogni blocco successivo[34].

Prima di essere aggiunto alla catena, ogni blocco è controllato, validato e crittografato da alcuni nodi cosiddetti *miner*, tramite la risoluzione di un'operazione matematica finalizzata alla validazione della transazione. Il primo che tra questi nodi perviene alla soluzione del problema computazionale ha diritto a convalidare il blocco e riceve una remunerazione per il lavoro compiuto attraverso l'emissione di criptovalute o *criptoasset* che variano a seconda della piattaforma di riferimento. Nel momento in cui un'informazione è inserita in un blocco ed è accettata da tutti i nodi diviene unilateralmente inalterabile e può essere modificata solo con il consenso della maggior parte dei partecipanti.

Si otteso al processo di validazione di una transazione in ambiente *blockchain* (ma anche in ogni *DLT*) vi sia un meccanismo di consenso; per procedere e validare un blocco, e dunque confermare le informazioni al suo interno, è necessario avere il consenso di un certo numero o di una certa percentuale di enti validatori.

3.1. Il meccanismo del consenso.

Il consenso si può raggiungere in modi e con forme differenti.

Tra i più caratteristici meccanismi di consenso deve essere citato il *Proof of Work*; quest'ultimo consiste in un procedimento in forza del quale, ogni volta che viene effettuata una transazione, questa viene condivisa all'interno del *network* e verificata da tutti o alcuni dei partecipanti della rete[35]. Se la transazione viene validata, questa può essere memorizzata all'interno del registro e una volta inserita non può più essere modificata o cancellata.

---

[34] *Tangle Technology*, che è stato sviluppato dalla Fondazione Iota Tangle Technology è una tecnologia di contabilità distribuita che non utilizza la tradizionale struttura *blockchain*, impiegando, invece, una struttura grafica aciclica diretta (DAG), che viene anche definita "groviglio". Nel "groviglio", i nodi svolgono un ruolo cruciale nel raggiungere il consenso. Ogni nodo nella rete deve approvare due transazioni prima di poter inviare le sue transazioni ad altri nodi per l'approvazione. Questo processo crea una struttura simile a un *mesh* in cui ogni transazione conferma due transazioni precedenti, formando una struttura simile al Web. Questa struttura consente un meccanismo di consenso più efficiente e scalabile, poiché elimina la necessità di minatori e i loro costi associati. Inoltre, le transazioni sono confermate più velocemente rispetto ai tradizionali sistemi a base di *blockchain*. Questo perché ogni transazione conferma due transazioni precedenti, portando a un *throughput* più elevato e tempi di transazione più veloci. Ad esempio, in *Bitcoin*, possono essere necessari fino a 10 minuti per la conferma di una transazione, mentre nel groviglio ci vogliono solo pochi secondi. Ancora, Tangle non ha commissioni di transazione, il che è un vantaggio significativo rispetto ai tradizionali sistemi basati su *blockchain*. Questo perché non ci sono minatori per compensare la verifica delle transazioni, potendo ogni nodo nella rete contribuire al processo di verifica, il che elimina la necessità di commissioni di transazione.

[35] Il *Proof of Work* è stato inventato dall'informatico Ralph Merkle ed esposto in R.C. MERKLE, *Secrecy, authentication, and public-key systems*, PhD. Thesis, Stanford University, 1979; R.C. MERKLE, *Secure communications over insecure channels*, in 21 *Communications of the ACM*, 4, 1978, 294-299. Sul tema del meccanismo *proof of work* si veda anche S. Nakamoto che, nel suo contributo già citato, descrive espressamente il funzionamento di tale algoritmo di consenso: "*To implement a distributed timestamp server on a peer-to-peer basis, we will need to use a proof of-work system similar to Adam Back's Hashcash, rather than newspaper or Usenet posts. The proof-of-work involves scanning for a value that when hashed, such as with SHA-256, the hash begins with a number of zero bits. The average work required is exponential in the number of zero bits required and can be*

Nel sistema *Bitcoin*, oggi certamente la *blockchain* più nota[36], in realtà, la validazione delle transazioni finisce con l'essere l'individuazione della soluzione di un problema matematico basato su un meccanismo competitivo a cui i *miners*(ossia i soggetti che si celano dietro i "nodi" della catena) partecipano, con l'aspettativa di ricevere una gratificazione economica[37].Un ulteriore meccanismo di consenso, diffuso, ad esempio, su *Ethereum*, è quello denominato *Proof of Stake,* il quale assegna il diritto di creare un blocco in base alla quantità di criptovaluta posseduta e immobilizzata da un partecipante. In sostanza, più monete una persona detiene, più probabilità ha di essere scelta per validareuna transazione e guadagnare ricompense.

Il *Proof of Stake (PoS)* rappresenta un'evoluzione rivoluzionaria rispetto al tradizionale *Proof of Work (PoW)* nell'ambito delle *blockchain*[38]. Questo protocollo di consenso ha, infatti, un approccio più sostenibile ed efficiente per la creazione e validazione dei blocchi e non richiede la

---

verified by executing a single hash. For our timestamp network, we implement the proof-of-work by incrementing a nonce in the block until a value is found that gives the block's hash the required zero bits. Once the CPU effort has been expended to make it satisfy the proof-of-work, the block cannot be changed without redoing the work. As later blocks are chained after it, the work to change the block would include redoing all the blocks after it. The proof-of-work also solves the problem of determining representation in majority decision making. If the majority were based on one-IP-address-one-vote, it could be subverted by anyone able to allocate many IPs. Proof-of-work is essentially one-CPU-one-vote. The majority decision is represented by the longest chain, which has the greatest proof-of-work effort invested in it. If a majority of CPU power is controlled by honest nodes, the honest chain will grow the fastest and outpace any competing chains. To modify a past block, an attacker would have to redo the proof-of-work of the block and all blocks after it and then catch up with and surpass the work of the honest nodes. We will show later that the probability of a slower attacker catching up diminishes exponentially as subsequent blocks are added. To compensate for increasing hardware speed and varying interest in running nodes over time, the proof-of-work difficulty is determined by a moving average targeting an average number of blocks per hour. If they're generated too fast, the difficulty increases".

[36] Ideato da da un certo Satoshi Nakamoto, il quale, nel suo paper, teorizzava, e sviluppava l'idea di una moneta digitale che circolasse direttamente tra gli utenti, senza intermediazioni di alcun tipo: S. NAKAMOTO, *Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System,* reperibile in *satoshinakamoto.me/bitcoin.pdf*: "*The cost of mediation increases transaction costs, limiting the minimum practical transaction size and cutting off the possibility for small casual transactions, and there is a broader cost in the loss of ability to make non-reversible payments for non-reversible services. With the possibility of reversal, the need for trust spreads. Merchants must be wary of their customers, hassling them for more information than they would otherwise need. A certain percentage of fraud is accepted as unavoidable. These costs and payment uncertainties can be avoided in person by using physical currency, but no mechanism exists to make payments over a communications channel without a trusted party. What is needed is an electronic payment system based on cryptographic proof instead of trust, allowing any two willing parties to transact directly with each other without the need for a trusted third party. Transactions that are computationally impractical to reverse would protect sellers from fraud, and routine escrow mechanisms could easily be implemented to protect buyers. In this paper, we propose a solution to the double-spending problem using a peer-to-peer distributed timestamp server to generate computational proof of the chronological order of transactions. The system is secure as long as honest nodes collectively control more CPU power than any cooperating group of attacker nodes"*.

[37] La rete Bitcoin consente il possesso e il trasferimento pseudo-anonimo delle monete; i dati necessari a utilizzare i propri *bitcoin* possono essere salvati su uno o più *personal computer* o dispositivi elettronici quali *smartphone*, sotto forma di "portafoglio" digitale, o mantenuti presso terze parti che svolgono funzioni simili a una banca. Il *wallet bitcoin* ha un indirizzo identificato da un codice alfanumerico che possiede tra i 25 e i 36 caratteri tra numeri e lettere; è l'unico dato da comunicare per ricevere un pagamento che godrà di un certo grado di anonimato, ma sarà allo stesso tempo pubblicamente e immutabilmente visibile sulla *blockchain* per sempre. Occorre fare molta attenzione nella trasmissione del codice alfanumerico in quanto eventuali errori non consentono di annullare l'operazione e causano la perdita del denaro. In ogni caso, i bitcoin possono essere trasferiti attraverso Internet verso chiunque disponga di un indirizzo *bitcoin*. La struttura *peer-to-peer* della rete *Bitcoin* e la mancanza di un ente centrale rende impossibile a qualunque autorità, governativa o meno, il blocco dei trasferimenti, il sequestro di bitcoin senza il possesso delle relative chiavi o la svalutazione dovuta all'immissione di nuova moneta.

[38] Il *Proof of Stake*, il cui significato letterale è "prova di partecipazione" ma che si può tradurre vagamente in italiano con "prova che si ha un interesse in gioco", è un meccanismo di consenso sulla *blockchain* utilizzato per verificare nuove transazioni di criptovaluta. Poiché le *blockchain* non hanno alcuna autorità governativa centralizzata, la prova di partecipazione è un metodo per garantire che i dati salvati sulla rete siano validi. In questo sistema di convalida delle transazioni, gli utenti bloccano una certa quantità di criptovaluta, chiamata *stake*. Chi ha maggiore quantità di criptovaluta ha maggiore probabilità di essere scelto per convalidare la prossima transazione. Con il *Proof of* Stake i partecipanti, detti validatori, bloccano una determinata quantità di criptovalute o *token* crittografici – la loro quota, per così dire – in uno *smart contrac*t sulla *blockchain*. In cambio hanno la possibilità di convalidare nuove transazioni e guadagnare una ricompensa. Se convalidano impropriamente dati errati o fraudolenti possono perdere una parte o la totalità della loro partecipazione.

risoluzione di complessi puzzle matematici, essendo il processo di selezione del creatore del blocco basato sulla quantità di criptovaluta che un partecipante decide di immobilizzare, c.d. "*staking*"[39].

Il sistema basato sulla *Proof of Authority* rappresenta, invece, un meccanismo di consenso alternativo, in cui i nodi che convalidano i blocchi sono solo quelli esplicitamente autorizzati. Questo meccanismo, invece di puntare solo sul valore della quota di criptovaluta posseduta, considera anche l'identità del nodo validatore, che viene verificata da un soggetto terzo, attraverso la corrispondenza tra l'identificazione personale del *miner* con la documentazione ufficialmente rilasciata per quella stessa persona.

3.2. Distinzione tra blockchain.

All'interno dell'ampio *genus* delle *blockchain*, poi, può essere individuata una distinzione fra *blockchains permissionless*, che non pongono freni all'ingresso di nuovi nodi, e *blockchain permissioned*, in cui solo alcuni nodi possono approvare e aggiungere nuovi blocchi. Esistono poi tipologie che possono essere qualificate quali *ibride* o *miste*[40].

La maggior parte delle piattaforme distribuite è pubblica (appartengono al *genus Ethereum* e *Bitcoin*) [41]. Tuttavia, l'espansione delle tecnologie in esame nel settore finanziario e nel sistema

---

[39] Lo *staking* è quando le persone accettano di bloccare una quantità di criptovaluta in cambio della possibilità di convalidare nuovi blocchi di dati da aggiungere a una *blockchain*. Questi validatori, o "*staker*", inseriscono la loro criptovaluta in uno *smart contract* che si trova sulla *blockchain.*
L'algoritmo della *blockchain* seleziona i validatori per verificare ogni nuovo blocco di dati in base alla quantità di *crypto* che hanno puntato. Maggiore è la partecipazione, maggiori sono le possibilità di essere scelti per svolgere il lavoro. Quando i dati che sono stati verificati dai validatori vengono aggiunti alla *blockchain*, essi ricevono come ricompensa nuova criptovaluta.
"*Possiamo vedere lo staking come un reddito da interessi che richiede di completare un'attività per guadagnare: controllare le transazioni della blockchain*", afferma Doug Schwenk, amministratore delegato di Digital Asset Research. "*Se convalido solo le transazioni buone, guadagno interessi sulle mie attività. Se invece includo transazioni sbagliate, mi verranno applicate delle penali e perderò parte del mio patrimonio*". Se un validatore invia dati errati o transazioni fraudolente, potrebbe essere punito con il "taglio". La sua partecipazione viene "bruciata", cioè, inviata a un indirizzo di portafoglio inutilizzabile a cui nessuno può accedere, rendendola inutile per sempre.

[40] V. M. GIULIANO, *op. cit.,* 989 ss.

[41] In tema di criptovalute e *bitcoin s*i vedano, fra gli altri, A. CALONI*, Bitcoin: profili civilistici e tutela dell'investitore*, in *Riv. dir. civ.,* 159 ss. Tra i profili che più mi hanno colpita, e di cui ignoravo il meccanismo, la circostanza per cui il numero di bitcoin che possono astrattamente essere messi in circolazione sia predefinito. Il sistema attuale prevede che entro il 2140 venga raggiunto il numero massimo di 21 milioni. Per tale motivo, l'attività di validazione e verifica, cui questo sistema risulta fortemente collegato, prevede che di volta in volta la risoluzione dei quesiti matematici sia sempre più complessa, di modo che il rilascio di ulteriori criptovalute o *bitcoin* avvenga più lentamente. Ciò detto condivisibile è quanto scritto dall'Autore: "*La criptovaluta, nonostante la risonante eco di cui gode quotidianamente, rimane, però, ad oggi, un mistero per i giuristi, non solo italiani*". Tanto è vero che ad oggi, la natura giuridica delle criptovalute rimane, per lo più, un mistero. In realtà, definire i *bitcoin* quale moneta è errato, posto che secondo la maggior parte degli Autori, il *bitcoin* non è una moneta, stante soprattutto l'estrema volatilità di valore della stessa. Tale conclusione, com'è ovvio, porta ad escludere che sia applicabile la disciplina dettata dal codice civile agli artt. 1277 ss., con particolare riguardo all'art. 1278 c.c, secondo cui "*Se la somma dovuta è determinata in moneta non avente corso legale nello Stato, il debitore ha facoltà di pagare in moneta legale, al corso del cambio nel giorno della scadenza e nel luogo stabilito per il pagamento*". Tale considerazione è stata condivisa anche dalla prof.ssa Maugeri, in un interessante convegno in tema di *Smart Contract* e *Blockchain* tenutosi presso l'Università degli Studi di Trieste in data 9 novembre 2022, nonché da V. DE STASIO, *Verso un concetto europeo di moneta legale: valute virtuali, monete complementari e regole di inadempimento,* in *Banca, borsa, tit. cred.,* 2018, 747 ss., il quale espressamente: "*La valuta virtuale è soltanto una costruzione di un gruppo di privati, che istituiscono le regole di un "club" a cui partecipa chi vuole, secondo le regole stabilite dal fondatore del "club". Che poi a queste regole si possano applicare, in via analogica, anche regole proprie del pagamento di obbligazioni pecuniarie (S. Omlor), è tutta un'altra questione, che andrà verificata volta per volta, in relazione a ogni specifico problema: in termini di* analogia legis*, e non certo di identità di fattispecie. Riterrei pertanto da escludere l'applicazione diretta alle criptovalute delle norme dell'art. 126-octies T.u.b.*

dei pagamenti, ha comportato la necessità di creare infrastrutture "chiuse", che siano in grado di operare nei contesti menzionati. Sono state così ideate tipologie di *blockchain* come quelle del tipo "*consortium*" o a "permesso condiviso", piattaforme definibili come parzialmente decentralizzate, in cui il processo di consenso è controllato da un insieme preselezionato di nodi.

Le *blockchain* consortili (*Hybrid/Consortium Systems*) sono generalmente utilizzate per condividere informazioni tra le organizzazioni commerciali. Il processo di validazione del consenso è attuato da nodi selezionati appartenenti alle diverse istituzioni che formano il consorzio (ad esempio, un consorzio di istituti finanziari clienti di un'azienda, noti e preselezionati da un'entità terza *"trusted*").

Esistono poi quelle "private", cc.dd. *permissioned ledger*, accumunate, in sintesi, dalla presenza di nodi preselezionati che svolgono la funzione di validatori[42].

Ciò che cambia, rispetto alle *blockchain permissionless* e *permissioned* è, principalmente, il grado di fiducia che gli utenti hanno l'uno nei confronti dell'altro; infatti, nelle *blockchain* private è presente generalmente un alto livello di fiducia. Ciò perché le *blockchain* chiuse si comportano in modo simile ad una piattaforma centralizzata, in grado di fornire un elevato livello di verificabilità, dal momento che le transazioni sono visibili solo a coloro che hanno l'accesso alla piattaforma.

Inoltre, in questi casi, ogni *DLT* implementa regole proprie ai fini dell'accesso e della validazione delle transazioni. Insomma, in presenza di tali tipologie di *DLT*, il controllo è sì disperso tra più nodi, ma in modo molto più limitato rispetto alle piattaforme stile *Bitcoin*, modello dal quale le piattaforme *permissioned* si allontanano, per avvicinarsi, come si è rilevato , ad una piattaforma decentralizzata e parzialmente distribuita, ma con la presenza di una o più autorità centrali che governano la rete, il che garantisce, una maggiore sicurezza del sistema e la possibilità di meglio identificare gli utenti che vi partecipano, a seconda delle regole di cui si dota la singola

e degli artt. 1278,1279 e 1280 c.c., proprio perché non si è in presenza né di una valuta, né di una moneta che abbia corso legale in un qualunque Stato estero, né tanto meno di una moneta avente valore intrinseco", nonché da M. CIAN, *La criptovaluta - alle radici dell'idea giuridica di denaro attraverso la tecnologia: spunti preliminari, ibidem*, 2019, 315 ss.: "*Esse vanno allo stato considerate, in linea di principio, alla stregua di "merce", cioè come beni digitali, oggetto di negoziazione in quanto beni e non in quanto denaro, con le relative conseguenze applicative; e ciò, è utile ribadirlo, per effetto della selezione, operata dall'ordinamento [e dando valore, di massima, alla nozione di moneta come oggetto dell'obbligazione pecuniaria], all'interno della variegata tipologia della realtà cui appartengono tutti gli strumenti aventi funzione intermediaria negli scambi, in senso economico*." In tal senso anche G. LEMME e S. PELUSO*, Criptomoneta e distacco dalla moneta legale. Il caso bitcoin*, in *Riv. dir. banc*., 2016, 390 ss. Soluzione adottata anche dalla BCE nel suo lavoro *Virtual Currency Schemes - a Further Analysis*, 2015, p. 25; studio nel quale ha escluso la funzione monetaria delle criptovalute, in quanto prive di un apparato normativo che ne stabilisca la funzione di mezzo di adempimento delle obbligazioni pecuniarie. A ben vedere, essendo acceso il dibattito sul punto, a conclusioni diverse arriva M. F. CAMPAGNA, *Criptomonete e obbligazioni pecuniarie*, *ibidem,* 201. "*Se è condivisibile il risultato raggiunto, ossia che la criptomoneta (negli esempi paradigmatici del* bitcoin *o dell'*ether*) sembra potersi atteggiare oggi come moneta -ancorché adespota-, allora dovrebbe trovare applicazione, per quanto si è cercato di dimostrare in precedenza, la disciplina delle obbligazioni pecuniarie*".

[42] La questione è analizzata in modo approfondito da M. GIULIANO, *op. cit*., 989 ss., C. CACHIN, E. ANDROULAKI, A. D. CARO, M. OSBORNE, S. SCHUBERT, A. SORNIOTTI, M. VUKOLIC, T. WEIGOLD, *Blockchain, cryptography and consensus*, in *https://cachin.com/cc/talks/2016100-blockchain-techtuesday-web.pdf,* 2016, sito consultato il 7 marzo 2025.

piattaforma *permissioned*[43]. In poche parole, solo nelle *blockchain permissionless* tutti i nodi possono partecipare al processo di validazione delle transazioni, mentre nelle *blockchain* di tipo chiuso la partecipazione è solitamente consentita solo ai nodi che siano specificamente autorizzati[44].

3.3. Considerazioni di sintesi.

Per riassumere, quanto alle caratteristiche delle *blockchain* e delle *DLT* in generale, si può annoverare, fuor di dubbio, la disintermediazione, attuata per mezzo dell'utilizzo di uno dei vari meccanismi di formazione del consenso esistenti. Il *server* centrale è infatti costituito dalla sola piattaforma, senza che lo stesso possa svolgere alcun tipo di controllo relativamente alle informazioni inserite nel registro, mentre ogni nodo svolge, in via tendenziale, sia il ruolo di *client* che di *server* (si ricordi, inoltre, che, ferme le differenze tra *blockchain permissionless* e *permissioned,* di regola l'accesso alle piattaforme in oggetto è potenzialmente concesso a tutti i *client* interessati)[45].

Il connotato della decentralizzazione, inoltre, consente alla *blockchain* di essere resistente agli attacchi, in quanto, se uno o più nodi smettessero di funzionare, l'operatività della piattaforma sarebbe comunque garantita dal corretto funzionamento degli altri nodi.

Ancora, non essendoci un'Autorità centrale "di controllo" che funga da conservatore, essendoci invece, nella *blockchain*, una copia immutabile della piattaforma detenuta in ogni nodo, non vi è il rischio di un'eventuale perdita di dati.

---

[43] Esempio di *blockchain* privata è Chain (*https://chain.com*); si tratta di una società tecnologica che collabora con diverse organizzazioni per la creazione, l'installazione e l'utilizzo di *Blockchain* private nell'ambito di prodotti e servizi finanziari.

[44] Le potenzialità applicative della *Blockchain* (si pensi al settore dei registri immobiliari) pongono tuttavia un serio problema, ossia quello relativo all'identificazione delle parti e, in qualche modo, al controllo su chi opera all'interno della *Blockchain*. Tali aspetti hanno portato, quantomeno di recente, alla nascita di un maggior numero di *blockchain permissioned*. Scrive infatti, A. BERGAMINO. *Blockchains and the law: much ado about nothing? The case of logistics and shipping industry*, in *Diritto del Commercio Internazionale*, 1, 2021, 134: *"A number of alternative permissioned blockchains are gradually emerging*".

[45] Queste non solo le uniche caratteristiche da porre in evidenza, potendo sicuramente menzionarsi anche la libertà di accesso e di registrazione, valida in particolare, per i regimi *permissionless*, che permettono di facilitare e velocizzare le transazioni, oltre a una tendenziale maggiore sicurezza delle stesse, in quanto ogni transazione viene registrata attraverso l'utilizzo del linguaggio informatico, ossia attraverso l'impiego di stringhe alfanumeriche, per ognuna delle quali vi è solo una registrazione: non sarà così possibile validarne una ulteriore di contenuto alfanumerico identico. *Ex multis*, si veda E. LABELLA, *Gli smart contract: riflessioni sulle prestazioni "autoesecutive" nel sistema di blockchain,* in *Media Laws,* 3, 2020*,* 36. Pensare, tuttavia, che la disintermediazione abbia solo caratteristiche positive è errato. Invero già da tempo si ragione in merito a taluni *aspetti critici,* comportando, il sistema decentralizzato strutturato su catene di blocchi, il totale trasferimento di responsabilità sugli utenti stessi; ogni azione registrata su *Blockchain,* deve inoltre essere validata da almeno la maggioranza dei nodi, pertanto, in caso di problemi tecnico-informatici, il sistema risulta essere meno efficiente rispetto a un sistema centralizzato.
Ancora, l'utilizzo della crittografia pone problemi di *mala gestio* relativamente agli aspetti attinenti all'identificazione di eventuali responsabili di attività illecite. Si tratta, insomma, di risolvere i problemi connessi alla decentralizzazione, attraverso la quale i sistemi in esame possono sfuggire dall'attuazione di sistemi di controllo efficaci. Mancherebbe, per concludere, quel principio di *accountability* che tanto permea, ad esempio, la materia della protezione dei dati personali. E anche relativamente a questo punto, i sistemi *Blockchain* pongono rilevanti problemi; si tratta, in particolare, di interrogarsi su come possa essere garantito il rispetto del Regolamento europeo 679/2016 nelle *Blockchain* di tipo pubblico (in particolare), accessibili a chiunque. Si veda, sul punto, M. GIULIANO*, La Blockchain e gli smart contracts nell'innovazione del diritto nel terzo millennio*, in *Dir. Inf. e Inform.,* 989 ss.

L'altra qualità è sicuramente quella dell'immodificabilità, allo *stato attuale* della tecnica, delle transazioni ivi inserite, nel senso che una volta trascritta l'operazione voluta dai *client*, alle medesime parti e agli altri soggetti è preclusa qualsiasi tipo di modificazione.

Le caratteristiche descritte hanno contribuito ad accrescere la fortuna delle *Distribuited Ledger Technologies*, in particolare per quanto riguarda la loro applicazione a livello finanziario, determinata, se non in via esclusiva quantomeno in via primaria, dall'utilizzo dei *bitcoin*, la cui circolazione avviene attraverso transazioni registrate su sistema *blockchain*.

La tecnologia in esame si è prestata nel tempo a diverse applicazioni, comprese quelle nell'ambito della pubblica amministrazione[46], del diritto successorio[47] e di quello della pubblicità immobiliare[48]; taluni discorrono della possibilità di applicare tale tecnologia, visti gli elevati standard di sicurezza che la stessa garantisce, anche al fine della gestione di sistemi di voto digitale[49].

---

[46] Le applicazioni della *Blockchain* nel contesto della Pubblica Amministrazione aprono scenari rivoluzionari, abbracciando una varietà di ambiti che vanno dalla certificazione di documenti all'autenticazione delle identità digitali, passando per la semplificazione delle procedure di gara e arrivando alla tracciabilità della filiera dei beni. Questa tecnologia, con la sua promessa di trasparenza, sicurezza e efficienza, sta emergendo come uno strumento fondamentale per modernizzare e ottimizzare i servizi pubblici, rispondendo così in maniera più efficace alle esigenze dei cittadini e al contesto economico e sociale in continua evoluzione. Nel campo delle identità digitali, la *Blockchain* offre soluzioni per la creazione di identità sicure e facilmente verificabili, rispettando al contempo la *privacy* degli utenti. Questo sistema permette ai cittadini di controllare i propri dati personali e di condividerli selettivamente con le autorità, semplificando l'accesso ai servizi pubblici digitali e rafforzando la protezione dei dati personali.
Per quanto riguarda le procedure di gara, la *Blockchain* può rivoluzionare questo ambito attraverso la semplificazione e la trasparenza dei processi. Le offerte possono essere registrate in modo sicuro e immutabile, garantendo un'equa competizione e riducendo le possibilità di corruzione o di manipolazione dei dati. La tracciabilità completa del processo di gara migliora la fiducia nel sistema da parte di imprese e cittadini, promuovendo una maggiore partecipazione.

[47] Lo *smart contract* potrebbe costituire una vera e propria nuova forma di testamento, il testamento "intelligente", ed essere utilizzato per rendere, dal momento della registrazione dell'atto di morte nella *blockchain,* automatica l'esecuzione del processo successorio. In altre parole, le procedure normalmente conseguenti alla morte di una persona (quali il blocco del conto corrente, la liquidazione di un'assicurazione, lo scioglimento di un contratto *intuitu personae,* l'esecuzione di un contratto di mandato *post mortem exequendum*, il trasferimento di beni digitali), si attiverebbero automaticamente, senza necessità di intermediari (notaio, esecutore testamentario, curatore di eredità giacente, ecc.), all'avverarsi dell'evento morte grazie alla pubblicazione, *rectius* registrazione, sulla *blockchain* dello smart contract (rectius, del testamento intelligente) programmato dal testatore. La *blockchain*, a sua volta, potrebbe costituire un registro "ufficiale" di informazioni legate all'eredità e, in particolare, il "luogo" di esecuzione, sì da garantire allo stesso tempo la sua provenienza, la sua inalterabilità e la sua esistenza.

[48] La *blockchain* ostacola la manipolazione dei dati, una volta che le informazioni sono presenti nel registro distribuito. Di conseguenza, tale tecnologia registra i dati in modo permanente, efficiente e trasparente, in modo che tutte le parti coinvolte possano vedere la cronologia delle transazioni. Inoltre, è molto difficilmente attaccabile, proprio per la sua stessa natura decentralizzata e distribuita. Tutte queste caratteristiche hanno incoraggiato lo sviluppo di transazioni *peer-to-peer* con criptovalute, come ben si sa, ma è anche bene notare che, dall'avvento delle prime criptovalute, gli investitori hanno cercato modi per *tokenizzare*, altri tipi di asset, tra cui quelli immobiliari. Ci sono state molte *start up* che hanno tentato di cogliere le opportunità di successo; ad esempo, con una *initial coin offering* che ha raccolto oltre 15 milioni di dollari USA di investimenti, Propy è sicuramente un'azienda da tenere d'occhio in ambito immobiliare. Fondata nel 2015, la società consente agli investitori di acquistare proprietà attraverso *blockchain* in numerose località, tra cui le più importanti sono negli Stati Uniti, Dubai, Europa e Hong Kong. L'obiettivo di Propy è quello di automatizzare il processo di acquisto nelle transazioni immobiliari, che è tuttora inutilmente complicato e poco standardizzato, in quanto diverso in ogni giurisdizione. La *blockchain* è la tecnologia perfetta per un trasferimento di valore come quello dei diritti di proprietà. Nel 2017, Propy ha annunciato il completamento della prima transazione immobiliare su *blockchain*, avente per oggetto un appartamento a Kiev, in Ucraina, acquistato dall'americano Michael Arrington, fondatore di TechCrunch. Questa prima transazione si è configurata come un acquisto da remoto, reso possibile grazie all'esistenza di una piattaforma di transazione che supporta gli *smart contract* per eseguire acquisti online. Il pagamento per la proprietà è stato effettuato in *Ether*, attraverso uno *smart contract*, senza dunque ricorrere né a Propy, né a notai, né tantomeno a conti di garanzia. Una volta soddisfatte le condizioni del contratto digitale, ovvero una volta che i diritti di proprietà sono stati trasferiti su *blockchain* e poi registrati presso il registro agrario dell'Ucraina, il compenso è entrato in possesso del venditore dell'appartamento.

[49] Il tema, di notevole interesse, risulta indagato da L. PIATTI, *Dal codice civile al codice binario: blockchain e smart contracts*, 340 ss e da G. LEMME, *Blockchain, Smart Contracts e Privacy, o del nuovo manifestarsi della volontà contrattuale*, in *Privacy digitale*, Milano, 2019, 293 ss.

Alla luce delle riflessioni ora svolte, potrebbe affermarsi come la *blockchain* sia, di fatto, una tecnologia priva di difetti. Così non è, allo stato attuale. Anzi, emergono alcune criticità che devono essere in qualche modo superate se si vogliono esplorare le potenzialità applicative delle tecnologie distribuite.

Come si è scritto, le tecniche *DLT* sfruttano al massimo le capacità di calcolo dei *computer*, poggiando interamente su nodi, ossia macchine informatiche, le quali, per poter funzionare adeguatamente, necessitano di energia. L'argomento è decisamente attuale, in un contesto nel quale, proprio in virtù del caro energia, stiamo vivendo una crisi del sistema economico dovuta all'innalzamento dell'inflazione (si consideri, a titolo esemplificativo, che la tecnologia *Blockchain*, a livello mondiale, nel 2017, ha bruciato l'intera quantità di energia consumata in Irlanda tutto l'anno)[50].

Connessa a tale problematica è stata la scelta, per una delle più importanti piattaforme, *Ethereum*, di passare dal metodo di validazione delle transazioni c.d. "*proof of work*" al meccanismo "*proof of stake*", che implica un minor impiego di energia.

La crittografia a chiave pubblica rappresenta certamente un vantaggio. Nondimeno essa contiene anche insidie, intrinseche proprio della tecnologia *blockchain*. La crittografia protegge la rete, ma gli utenti che smarriscono le loro chiavi private possono perdere irrimediabilmente la possibilità di accedere al proprio denaro.

Ancora, in ragione della sua complessità, la tecnologia *blockchain* è destinta a non essere accessibile a molti utenti, impdendo di fatto soprattuto ai più sprovveduti di usare le criptovalute

[50] E. LABELLA, *op. cit*., p. 37, il quale fa notare come questo sistema di circolazione della ricchezza del tutto decentralizzato si presti ad una facile elusione dei controlli dell'Autorità giudiziaria, agevolando associazioni criminali o circolazione di *file* contenenti dati sensibili o illegali (primo fra tutti il trasferimento di *file* pedopornografici).
Ancora, sul consumo di energia sottolinea come "*Tutto il sistema poggia su nodi, ossia su computer. Anzi, qui la parola più calzante è proprio la traduzione letterale che fin troppo presto è stata abbandonata in favore di quella inglese: calcolatori. E le macchine per poter calcolare hanno bisogno di un quantitativo di energia ormai non più trascurabile, il che genera un costo economico non solo per l'utente, ma anche per la collettività, diventando un costo sociale di cui l'ordinamento deve tener conto*".
Sul sito *https://www.lavoce.info/archives/93103/blockchain-quanto-pesa-il-consumo-di-energia/,* si dà notizia del *Cambridge Bitcoin Electricity Consumption Index (Cbeci)*, progetto creato presso il *Cambridge Centre for Alternative Finance*, un istituto di ricerca indipendente con sede presso la *Judge Business School* dell'Università di Cambridge. Secondo il *Cbeci*, all'8 febbraio 2022, la *blockchain Bitcoin* utilizza 14,27 gigawatt (GW) di energia elettrica, che corrisponde a un consumo totale annuo di elettricità di 125,10 terawatt-ore (TWh). La cifra è una misura annualizzata che presuppone un uso continuo di energia al tasso sopra menzionato per un periodo di un anno. Si tratta dello 0,59 per cento del consumo totale annuale di elettricità nel mondo. Per mettere queste cifre in prospettiva, Cbeci offre alcuni paragoni interessanti, come per esempio: l'analogo del mondo reale più vicino di *Bitcoin* è l'oro. È interessante notare come l'estrazione dell'oro consumi 131 TWh, un po' più della sua controparte digitale; l'aria condizionata globale consuma 2199 TWh (sedici volte più del *Bitcoin*), le reti globali di trasmissione dati consumano 250 TWh e i centri dati globali consumano 200 TWh; i televisori e l'illuminazione negli Stati Uniti consumano 60 TWh ciascuno, mentre i frigoriferi negli Stati Uniti utilizzano 104 TWh.
Ancora, nonostante si sia predisposti a pensare diversamente, il sistema *Blockchain* è un sistema lento. Lo scrivono, fra gli altri, nel 2018, L. Parola, P. Merati e G. Gavotti, *Blockchain e smart contract: questioni giuridiche aperte*, in *Contratti*, 6, 2018, p. 682. Lo sottolineava anche il prof. Danilo Bruschi, dell'Università di Milano, nel suo intervento "*La diversificazione delle tecnologie Blockchain*" al convegno tenutosi nella relativa università in data 14 e 15 settembre 2022, dal titolo "*La nuova disciplina europea dei mercati digitali: nuovi paradigmi dell'autonomia contrattuale".*

e i servizi associati alle piattaforme distribuite, per cui la maggior parte del mondo delle *blockchain* è ancora troppo tecnico per i normali utenti.

Un altro aspetto problematico è costituito dall'integrazione. Le app basate sulla *blockchain* si prestano difficilmente ad essere integrate con i dati esterni alla catena e con i sistemi di concezione obsoleta.

Pure la caratteristica dell'immodificabilità, invero, può celare più di una problematica; in ragione dell'eccessiva rigidità della *blockchain,* infatti, più di una difficoltà di adattamento dei sistemi tecnologici di cui si scrive con le normative nazionali in ambito contrattuale è ipotizzabile.

Una volta esaurito il quadro definitorio delle *blockchain*, si ritiene opportuno analizzare una piattaforma in particolare, *Ethereum*. L'analisi consentirà di indagare i rapporti tra tecnologia *blockchain* e *smart contract*.

4. *Ethereum* e il rapporto tra *blockchain* e *smart contract.*

Ethereum (ETH) è una piattaforma decentralizzata, che può essere scaricata gratuitamente. Essa è stata ideata nel 2013 da un programmatore russo, tale Vitalik Buterin, il quale, affascinato dallo sviluppo delle tecnologie distribuite, decise di ideare una piattaforma attraverso la quale i programmatori potessero sviluppare applicazioni decentralizzate. Si tratta di applicazioni eseguite su una rete *blockchain*, anziché su una rete centrale. *Ethereum* è funzionale alla sola gestione di transazioni concernenti pagamenti in valuta virtuale. Diversamente da *Bitcoin, Ethereum* consente la registrazione e la gestione dei contratti cc.dd. intelligenti. Questi, una volta lanciati all'interno della *blockchain*, non possono più essere modificati.

"*Smart contracts are simply computer programs living on the Ethereum blockchain*", secondo quanto riporta il sito ufficiale di *Ethereum*.

In ragione delle sue caratteristiche, la *blockchain Ethereum* è in grado supportare un linguaggio contrattuale completo di Turing[51], il che consente dunque la creazione di *smart contracts*: essa rappresenta così una piattaforma più evoluta di *Bitcoin.*

Con *Ethereum,* infatti, è possibile creare e riprodurre in maniera digitale qualsiasi bene o idea, sotto forma di *token* (su cui si scriverà nel prosieguo). L'uso delle risorse computazionali di *Ethereum* è remunerato con una speciale criptovaluta denominata "*Ether*", che rappresenta la moneta virtuale di scambio della piattaforma.

[51] La Turing equivalenza è la proprietà dei modelli di calcolo che hanno lo stesso potere computazionale di una macchina di Turing universale (*MdTu*). Un modello che ha lo stesso potere computazionale di una MdTu si dice Turing equivalente o Turing completo. Alan Turing era un matematico e scienziato britannico ed è considerato il padre dell'intelligenza artificiale (AI). Nato nel 1912, Turing mostrò una precoce attitudine per la matematica e iniziò a studiare all'Università di Cambridge nel 1931.

Si è messo in luce di come il potenziale delle *blockchain,* e di *Ethereum* in particolare, vada oltre il loro utilizzo come moneta, in quanto possono essere funzionali all'esecuzione decentralizzata degli *smart contracts*, senza la necessità di intermediari come siti di *e-commerce*, società bancarie o pubbliche amministrazioni. Questo fenomeno ha contribuito ad accrescere l'operatività e lo sviluppo dei programmi per elaboratore[52].

Occorre evidenziare, pur se, come già si è scritto, i *contratti intelligenti* non sono necessariamente collegati alla *blockchain,* che l'incontro con le *DLT* ha trasformato gli *smart contract*: da uno strumento più tradizionale – semplici protocolli computerizzati per effettuare transazioni – ad uno strumento più sofisticato, suscettibile di un'applicazione del tutto innovativa. Infatti, la combinazione tra *blockchain* e *smart contract* garantisce all'utilizzatore, oltre all'automazione della sua esecuzione e all'immutabilità delle condizioni poste a fondamento della sua operatività, caratteristiche queste che sono già insite nella tecnologia degli *smart contract*, la disintermediazione totale dei rapporti negoziali e il superamento dell'elemento fiduciario.

Per comprendere meglio il rapporto sussistente tra *smart Contract* e *Distribuited Ledger Technology*, si pensi, nuovamente, alla *vending machine* cui si riferiva Szabo allorquando teorizzava lo *smart contract*. Nel rapporto obbligatorio mediato da un distributore automatico si ha un unico proponente – il proprietario della macchina – a fronte di un pubblico indistinto di potenziali acquirenti. Differentemente, con lo *smart contract* inserito in ambiente *blockchain* non esiste un proprietario della macchina (reti *permissionless*) e, nel caso in cui anche esistesse, come avviene nelle reti *permissioned*, sarebbe irrilevante, posto che anche le *blockchain permissioned* o private sono, in ogni caso, decentralizzate. Lo *smart contract* per natura si presta ad essere messo a disposizione di un numero *indefinito* di proponenti per raggiungere un altrettanto numero indefinito di acquirenti affinché tra loro si perfezioni lo scambio di beni e servizi.

Pertanto, si può affermare che, pur potendo lo *smart contract* collocarsi al di fuori delle reti distribuite, è stato proprio l'affiancamento a quest'ultime a determinarne una vera e propria metamorfosi, potendosi quindi ad oggi discorrere di varie tipologie di *smart contract*, alcuni dei quali, alla presenza di determinate circostanze, potrebbero essere qualificati quali contratti veri e propri[53].

---

[52] A tal proposito si legga quanto affermato espressamente da A. U. JANSSEN e F. P. PATTI, *op cit*., 36: "*La piattaforma blockchain non solo assicura la verifica di ogni transazione attraverso i nodi (ossia i computer nella catena), ma, mediante la registrazione del contratto in un blocco e l'invio dei relativi dati ad ogni nodo, rende l'esecuzione automatica e – in linea di principio – immutabile. Pertanto, è frequente l'affermazione secondo cui gli smart contracts determinano una digitalizzazione della fiducia con la certezza dell'esecuzione e la creazione di efficienza, grazie all'eliminazione degli intermediari e dei costi da essi prodotti. I descritti elementi rappresentano i principali vantaggi degli smart contracts basati su piattaforma blockchain*".

[53] Si legga quanto scritto da F. DI CIOMMO, *Blockchain, Smart contract, Intelligenza Artificiale (ai) e Trading algoritmico: ovvero, del regno del non diritto*, in *Rivista degli Infortuni e delle malattie professionali,* 8: "*Evidentemente, una descrizione del fenomeno così ampia consente subito di ribadire che all'interno della categoria degli smart contract possono farsi rientrate tanto veri e propri contratti, che vengono perfezionati ed eseguiti (più o meno) integralmente dai sistemi automatizzati, quanto singole fasi di una operazione contrattuale, o anche solo di un'operazione economica. Questa seconda ipotesi si verifica, ad esempio, quando è*

5.1. Intelligenza Artificiale.

Qualche precisazione si rende necessaria anche con riferimento ad altri concetti: si pensi in particolare alle nozioni di Intelligenza Artificiale, *Token* e oracoli. Le piattaforme *blockchain* e, soprattutto, gli *smart contracts*, interagiscono anche con queste tecnologie (si pensi ai cc.dd. oracoli, i quali permettono una connessione verso l'esterno dello *smart contract*[54]). Dal punto di vista prettamente tecnico giuridico, inoltre, si discute in merito alla possibilità di utilizzare meccanismi di *AI* per risolvere i quesiti derivanti, fra gli altri, dall'estrema rigidità e tendenziale immodificabilità che caratterizza gli *smart contract* [55].

Per quanto riguarda i primi studi sull'intelligenza artificiale, basterà ricordare in questa sede che essi risalgono ad Alan Turing, il quale negli anni Cinquanta del XX secolo sviluppò alcune intuizioni formulate nei decenni precedenti[56].

Tuttavia, per assistere ad un significativo sviluppo applicativo dei sistemi di Intelligenza artificiale, occorre attendere per lo meno un cinquantennio; è infatti solo a cavallo tra ventesimo e ventunesimo secolo che si è assistito ad uno sviluppo dirompente di questa tecnologia.

---

soltanto l'esecuzione di tutte o di alcune prestazioni ad essere rimessa all'accertamento, da parte del sistema automatizzato, del verificarsi dei presupposti fattuali a cui l'esecuzione è condizionata, ovvero come ad esempio avviene quando è la sola conclusione del contratto ad essere rimessa all'accertamento automatico delle condizioni in presenza delle quali le parti vogliono che quel contratto si perfezioni". E ancora, lo stesso Autore a pagina 8 scrive come "*Anche alla luce di queste ultime considerazioni, in definitiva si può ribadire quanto già sopra affermato circa il fatto che, al momento, sul piano strettamente giuridico, al concetto di smart contract appare riconducibile una gamma di fattispecie talmente vasta che, per la sua varietà ed eterogeneità, non si presta compiutamente ad una trattazione unitaria, se non in termini meramente ricognitivi e assai generici".* Sulla stessa linea anche M. F. TOMMASINI*, op. cit.,* p. 833: "*Sulla base proprio del rapporto che lega codice informatico e accordo, gli smart contracts, perciò, possono essere semplici veicoli di scambio delle dichiarazioni negoziali; atti di esecuzione di contratti conclusi in forma tradizionale; o, ancora, fonti del vincolo negoziale in quanto "creano, modificano, trasferiscono diritti, doveri e poteri*". Così anche M. GIULIANO, *L'adempimento delle obbligazioni pecuniarie nell'era digitale*, Torino, 2019, p. 151.

[54] Ossia *input* provenienti da fonti esterne che, come dsi è scritto, consentono allo *smart contract* di connettersi al mondo reale, verificando così le condizioni di cui necessita ai fini del corretto funzionamento dell'algoritmo. Gli esempi possono essere numerosi, fra i quali i *data feed* che forniscono un tasso di interesse o i sensori che trasmettono le informazioni concernenti il cambio di temperatura esterna, il controllo della velocità, la posizione (importanti, quest'ultimi per il settore assicurativo, con particolare riguardo alle assicurazioni *pay as you drive*). La questione inerente agli oracoli, sui quali verrà apposta la dovuta attenzione nel prosieguo del presente lavoro, è stata indagata nel dettaglio in particolare da M. T. GIORDANO*, Il problema degli oracoli*, in *Blockchain e smart contract: funzionamento, profili giuridici e internazionali*, *applicazioni pratiche*, Milano, 2019, 255 ss.

[55] Interessanti spunti possono essere ravvisati in D. FAUCEGLIA, *Il problema dell'integrazione dello smart contract*, in *Contratti*, 5, 2020, 591 ss., ma anche in S. A. CERRATO, *Appunti su smart contract e diritto dei contratti*, in *Banca borsa tit. cred*., 3, 2020, 370 ss.

[56] Si rinvia all'arcinoto: *Computing Machinery and Intelligence,* reperibile su *http://links.jstor.org/sici.*

Il test di Turing, proposto da Alan Turing nel 1950, è un test della capacità di una macchina di esibire un comportamento intelligente che è indistinguibile da quello di un essere umano. Il test viene condotto facendo impegnare un giudice umano in una conversazione in linguaggio naturale con un altro essere umano e una macchina, entrambi nascosti alla vista del giudice. Se il giudice non è in grado di dire in modo affidabile quale dei due interlocutori nascosti è la macchina, si dice che la macchina ha superato il test di Turing. Il test di Turing è stato ampiamente utilizzato nel campo dell'intelligenza artificiale come un modo per valutare i progressi della ricerca e dello sviluppo dell'IA. Nell'articolo, Turing prende spunto da un gioco, chiamato "gioco dell'imitazione", con tre partecipanti: un uomo A, una donna B, e una terza persona C. Quest'ultima è tenuta separata dagli altri due e, attraverso una serie di domande, deve stabilire qual è l'uomo e quale la donna. Dal canto loro anche A e B hanno dei compiti: A deve ingannare C e portarlo a un'identificazione errata, mentre B deve aiutarlo. Affinché C non possa disporre di alcun indizio (come l'analisi della grafia o della voce), le risposte alle domande di C devono essere dattiloscritte o trasmesse in modo simile.

Il test di Turing si basa sul presupposto che una macchina si sostituisca ad A. Se la percentuale di volte in cui C indovina chi è l'uomo e chi la donna è simile prima e dopo la sostituzione di A con la macchina, allora la macchina stessa dovrebbe essere considerata intelligente, dal momento che - in questa situazione - sarebbe indistinguibile da un essere umano.

L'espressione Intelligenza Artificiale sta ad indicare lo sviluppo di sistemi *hardware* e *software* dotati di capacità tipiche dell'essere umano e in grado di perseguire autonomamente una finalità definita, adottando prendendo decisioni che, fino a quel momento, erano solitamente affidate agli esseri umani[57].

I settori nei quali l'impiego dell'Intelligenza Artificiale è maggiormente utilizzato sono il *Recommendation*, attraverso il quale la tecnologia in esame permette di indirizzare preferenze, interessi e decisioni dell'utente basandosi su informazioni da lui fornite in modo diretto o indiretto, le soluzioni di *Virtual Assistant/Chatbot*, in grado di erogare servizi a un interlocutore umano interagendo attraverso lo scritto o il parlato, e il settore dell'*Autonomous Vehicle*, cioè mezzi a guida autonoma capaci di percepire l'ambiente esterno e di individuare le manovre corrette da porre in essere.

Sul punto, di recente, l'Unione Europea ha emanato il Regolamento (UE) 2024/1689 che stabilisce norme armonizzate sull'intelligenza artificiale, con l'obiettivo di promuovere un'IA affidabile in Europa.

L'*AI Act* costituisce il primo esempio a livello mondiale di disciplina compiuta dell'Intelligenza Artificiale, come del resto lo è stato il *GDPR*. L'obiettivo dichiarato è quello di un'intelligenza artificiale a misura d'uomo, e soprattutto rispettosa dell'uomo, della sua sicurezza e dei suoi diritti fondamentali. Restano peraltro del tutto fuori dal regolamento le applicazioni in campo militare.

Il Regolamento consta di ben 113 articoli, e unitamente 13 allegati. L'opzione per il regolamento, come già avvenuto con riferimento al *GDPR,* è funzionale ad assicurare il grado di uniformizzazione più elevato possibile, obiettivo che non sarebbe stato raggiungibile con lo strumento della direttiva.

Il regolamento si applica a tutti i prodotti di IA immessi o commercializzati nell'UE, a prescindere dal luogo di produzione (art. 2 AIA). Seguono nell'art. 3, una lunga serie di definizioni, tra le quali quelle di intelligenza artificiale e fornitore. In particolare per intelligenza artificiale si intende "*sistema di IA: un sistema automatizzato progettato per funzionare con livelli*

[57] Riferimenti interessanti si possono trovare, *ex multis*, in A. URICCHIO, *Intelligenza artificiale e diritto - robot tax: modelli di prelievo e prospettive di riforma*, in *Giur. It*, 7, 2019, 1657 ss., ma anche in P. GALLO, *Intelligenza artificiale e protezione dei dati personali*, in *Digesto sez. civ. on line*, 2024, 1 ss., A. SANTOSUOSSO, *Diritto, scienze, nuove tecnologie,* Padova 2016; ID., *Intelligenza artificiale e diritto,* Firenze 2020; U. RUFFOLO (Cur.), *Intelligenza artificiale e responsabilità,* Milano 2017; ID., *Intelligenza artificiale. Il diritto, i diritti, l'etica,* Milano 2020; A. BERTOLINI, *Human-Robot Interaction and Deception, ODCC,* 2018, 645 ss.; R. TREZZA, *Diritto e intelligenza artificiale. Etica, privacy, responsabilità, decisione,* Pisa 2020; N. F. FRATTARI, *Robotica e responsabilità da algoritmo. Il processo di produzione dell'intelligenza artificiale, CeI,* 2020, 458 ss., E. CATERINI, *L'intelligenza artificiale sostenibile e il processo di socializzazione del diritto civile,* Napoli 2020; G. FINOCCHIARO, *Intelligenza artificiale e responsabilità, CeI,* 2020,713 ss.; F. FONTANAROSA, *Copyright e intelligenza artificiale nel diritto dell'unione europea, Osservatorio di diritto civile e commerciale,* 2020, 129 ss.; G. ALPA (Cur.), *Diritto e intelligenza artificiale,* Pisa 2020; R. TREZZA, *Diritto e intelligenza artificiale,* Pisa 2020; G. A. CONTALDO (Cur.), *Intelligenza artificiale,* Pisa 2020; A. LONGO, G. SCORZA, *L'intelligenza artificiale. L'impatto sulle nostre vite, diritti e libertà,* Milano 2020; U. SALANITRO, *Intelligenza artificiale e responsabilità: la strategia della commissione europea, Riv. dir. civ.,* 2020, 1246 ss.

di autonomia variabili e che può presentare adattabilità dopo la diffusione e che, per obiettivi espliciti o impliciti, deduce dall'input che riceve come generare output quali previsioni, contenuti, raccomandazioni o decisioni che possono influenzare ambienti fisici o virtuali"; per fornitore "*una persona fisica o giuridica, un'autorità pubblica, un'agenzia o un altro organismo che sviluppa un sistema di IA o un modello di IA per finalità generali o che fa sviluppare un sistema di IA o un modello di IA per finalità generali e immette tale sistema o modello sul mercato o mette in servizio il sistema di IA con il proprio nome o marchio, a titolo oneroso o gratuito"*.

Il regolamento prevede poi una disciplina piuttosto analitica degli adempimenti e degli obblighi a carico in particolare dei fornitori e degli utenti a seconda del livello di rischio[58].

Ciò brevemente premesso in tema di definizione di Intelligenza artificiale, occorre ribadire, per evitare fraintendimenti, come le proprietà dell'intelligenza artificiale distinguono chiaramente quest'ultima dagli *smart contract*. Gli *smart contract,* in quanto protocolli di transazione basati su algoritmi, rappresentano un fenomeno distinto da quello dell'intelligenza artificiale.

Tuttavia, nel contesto dei programmi per elaboratoresi tende a fare riferimento all'intelligenza artificiale per cercare di risolvere alcune delle questioni che nascono dall'estrema inflessibilità che li caratterizza.

Occorre altresì ricordare come il fenomeno degli *smart contracts* sia solo agli inizi. Per questo, se oggi gli stessi possono essere utilizzati esclusivamente per l'esecuzione di obbligazioni standardizzate, traducibili in codici binari, non può escludersi che in un futuro, la loro interazione con altre tecnologie, come proprio l'intelligenza artificiale, possa renderli capaci di attuare obbligazioni complesse e articolate. L'applicazione dell'intelligenza artificiale allo *smart contract*, insomma, ne amplificherebbe notevolmente le sue potenzialità. Infatti, diverrebbe uno strumento capace di assumere autonomamente decisioni, rispondendo a stimoli esterni non previsti in fase di programmazione[59].

---

[58] In particolare, per quanto riguarda il Regolamento europeo, cfr. P. GALLO, *op. cit*., 1 ss., A. QUARANTA, *L'intelligenza artificiale e il paradosso di una sostenibilità umanizzata*, in *Ambiente & sviluppo*, n. 2, 2025, 98 ss., A. GENTILI, *Regole per l'Intelligenza artificiale*, in *Contratto e Impresa*, 4, 2023, 1043 ss. e F. BRAVO, *Intelligenza artificiale, autonomia contrattuale e meccanismi di controllo*, *ibidem*, 1070 ss.
In particolare, si distingue a seconda che si tratti di sistemi di IA vietati, ad alto rischio ed a basso rischio. E' vietata l'immissione sul mercato, la messa in servizio o l'uso di un sistema di IA che utilizza tecniche subliminali, che sfrutta le vulnerabilità di uno specifico gruppo di persone, dovute all'età o alla disabilità fisica o mentale, al fine di distorcerne materialmente il comportamento; ancora, è vietato classificare le persone sulla base di caratteristiche sensibili, come sono vietati i sistemi di *social scoring* finalizzati a classificare l'affidabilità delle persone, i sistemi di polizia predittiva che si basano sul riconoscimento delle emozioni, la realizzazione di banche dati di riconoscimento facciale *tramite scraping* di immagini facciali da Internet o da filmati di telecamere a circuito chiuso, i sistemi di controllo delle emozioni sul posto di lavoro o a scuola, nonché l'uso di sistemi di identificazione biometrica remota "in tempo reale" in spazi accessibili al pubblico a fini di attività di contrasto, i quali potrebbero mettere a rischio la *privacy* dei cittadini e scoraggiare l'esercizio di altri diritti fondamentali, come per esempio quello di riunione, salvo che per ricercare le vittime di reati, come per esempio le persone rapite, i minori scomparsi, prevenire atti di terrorismo o ricercare gli autori di gravi reati per i quali è previsto il mandato d'arresto europeo, previa in ogni caso autorizzazione rilasciata dall'autorità giudiziaria (art. 5 AIA).
[59] Si veda, a tal proposito, D. WALLIS, *Visions of Future: Smart Contracts, Blockchain, and Artificial Intelligence*, in Aa. Vv. *The Cambridge Handbook of Smart Contracts, Blockchain Technology and Digital Platforms*, a cura di Di Matteo, Cannarsa, Poncibò, I, 1, Cambridge, 2020, 359 ss. R. BROWNSWORD, *Smart Transactional Technologies*, *Legal Disruption*, *and the Case of Network*

5.1. *Token*.

Rilevante nella tematica *de qua* è anche il fenomeno della *tokenizzazione*. Una delle applicazioni più note dello *smart contract*, infatti, è il *non-fungible token (NFT).* Si tratta di un bene digitale, la cui traduzione in italiano è "gettone non fungibile", che rappresenta, al contempo, un atto di proprietà e un certificato di autenticità, scritto su catena di blocchi, di un bene digitale o fisico. Il *non-fungible token* è collegato a questo bene mediante le istruzioni contenute nello *smart contract*, che svolge, pertanto, un ruolo centrale: le regole per la creazione, il trasferimento e la distruzione di un *token* sono scritte nel codice del contratto.

Infatti, nonostante il bene a cui il certificato è collegato sia spesso esterno al sistema digitale in cui opera lo *smart contract*, le sorti del *token,* essendo codificate nello *smart contract*, dipendono da quanto previsto nelle istruzioni di quest'ultimo.

In generale, un *token* può essere considerato come una unità di valore che rappresenta un bene digitale che può essere una criptovaluta, un prodotto, un oggetto fisico o un servizio; un *token* può quindi essere considerato come un bacino di informazioni *digitali* in grado di conferire un diritto ad un soggetto determinato, che lo acquisisce[60].

Possono quindi essere qualificati alla maniera di un documento, una rappresentazione di una posizione giuridica soggettiva attiva, configurabile di volta in volta quale diritto soggettivo o potestativo.

Si tende, secondo quella che è la prassi applicativa, a distinguere tra *utility token*, che consentono di offrire benefici specifici a utenti all'interno di una piattaforma o un'applicazione[61],

Contracts, ibidem, 313 ss. e B. PASA, L.A. DI MATTEO, *Observations on the Impact of Technology on Contract Law, ibidem* 334 ss.

[60] In particolare, uno dei settori in cui si registra, per lo più, l'impiego di *token*, è relativo al fenomeno delle *Initial Coin Offering* (di seguito *ICO*, in italiano, letteralmente "offerte di criptoattività"). Si tratta di un semplice fenomeno di *crowdfunding,* che si concretizza attraverso la pubblicazione, da parte di un emittente, di un *white paper online*, nel quale sono inserite le informazioni relative al progetto imprenditoriale che si vuole realizzare. Il finanziamento avviene attraverso l'acquisto in moneta legale o, come spesso avviene, in criptovalute (*bitcoin* o *ether* per lo più), dietro lo scambio di *token,* appunto. Sulle interessanti iniziative, in particolare in ambito *Fintech,* che riguardano l'impiego di *token*, si segnala, *ex multis,* il contributo di C. SANDEI, *Le initial coin offering nel prisma dell'ordinamento finanziario*, in *Riv. dir. civ*., 2020, 2, 391 ss.
In dottrina, sono state distinte diverse tipologie di *token*: dai *Not Fungible Token*, rappresentanti l'atto di proprietà ed il certificato di autenticità, scritto su catena di blocchi, di un bene unico (digitale o fisico), ai *Fungible token*, i quali sono identici l'uno all'altro, essendovi uguaglianza nella loro natura e funzionalità (classico esempio, i *bitcoin* scambiati su *blockchain*). L'impiego di *Not Fungible Token* è stato di recente associato al mercato delle opere d'arte (cui fa riferimento il recente contributo di P. LIBERANOME, *Criptoarte e nuove sfide alla tutela dei diritti autoriali*, in *Contratti*, 1, 2022, 93); in particolare, in questo settore, il *NFT* attribuisce all'opera digitale le caratteristiche e i diritti che di regola vengono associate alle opere d'arte nella loro dimensione fisica (autenticità, unicità etc.). Il *token* registra su *blockchain* i dati relativi alla proprietà e autenticità dell'opera, sicché il file digitale contenente l'opera potrà essere riprodotto innumerevoli volte, ma sarà il non *fungible token* associato all'originale a garantire tutti i diritti di regola connessi con le opere materiali, e quindi derivanti dalla proprietà stessa dell'opera.

[61] Questi ultimi, inoltre, rientrano nella tipologia c.d. "di classe 3", o mista, in quanto il titolare di queste *utilities* non vanta alcun diritto nei confronti di una controparte, ma allo stesso viene associato un diritto di proprietà, unitamente anche ad altri diritti (a titolo esemplificativo, diritto di voto o altri diritti economici). Nei *token* di classe 1, invece, al titolare del *token* non viene garantito alcun diritto o beneficio nei confronti di una controparte, di terzi o di una piattaforma. È ciò che accade, ad esempio, per i cc.dd. *bitcoin,* i quali sono *token* che vengono scambiati attraverso transazioni registrate su *blockchain*. Infine, l'ultima categoria è quella di tipo 2, nella quale, specularmente, vengono attribuiti specifici diritti nei confronti di una controparte (è il caso di *token*

security token, i quali rappresentano la proprietà di un *asset* digitale o fisico a cui è collegato il valore di tali *token*, e *commodity token*, i quali si distinguono dai s*ecurity token* in virtù del fatto che il loro valore è collegato esclusivamente ad un tipo di *asset* noto come *commodity*, ossia ogni tipo di prodotto o materia prima tangibile e fruibile sul mercato, facilmente immagazzinabile e conservabile nel tempo (i *commodity token* consentono il registro di transazioni di *asset* come il caffè, il grano, l'oro oppure il petrolio, all'interno di una *blockchain*)[62].

5.2. Gli oracoli.

Altro concetto di cui si deve fornire una definizione quando si scrive di *smart contract* è quello di *oracolo*. Si consideri uno *smart contract* inserito in una *DLT*; al fine di attivarsi, l'algoritmo potrebbe avere necessità di ricavare delle informazioni (ad esempio, il pagamento o la consegna di un bene) che potrebbero essere riscontrate direttamente all'interno della *Blockchain*; tuttavia, tali informazioni potrebbero anche essere esterne alla stessa (ad esempio, l'informazione "ritardo del volo")[63].

Inoltre, si ricordi che non tutti gli *smart contract* sono inseriti nelle *DLT*; in tal caso le informazioni saranno presenti in via esclusiva nel mondo esterno.

In tutte queste ipotesi entrano in gioco gli oracoli, strumenti che permettono al programma di dialogare col mondo esterno. Gli oracoli possono essere basati su un *software*, *hardware* o su intermediari finanziari. Un oracolo basato su un *software* può essere programmato per cercare e analizzare il testo da fonti *online* e può controllare gli eventi che si verificano su altre *blockchain*, ad esempio. Esistono alcuni pro e contro per l'impiego di questi oracoli, ma la questione principale sembra essere quella relativa alla fiducia nella fonte delle informazioni. Ad esempio, campagne di guerriglia digitale possono manipolare le informazioni disponibili e, di conseguenza, alterare il dato prelevato.

---

rappresentativi di *assets* materiali o immateriali (all'interno di questa categoria vengono fatti rientrare anche i titoli di credito, siccome disciplinati dall'ordinamento italiano).

[62] Si ricordi, inoltre, che sul punto è intervenuto di recente il legislatore europeo, con il Regolamento del Parlamento europeo e del Consiglio relativo ai mercati delle cripto-attività e che modifica i regolamenti (UE) n. 1093/2010 e (UE) n. 1095/2010 e le direttive 2013/36/UE e (UE) 2019/1937. Cfr. M. LEMBO, *Il Regolamento UE 2023/1114 (MiCA) sul mercato delle criptovalute*, in *i Contratti,* 1, 2025, 70 ss., I. AVEGNO, *Regolamentazione delle criptoattività: lo scenario comunitario,* in *Amministrazione e finanza*, 1, 2024, 15 ss., F. P. PATTI, *L'offerta al pubblico di cripto-attività nel Titolo II del Regolamento MiCA*, in *Riv. dir. civ*., 1, 2024, 97 ss., R. RAZZANTE*, Il panorama delle regole UE su blockchain e crypto asset*, in *Notariato*, 5,2023, 579 ss.

[63] Il tema degli oracoli è stato indagato, in particolare, da M.T. GIORDANO, *Il problema degli oracoli*, in Aa. Vv. *Blockchain e Smart Contract,* op. cit., 255 ss., R. BATTAGLINI, P. NICORELLI, *Smart legal contract: dall'idea al codice*, Milano, 2021, 22, A. EGBERTS, *The Oracle Problem - An Analysis of how Blockchain Oracles Undermine the Advantages of Decentralized Ledger Systems*, reperibile in *https://ssrn.com/abstract=3382343*, 2017.

Gli oracoli *hardware* ottengono invece dati esterni, recuperati da sensori e dall'*IoT*[64]. Quest'ultimi offrono un modo sicuro e non manipolabile per raccogliere i dati dai sensori degli oggetti collegati (ad esempio la piattaforma che contiene tutti dati relativi al volo aereo).

Gli oracoli umani, invece, sono necessari per compiti complessi, non eseguibili dalle macchine, ad esempio per rivedere un reclamo assicurativo.

Un'ulteriore distinzione è ipotizzabile tra gli oracoli cc.dd. *Inbound* e *Outbound*; mentre i primi hanno come compito quello di fornire dati agli *smart contract* ricavabili dal mondo esterno, trasferendoli alla *blockchain*, i secondi recuperano dati all'interno di uno *smart contract* e determinano un *input* ravvisabile nel mondo esterno; è il caso, ad esempio, di un lucchetto intelligente che riceve un pagamento sul *wallet* collegato ad uno *smart contract* e, successivamente, sblocca la serratura, in modo automatico.

Una breve riflessione con riguardo agli oracoli può essere interessante in questa.

Sulla *blockchain*, differentemente dalle piattaforme centralizzate, non solo uno, ma un gran numero di nodi detengono la propria copia del *database*, per il cui il rischio di manomissione è bassissimo. In sintesi, viene eliminato il c.d. *Single Point of Failure*.

Questa caratteristica, positiva, ha sicuramente contribuito a determinare il grande sviluppo di queste tecnologie; tuttavia, nel momento in cui si ha la necessità di collegare alla *blockchain* ed al codice degli *smart contract* un elemento esterno, come un oracolo umano, l'eliminazione del c.d. *punto di errore* si interrompe. È evidente, infatti, che introdurre oracoli esterni all'interno di un registro distribuito o di uno *smart contract* aumenta il rischio di manomissioni e di errori.

Questo problema viene sinteticamente individuato come il "*paradosso degli oracoli*"[65]. Tale paradosso, ad oggi, è ancora senza soluzione ed è anzi aggravato dall'impossibilità di poter

---

[64] L'*Internet of Things*, invece, applica alle *res* materiali *fisiche* le connessioni e le tecnologie proprie della rete. Su questo punto si veda C. GALLI, *I diritti IP nel mercato globale e nella nuova economia digitale: le ragioni di un convegno*, in *Dir. ind.*, 2, 2015, 105 ss. In particolare, lo sviluppo naturale dell'impiego di queste tecnologie è stato quello domestico. Scrive, a tal proposito, L. VIZZONI, *Dispositivi domotici e dati personali: dalle difficoltà applicative del GDPR alla prospettiva del futuro regolamento e-privacy*, in *Nuove Leggi Civ. Comm*., 4,2020, 1032: "*La prima concretizzazione del significato della nozione di Internet delle cose risale al 1982, quando, presso l'Università Carnegie Mellon di Pittsburgh, un distributore modificato di Coca Cola diventò il primo apparecchio connesso ad Internet in grado di inviare informazioni. L'espressione* "Internet of Things*" fu coniata, però, per la prima volta solo nel 1998 dall'ingegnere inglese Kevin Ashton per descrivere la connessione di oggetti del mondo fisico ad Internet. Potremmo dire che oggi l'Internet of Things ricomprende tutti quei dispositivi connessi mediante varie tecnologie di rete che permettono loro di interagire in modo cooperativo, di acquisire informazioni dall'ambiente, di computare e quindi di agire producendo opportuni effetti. Una caratteristica fondamentale delle "*things*" (dunque, degli oggetti di uso quotidiano) è la capacità di comunicare direttamente o indirettamente con la rete Internet: questo consente di gestire in modo opportuno grandi volumi di dati generati dai sensori, che non potrebbero essere memorizzati in locale. Tali informazioni diventano quindi accessibili mediante servizi Internet o Web, permettendo ad altre applicazioni di accedervi e di interagire in base ai dati ricevuti*." Si v. anche E. PEZZOLI, *Internet of things, tecnologia blockchain e diritti ip*, in *Dir. ind.*, 2020, 2, 113, M. GAMBINI, *Intelligenza artificiale e diritto – Algoritmi e sicurezza*, in *Giur. it*., 7, 2019, 1657 ss, O. VENIER, *Intelligenza artificiale, blockchain e mondo iot: l'esperienza degli operatori*, in *Dir. ind.,* 2020, 2, 165 ss., R. M. VISCONTI, *La valutazione delle blockchain: internet of value, network digitali e smart transaction*, *ibidem,* 3, 2019, 301 ss. e S. CRISCI, *Intelligenza artificiale ed etica dell'algoritmo*, in *Foro Amm.*, 10, 2018, 1787 ss.

[65] M. T. GIORDANO, *op. cit*., 270 e P. CUCCURU, *op. cit*., 111.

modificare le informazioni in una *DLT;* nondimeno, non si esclude che, in un futuro possa essere data soluzione anche a tale problematica, magari attraverso l'impiego di tecnologie di *AI*.

SEZIONE II

GLI INTERVENTI LEGISLATIVI E REGOLAMENTARI A LIVELLO INTERNAZIONALE ED EUROPEO

1.1. Gli interventi a livello internazionale. – 2. L'approccio europeo. – 2.1. Le iniziative dell'Unione Europea. - 3. L'intervento legislativo italiano. – 3.1. Aspetti critici.

1. Gli interventi a livello internazionale.

Il complesso e acceso dibattito riguardante le tecnologie esaminate nei precedenti paragrafi, non solo in ambito nazionale, ma anche internazionale ed europeo, ha indotto alcuni Stati ad intervenire sul tema. Fra i diversi provvedimenti, pur senza seguire un ordine sistematico, sono menzionabili i seguenti.

Emblematico il documento "*UAE Strategy for Artificial Intelligence (AI) 2031*" predisposto nell'ottobre 2017 dal governo degli Emirati Arabi Uniti, nella parte in cui viene delineato un nuovo modello di "*Smart Government*", basato sulla tecnologia *Blockchain* utilizzata per implementare l'efficienza e la qualità dei servizi pubblici erogati, grazie ad una significativa riduzione delle risorse sprecate a causa dei costi di transazione tradizionalmente previsti in tutti i settori e livelli governativi. Tenuto conto delle coordinate generali definite nell'ambito del citato piano d'azione, è stata adottata la "*Dubai Blockchain Strategy*", con l'obiettivo di rendere Dubai "*la città più felice della Terra*", grazie all'utilizzo diffuso dell'Intelligenza Artificiale e della tecnologia *blockchain*, in grado di garantire maggiori opportunità economiche, nonché la creazione di nuove industrie innovative e una più elevata efficienza governativa[66].

[66] Si legge sul sito dedicato *https://www.digitaldubai.ae/initiatives/blockchain*, che "*Launched by His Highness Sheikh Hamdan, the Dubai Blockchain Strategy, is a result of a collaboration between the Digital Dubai Office and the Dubai Future Foundation to continually explore and evaluate the latest technology innovations that demonstrate an opportunity to deliver more seamless, safe, efficient, and impactful city experiences.*
Blockchain technology is a new, powerful tool that is already shaping the future of the Internet with simple, safe and secure transactions. The Dubai Blockchain Strategy will help Dubai achieve the vision of His Highness Sheikh Mohammed bin Rashid Al Maktoum, to create the future of Dubai, and make Dubai the happiest city on earth.
New Wave of Economic Opportunity & Digital Innovation
The Dubai Blockchain strategy will usher in economic opportunity for all sectors in the city, and cement Dubai's reputation as a global technology leader, in line with Digital Dubai's mandate to become global leader in the smart economy, fueling entrepreneurship and global competitiveness.
Dubai has a long tradition of leading digital innovation for the region. Now, for the first time, Dubai will be pioneering the application of new technology for cities and sharing it with the world. When successful, Dubai will be the first blockchain powered government, driving the future economy.
"Adopting Blockchain technology Dubai stands to unlock 5.5 billion dirhams in savings annually in document processing alone — equal to the one Burj Khalifa's worth of value every year." The Dubai Blockchain Strategy establishes a roadmap for the introduction of Blockchain technology for Dubai and the creation of an open platform to share the technology with cities across the globe. The Dubai Blockchain strategy is built on three pillars of government efficiency, industry creation and international leadership".

Particolarmente interessanti risultano, altresì, gli interventi realizzati dal Governo cinese che, nell'ambito della strategia "*Made in China 2025"*[67]*,* diretta alla modernizzazione del settore industriale, incentiva in maniera particolarmente significativa il ricorso alla tecnologia *IoT* e all'Intelligenza Artificiale, come strumenti fondamentali da utilizzare nella produzione di beni e servizi imprenditoriali. A tal fine, dopo l'approvazione del "*Three-Year Guidance for Internet Plus Artificial Intelligence Plan (2016-2018)*" e del "*Three-Year Action Plan for Promoting Development of a New Generation Artificial Intelligence Industry (2018-2020)*"[68], nel luglio 2017 il Consiglio di Stato cinese ha pubblicato il "*New Generation Artificial Intelligence Development Plan*", finalizzato a sviluppare, grazie ad ingenti investimenti pubblici che prevedono l'erogazione di un importo complessivo pari a 150 miliardi di dollari, un piano strategico nazionale di Intelligenza Artificiale per rendere la Cina la principale potenza mondiale nel settore *IA* entro il 2030. Sul piano giurisprudenziale, proprio in Cina si registra un interessante pronuncia che riconosce la rilevanza della *blockchain:* la Corte Suprema, infatti, in un caso deciso nel settembre 2018 ha sancito il valore legale vincolante nelle controversie giudiziarie delle prove autenticate con tecnologia *blockchain*, affermando testualmente che*: "I tribunali riconosceranno i dati digitali presentati come prove se le parti interessate hanno raccolto e archiviato questi dati tramite blockchain con firme digitali affidabili o tramite una piattaforma di deposizione digitale che possa dimostrare l'autenticità di tale tecnologia utilizzata*".

Nel panorama normativo statunitense, *l'Electronic Signatures in Global and National Commerce Act (ESIGN)* contiene una disposizione imperativa in base alla quale i contratti conclusi in forma elettronica possiedono la medesima efficacia giuridica degli equivalenti cartacei. Tale disposizione, di natura sovraordinata e inderogabile rispetto agli *Statutes* interni dei singoli Stati federati, è integrata dalla disciplina opzionale dettata dall'*Uniform Electronic Transactions Act* (UETA) che, è stata adottata da alcuni legislatori statali al fine di attribuire rilevanza giuridica agli *smart contract* in alcuni ambiti di propria competenza[69].

In particolare, l'Arizona, oltre ad avere una disciplina molto avanzata in ambito *blockchain*, risulta anche essere lo Stato che, per primo, ha effettuato il riconoscimento dell'efficacia giuridica degli *smart contracts*. L'*House Bill n.* 24175, del 29 marzo 2017 equipara, nelle limitate materie previste dalla norma stessa (compravendita, *leasing*, documenti di trasporto e persone giuridiche) gli *smart contracts* ai contratti tradizionali. Nello specifico, per il diritto dell'Arizona *"smart*

[67] Maggiori informazioni su *https://www.stimson.org/2021/blockchain-in-china/.*
[68] Cfr. *https://cset.georgetown.edu/publication/internet-artificial-intelligence-three-year-action-and-implementation-plan/.*
[69] Per un maggior approfondimento sul tema, *ex multis*, N. TRAVIA, *Profili internazionali del diritto degli smart contract, op. cit*., 389 ss.

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"[70].

Lo Stato della California con il Disegno di legge n. 838 approvato 28 settembre 2018, dopo aver definito le caratteristiche essenziali della tecnologia *blockchain*, autorizza le società per azioni che non emettono titoli in circolazione quotati in borsa a inserire nel proprio atto costitutivo specifiche disposizioni che consentano la registrazione delle operazioni di emissione, trasferimento e conservazione effettuate dai propri azionisti mediante tecnologia *blockchain*.

Nello Stato del Connecticut, il Disegno di legge n. 443 del 6 giugno 2018 ha istituito un gruppo di lavoro con il compito di formulare raccomandazioni funzionali a sviluppare un piano generale per favorire la crescita dell'industria *blockchain*, mentre il Disegno di Legge n. 513 del 17 aprile 2018, ha previsto la costituzione del gruppo di lavoro preposto all'analisi dell'impatto della moneta digitale nella crescita economica delle imprese, anche al fine di incentivare l'utilizzo degli *smart contracts*.

Dello stesso tenore il Disegno di Legge n. 3613 presentato il 12 marzo 2018 dello Stato del New Jersey, con cui si stabilisce la creazione della *New Jersey Blockchain Initiative Task Force*, con il compito di individuare i vantaggi derivanti dall'uso della tecnologia *blockchain* nelle operazioni di conservazione dei registri e di erogazione di servizi, mediante lo sviluppo di *database* distribuiti protetti da algoritmi crittografici, al pari, altresì, di quanto previsto dal Disegno di Legge n. 8793 approvato dallo Stato di New York.

Il Disegno di Legge n 765 dello Stato del Vermont prevede l'implementazione di strategie in materia di *blockchain*, al fine di promuovere l'efficienza degli apparati amministrativi e la produttività dei processi aziendali, sia nel settore pubblico sia nel settore privato.

Il Wyoming, con il Senate Bill 125 del 26 febbraio 2019, ha adottato un approccio parzialmente divergente, ma comunque di notevole interesse. La norma estende agli *smart contracts* la definizione contenuta nel Title 40 (*Trade and Commerce*) degli Statutes, equiparandoli alle *automated transactions*, ovverosia "a *transaction conducted or performed, in whole or in part, by electronic means or electronic records, in which the acts or records of one or both parties are not reviewed by an individual in the ordinary course in forming a contract, performing under an existing contract or fulfilling an obligation required by the transaction*". L'applicabilità della disciplina è estesa, altresì, a "*any substantially similar analogue, which is*

[70] Il Tennessee ha sottoscritto, il 26 marzo 2018, il *Senate Bill* 166214 che contiene una definizione di *smart contract* in parte coincidente con quelle adottate negli Stati sopra esaminati, seppur contemplante alcune possibili funzionalità aggiuntive dello strumento: "Smart contract" *means an event-driven computer program, that exe cutes on an electronic, 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*". Gli effetti del riconoscimento estendono espressamente agli *smart contracts* il requisito della forma elettronica.

comprised of code, script or programming language that executes the terms of an agreement, and which may include taking custody of and transfer ring an asset, or issuing executable instructions for these actions, based on the occurrence or nonoccurrence of specified conditions".

2. L'approccio europeo.

A livello europeo, fra i primi Stati a legiferare in materia si ricordano Malta, con *l'Innovative Technology Arrangements and Services Act*, 2018[71], il *Virtual Financial Assets Act* del 2018[72], e il *Malta Digital Innovation Authority Act*, 2018[73], nel quale, in particolare, si legge che "*DLT", "distributed ledger technology", "decentralised ledger technology" means a database system in which information is recorded, consensually shared, and synchronised across a network of multiple nodes, or any variations thereof, as further described in the First Schedule of the Innovative Technology Arrangements and Services Act, 2018, and the term "node" means a device and data point on a computer network*"[74].

Di recente anche la Germania ha manifestato vivo interesse per le tecnologie in esame, tanto che, alla fine del 2021, il Governo federale ha promosso una *Blockchain Strategy, Blockchain-Strategie der Bundesregierung Wir stellen die Weichen für die Token-Ökonomie*[75].

Fra gli Stati europei che più hanno sfruttato le potenzialità applicative della *blockchain* e dei registri distribuiti in generale deve essere menzionata l'Estonia[76]. Anche la Lituania si è mossa di recente, istituendo, in collaborazione con la banca centrale, un progetto per il lancio di una moneta virtuale, la LBCOINs, basato sulla tecnologia *blockchain*[77] .

Ancora, il fenomeno degli *smart contract* è da anni oggetto di studio da parte del *UK Jurisdiction Task Force,* un gruppo di lavoro che ha come obiettivo quello di analizzare il complesso delle disposizioni vigenti nel Paese, al fine di suggerire proposte di riforma per mantenere il sistema normativo equo, moderno, semplice ed efficiente

A tal fine, tra gli aspetti principali che il *UKJT* si propone di chiarire riguardano, da un lato, le circostanze in cui gli *smart contract* possono produrre obbligazioni legalmente vincolanti– ciò in particolare nell'eventualità in cui le parti non desiderino il verificarsi di tale effetto– e le

---

[71] Reperibile in *https://www.fff-legal.com/wp-content/uploads/2018/09/Innovative-Technology-Arrangements-and-Services-Act.pdf.*

[72] Reperibile in *https://www.mfsa.mt/wp-content/uploads/2018/12/fintech-main-legislation.pdf.*

[73] Reperibile in *https://fairwindsmanagement.net/wp-content/uploads/2018/07/Malta-Digital-Innovation-Authority-Act.pdf.*

[74] I disegni di legge indicati sono entrati in vigore il 1° ottobre 2018, come notizia il *sito https://www.babilonmagazine.it/malta-blockchain-crypto-assets-leggi/.* Altro Stato che ha legiferato in materia è la Svizzera, come emerge dal sito *https://www.sif.admin.ch/sif/en/home/finanzmarktpolitik/digit_finanzsektor/blockchain.html.*

[75] Come notizia il sito *https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Publikationen/Digitale-Welt/blockchain-strategie.pdf?__blob=publicationFile&v=8.*

[76] Interessanti spunti si trovano in *https://www.pwc.com/gx/en/services/legal/tech/assets/estonia-the-digital-republic-secured-by-blockchain.pdf.*

[77] Si veda il sito *https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/bank-lithuania-starts-adding-fintech-companies-innovation-blockchain*; cfr. S. RIGAZIO, *op. cit*., 369 ss.

conseguenze in tema di tutelabilità delle rispettive prerogative nel caso in cui la tecnologia non dovesse operare secondo quanto previsto. Un'ulteriore finalità è quella di fornire delle linee guida per gli sviluppatori e le parti degli *smart contract* al fine di ridurre l'incertezza circa l'applicabilità del diritto inglese alle previsioni degli accordi implementati mediante *smart contract*.

Nel *Legal Statement on cryptoassets and smart contract*, pubblicato nel novembre 2019, si trova la definizione di *"smart legal contract*", che viene delineata come in appresso: "*The concept of a "smart contract" is a broader concept than a "smart legal contract". A smart contract may or may not have legal ramifications as it is merely computer code, whereas a "smart legal contract" refers to a smart contract that either is, or is part of, a binding legal contract. Whether English law recognises such a thing as a smart legal contract in this sense will be addressed in the Legal Statement. In any given case, this is likely to involve the application of established tests under English law for determining whether a binding legal contract arises. The concepts of offer, acceptance and consideration are likely to be relevant in this context".*

L'*UKJT* ha, infine, enucleato tre principali tipologie di *smart contract*: i) il modello "solo-codice", che non prevede alcuna forma di architettura contrattuale basata su linguaggio naturale, ma è autosufficiente in quanto espresso unicamente mediante un linguaggio di programmazione; ii) il modello "interno", inserito in un documento in cui coesistono linguaggio naturale e codice; e iii) il modello "esterno", in cui il contratto è espresso completamente in linguaggio naturale, purtuttavia dando atto che sussiste un accordo tra le parti affinché ad alcune previsioni del contratto sia data esecuzione mediante un programma informatico.

2.2. Le iniziative dell'Unione Europea.

Andando ora ad esaminare l'approccio eurounitario, occorre precisare quanto segue. L'Unione europea, invero, ha da sempre mostrato un'attenzione particolare per l'impiego delle tecnologie di cui trattasi[78]. Tant'è che già con la Risoluzione "*Tecnologie di registro distribuito e blockchain: creare fiducia attraverso la disintermediazione"* del 3 ottobre 2018[79], il Parlamento

[78] Il Mercato Unico Digitale, o "*Digital Single Market*" (da qui in poi, DSM) è una strategia adottata dalla Commissione Europea Juncker già il 6 maggio del 2015. In particolare, la Commissione ha basato la strategia del *Digital Single Market* su 3 pilastri: i) migliorare l'accesso ai beni e ai servizi digitali, ossia assicurare un migliore accesso, sia ai consumatori che alle aziende, ai beni e servizi *online* europei. Ciò avviene attraverso la rimozione delle barriere all'*eCommerce*; ii) creare un ambiente dove i *network* e i servizi digitali possano prosperare, grazie a infrastrutture veloci, sicure e affidabili. Gli elementi chiave sono la *cybersecurity*, la *data protection,* nonché la trasparenza delle piattaforme *online;* iii) garantire maggior accesso alle nuove tecnologie digitali, viste motore per la crescita, cosicché ogni cittadino europeo possa goderne i benefici.

[79] Dove si è sottolineato che "1. *la DLT riduce i costi di intermediazione in un ambiente di fiducia tra le parti di una transazione e consente scambi di valore tra pari suscettibili di rafforzare l'autonomia dei cittadini, destrutturare i modelli tradizionali, migliorare i servizi e ridurre i costi lungo le catene del valore in un'ampia gamma di settori chiave; 2. sottolinea il profondo impatto che le applicazioni basate sulla DLT potrebbero avere sulla struttura della governance pubblica e sul ruolo delle istituzioni e chiede alla Commissione di effettuare uno studio per valutare i potenziali scenari di una più ampia diffusione delle reti pubbliche basate sulla DLT; 3. pone l'accento sull'ampia gamma di applicazioni basate sulla DLT che potrebbero potenzialmente interessare tutti i settori dell'economia*"; ancora, in merito ai Contratti intelligenti "*sottolinea che i contratti intelligenti sono un elemento importante abilitato dalle DLT e possono fungere da fattori chiave delle applicazioni decentralizzate; evidenzia la necessità che*

europeo aveva manifestato la necessità di monitorare il fenomeno, invitando la Commissione in tal senso. La stessa aveva infatti provveduto a commissionare uno studio al *Consortium* (composto da Spark Legal Network, Michèle Fink, Tech4i2 e Datarella), denominato "*Blockchain. Legal, Governance and Interoperability aspects. A study prepared for the European Commission DG Communications Networks, Content and Technology*", all'esito del quale lo stesso suggeriva un approccio definibile ed inquadrabile nel noto lemma del "*Wait and See*"[80].

Tuttavia, già nel 2020, le istituzioni dell'Unione europea hanno cominciato a riflettere circa la possibilità di regolare gli *smart contract*. Ci si riferisce in particolare alla Risoluzione del Parlamento europeo del 20 ottobre del 2020, con la quale lo stesso ha invitato la Commissione "*a valutare lo sviluppo e l'utilizzo delle tecnologie di registro distribuito, comprese le blockchain e, in particolare, gli smart contract"*[81].

Il Parlamento europeo ha riconosciuto in quell'occasione la rilevanza degli *smart contract* e la mancanza, allo stato, di un quadro giuridico; ha quindi presentato proposte, tra cui la definizione di norme riguardo il loro utilizzo, la possibilità di intervenire nelle transazioni in caso di operazioni finanziarie sospette e specifiche misure di tutela per piccole e medie imprese che decidano di utilizzare tali strumenti.

La Risoluzione adottata dal Parlamento rientra nella *Blockchain Strategy*[82]: l'Unione Europea non solo intende regolamentare i contratti automatizzati ma, riconoscendone il potenziale

---

la Commissione effettui una valutazione approfondita delle potenzialità e delle implicazioni giuridiche, ad esempio i rischi relativi alla giurisdizione; ritiene che il monitoraggio dei casi d'uso sarà utile nello studio delle potenzialità dei contratti intelligenti;37. sottolinea che la certezza del diritto circa la validità di una firma digitale crittografata è un passo fondamentale per favorire i contratti intelligenti; 38. invita la Commissione a promuovere l'elaborazione di norme tecniche a livello delle pertinenti organizzazioni internazionali, quali ISO, UIT e CEN-CELENEC e a condurre un'analisi approfondita del quadro giuridico esistente nei vari Stati membri in relazione all'applicabilità dei contratti intelligenti; invita la Commissione, qualora emergessero potenziali ostacoli all'utilizzo di tali contratti nel mercato unico digitale, ad adottare misure adeguate al fine di valutare se tali ostacoli siano proporzionati; osserva tuttavia che la certezza del diritto può essere rafforzata attraverso il coordinamento giuridico o il riconoscimento reciproco tra gli Stati membri in materia di contratti intelligenti".

[80] Aspetto interessante dello Studio *de quo* è relativo all'approfondimento e all'analisi delle varie e diverse ipotesi di approccio che il legislatore eurounitario (e non solo) avrebbe a disposizione. Da quanto si legge, si può decidere di adottare un approccio "*Wait and see*", ossia "*In essence, the wait-and-see approach consists of the monitoring of given developments, in this case the emerge and spread of a novel technological approach and related business models while assessing their regulatory implications. Indeed, under the wait-and-see tactic regulators are actively involved with a given topic, here blockchain, but not in view of passing to concrete regulatory steps in the immediate future but rather in order to evaluate whether there is a concrete need for such steps at all. As such, the wait-and-see approach is a sustainable regulatory approach, which bases any concrete regulatory reforms on experience and evidence*"; all'opposto, il *New Supranational Secondary Legislation*, postula la creazione di una legislazione *ad hoc*, che vada a regolare in modo specifico il fenomeno. Tale è stata la scelta, fra agli, dell'Italia, con il D. Lgs. 135/2018. Il nodo critico di questo approccio è sicuramente dato dal rischio di non rispettare il principio di neutralità tecnologica. Ancora, lo studio menziona, da ultimo, il c.d. "*self regulation*", secondo il quale gli operatori del settore possono autoregolarsi, determinando una serie di regole che disciplinino il fenomeno. Connesso all'atteggiamento *wait and see* (in quanto l'ordinamento decide di non legiferare), tale approccio comporta un rischio minore relativamente alla possibile violazione del principio di neutralità tecnologica.

[81] Risoluzione del PE recante Raccomandazioni alla Commissione sulla legge sui servizi digitali: adeguare le norme di diritto commerciale e civile per i soggetti commerciali che operano online (2020/2019(INL)).

[82] Maggiori informazioni reperibili sul sito *Blockchain and Web3 Strategy | Shaping Europe's digital future*, nel quale, si legge, in particolare, che "*The European public sector is building its own pan-European blockchain infrastructure, with the European Blockchain Services Infrastructure (EBSI). Over time, the initiative will expand its services and capabilities, including interoperability with other platforms. EBSI started with the European Blockchain Partnership, involving all 27 EU countries, Norway, Liechtenstein, and the Commission. On 21 May 2024, the Commission adopted the decision creating the EUROPEUM-EDIC, a new legal entity established by a consortium of 10 Member States, which will further deploy and expand the exploitation of the European Blockchain Services Infrastructure. The EUROPEUM-EDIC should also support cross-border cooperation*

innovativo anche nelle transazioni *online*, intende supportare le imprese e le tecnologie europee nel settore.

Ancora, nell'Allegato alle *Raccomandazioni* suddette, si trovano riferimenti all'adozione di "*misure che garantiscano l'esistenza di un adeguato quadro normativo per lo sviluppo e la diffusione dei servizi digitali, fra cui tecnologie di registro distribuito come le blockchain e i contratti intelligenti*".

Va ricordato in questa sede, inoltre, che, l'8 settembre 2022 l'*European Law Institute* (c.d. ELI) ha emanato il *Draft dei Principles on Blockchain Technology, Smart Contracts and Consumer Protection* (di seguito anche i "Principi" o "*Framework*").

Scopo di tale *Framework* è proprio quello di intervenire su una materia complessa, come quella di *smart contract* e *blockchain*, nell'ottica di fornire soluzioni armonizzate almeno tra gli Stati membri dell'UE, concentrandosi sull'elaborazione di un ristretto numero di principi e focalizzandosi, in particolare, sulla tutela dei consumatori.

Il *Framework* è diviso in due parti: la prima dedicata ai principi di carattere generale; la seconda alla tutela dei consumatori coinvolti in uno *smart contract*. Ogni Principio, a sua volta, si articola in una *black letter rule* e in note esplicative[83].

---

between public authorities on Web3 and decentralized technologies, promoting innovation and interoperability of such solutions with other technologies. The Commission recognizes the importance of legal certainty and a clear regulatory regime in areas relating to blockchain-based applications. It has introduced and is now implementing a pro-innovation legal framework with the Market in Crypto Asset regulation and pilot regime for market infrastructures based on distributed ledger technology.
The Commission has introduced provisions for smart contracts in the Data Act and electronic ledgers in the EU Digital Identity regulation to protect consumers and provide legal certainty for businesses. The European Blockchain Sandbox (EBS), launched in February 2023, supports 20 innovative blockchain projects annually, fostering cross-border regulatory dialogue and aiming to prevent legal fragmentation. The EBS provides a framework for cross-border regulatory dialogue between regulators, supervisory authorities, and blockchain innovators. The 2024 Best practice report published after the first regulatory dialogues explores their outcomes.
The EU provides funding for blockchain research and innovation through grants and supporting investments. The Commission funded around 200 research and innovation projects, for innovating and piloting web3 in various application areas. Between 2016 to 2024, the Horizon 2020 and Horizon Europe EC R&I programmes provided approximately €700 million in grants to projects where blockchain or Distributed Ledger Technologies play a certain role.
The EU promotes the development and use of sustainable blockchain solutions. It also supports using blockchain technology to foster sustainable economic development, address climate change, and support the European Green New Deal.
The Commission also encourages the standardisation for blockchain technology, and the work done in International and European Standard bodies like ISO TC 307, ETSI ISG PDL, CEN-CENELEC JTC19, IEEE, and ITU-T.
As part of the Sector Skills Alliance funded by the Erasmus+ programme, CHAISE addresses the growing demand for blockchain skills across Europe. Its core mission is to develop a strategic approach to blockchain skills development and deliver future-proof training solutions to tackle skill shortages and meet the needs of the European blockchain workforce. The Digital Europe Programme also supports skills development in key digital technologies, including distributed ledger and web3 technologies. The Commission engages with the private sector, academia, and the blockchain community via. The International Association of Trusted Blockchain Applications (INATBA): This public/private partnership brings together EU countries, the private sector, and academia to advance the blockchain ecosystem in Europe. INATBA promotes blockchain interoperability and good governance and serves as a liaison with governments and international bodies. The European Blockchain Observatory and Forum: This initiative aimed to pool expertise to identify and monitor global blockchain initiatives and trends. Although the project concluded in July 2024, thematic papers and other resources are still available. Future initiatives should focus on advancing innovation through Web3 technology and decentralised methods, particularly in the fields of AI, secure IoT integration, and data marketplaces".

[83] Il *Framework* segue un approccio basato sulla neutralità tecnologica e sull'equivalenza funzionale. Per neutralità tecnologica si intende una soluzione applicabile a diversi tipi di rapporti giuridici a prescindere dal tipo di tecnologia utilizzata. Per equivalenza funzionale ci si riferisce al fenomeno per cui un accordo vincolante concluso *offline* debba avere lo stesso valore giuridico di uno concluso sulla *Blockchain.*

Riguardo alla Parte I, va messo in luce che il Principio 1a) identifica l'ambito di applicazione territoriale del *Framework,* individuandolo sia negli Stati membri dell'UE sia in quelli extra UE. Il Principio 1 lett. c), inoltre, chiarisce che il *Framework* detta norme valide solo per le transazioni realizzate tramite la *blockchain* e gli *smart contracts* e non per il funzionamento di tali tecnologie. I Principi, inoltre, si concentrano su tematiche di *civil law* e, in particolare, sulle transazioni commerciali. Sono esclusi dal loro ambito di applicazione la creazione di diritti reali, la proprietà, il risarcimento, questioni successorie, matrimoniali e di convivenza. Sempre al Principio 1, la lett. b) chiarisce che il *Framework* intende stabilire una concezione comune di *blockchain* e *smart contract,* guidare i professionisti nell'applicazione delle norme esistenti in materia, stimolare ulteriori sviluppi sull'argomento e informare il pubblico delle *best practices* di settore. Ovviamente, tali obiettivi impongono un coordinamento con le normative eventualmente esistenti in materia.

Il Principio 2 lett. a) distingue le tipologie di *smart contracts* in: 1) meri codici privi di valore giuridicamente vincolante; 2) strumenti per eseguire accordi raggiunti al di fuori di una *blockchain* (c.d. *Off-Chain*); 3) contratti vincolanti; 4) una fusione tra *smart contract* stesso e accordo *Off-Chain*, che impone di stabilire se il contratto sia stato concluso sulla *blockchain* (c.d. *On-Chain*) o *Off-Chain*. Tale classificazione, si noti, ricalca in parte quella effettuata, nel 2019, dalla *Task Force* inglese nel suo progetto.

Al netto di questioni classificatorie, però, occorre chiedersi se gli *smart contracts* possano costituire accordi giuridicamente vincolanti.

La risposta al quesito presuppone un'indagine caso per caso attenta alla natura delle parti coinvolte e alla tipologia di *smart contract* utilizzata, come afferma anche il Principio 3. Il Principio 4 lett. a) stabilisce che alle transazioni realizzate sulla *blockchain* si applicano le stesse norme applicabili a quelle concluse *Off Chain*, incluse quelle di diritto internazionale privato.

Il Principio 5 è dedicato alla natura giuridica delle transazioni concluse sulla *blockchain*. Per affrontare il tema, i *Reporters* sostengono una valutazione caso per caso, considerando sia i soggetti della Transazione, che possono essere B2C, B2B o B2G, sia l'oggetto della medesima. Il Principio afferma che una Transazione ben può costituire un'offerta, l'accettazione di un'offerta o altra dichiarazione con valore vincolante, così originandosi un accordo giuridicamente vincolante, laddove vi sia una manifestazione di volontà chiaramente riferibile ad una parte della Transazione.

Il Principio 6 prevede che le Transazioni siano efficaci a partire dal giorno stabilito dalle parti. Se queste non dispongono nulla, le transazioni *On Chain* sono efficaci da quando il destinatario della proposta contrattuale viene a conoscenza di quest'ultima oppure la transazione è registrata sulla *blockchain*.

Il Principio 7 è dedicato ai requisiti formali della Transazione e si basa sui concetti di equivalenza funzionale e neutralità tecnologica[84]. Innanzitutto, il Principio 7 lett. a) stabilisce che laddove un ordinamento imponga dei requisiti di forma per un accordo, che siano replicati anche *online*, si deve ritenere che tali requisiti debbano essere rispettati. Secondo i *Reporters*, la forma scritta è agevolmente replicabile sulla *blockchain* o negli *smart contracts*. Maggiori difficoltà, invece, presenta l'apposizione di una firma o il rispetto di una forma solenne.

Eppure, il Principio 7 lett. c) stabilisce che anche questi requisiti possono essere soddisfatti, qualora una Transazione: i) garantisca le stesse tutele previste per un contratto *Off-Chain*; ii) raggiunga l'obiettivo per cui sono stati imposti i requisiti formali e iii) soddisfi i dettami del Regolamento eIDAS.

Il Principio 8 stabilisce che le parti possono scegliere la lingua di una Transazione. In caso di contrasto tra la versione *On-Chain* e *Off-Chain* di un accordo, il *Framework* non interviene dettando dei criteri interpretativi, limitandosi a stabilire che sia la versione *Off-Chain* a prevalere (Principio 9).

Il *Framework* si occupa anche della risoluzione delle Transazioni stabilendo, al Principio 10, che laddove la legge applicabile preveda un diritto di risoluzione e questo sia esercitato da un contraente, esso si traduca in una transazione inversa rispetto a quella che si desidera risolvere (c.d. *reverse transaction*).

I Principi successivi invece riguardano, in particolare, la tutela del consumatore.

A tal fine, il Principio 12 prevede che le parti deboli di una Transazione debbano godere della medesima tutela di cui beneficerebbero in caso di accordo *Off Chain*. Secondo i compilatori, infatti, una transazione *On-Chain,* non può essere il mezzo per eludere o ridurre le tutele dei consumatori.

Una volta formulate le precendenti notazioni, il Principio 13 lett. a) afferma chiaramente che la tutela dei consumatori non può essere pregiudicata dal fatto che una transazione avviene sulla *blockchain*. Facendo buon uso dei criteri di neutralità tecnologica ed equivalenza funzionale, il Principio 13 lett. b) afferma che i consumatori hanno diritto alla medesima protezione per le transazioni concluse *Off-Chain* e *On-Chain* (*si prevede espressamente che "l'uso della tecnologia blockchain o di uno smart contract non dovrebbe privare i consumatori di alcun diritto" (let. c)).*

Di conseguenza, le imprese che ricorrono agli *smart contract* sono tenute ad assicurarsi che i consumatori possano esercitare i propri diritti come se si trattasse di una transazione *Off-Chain.*

Secondo i *Reporters*, infatti, la circostanza per cui un rimedio giuridico sia troppo difficile da implementare sulla *blockchain* non può consentire eccezioni alla tutela dei consumatori.

Il Principio 14 ammette che nei contratti coi consumatori le parti possano scegliere la legge regolatrice dell'accordo e il Foro competente a risolvere eventuali controversie nascenti da esso senza, però, ledere i diritti dei consumatori.

Il Principio 15 stabilisce, per quanto di interesse, che i consumatori abbiano diritto a ricevere una copia scritta - nel linguaggio naturale - degli *smart contracts*, che, come noto, consistono in un codice informatico. La *ratio* di tale previsione è evitare che le Transazioni ledano gli interessi dei consumatori.

Il Principio 16 rappresenta l'evoluzione dei precedenti Principi 8 e 13, laddove alle lett. a) e b) afferma che i consumatori, i quali concludano una Transazione hanno diritto alle stesse informazioni precontrattuali e post contrattuali che avrebbero avuto se avessero concluso un classico contratto *Off-Chain*. Le successive lett. c) e d) del Principio ricordano che tali informazioni debbano sempre essere disponibili per iscritto in linguaggio naturale. Nondimeno, al consumatore spetta un documento esplicativo delle previsioni dello *smart contract*. Laddove lo *smart contract* differisca dal suddetto documento, quest'ultimo prevarrà sul testo contrattuale.

Il Principio 17 è dedicato al diritto di ripensamento e recesso. Il consumatore ha diritto di essere informato dell'esistenza in suo favore di un periodo di ripensamento (c.d. "*cooling-off period"*), il quale ovviamente deve essere codificato nello *smart contract*, e che egli potrà esercitare ogni diritto connesso al menzionato periodo con una transazione tanto *On-Chain*, quanto *Off-Chain*. Per far sì che tale periodo di ripensamento sia effettivo, la lett. b) del Principio in commento stabilisce che lo *smart contract* potrà produrre effetti solo dopo che sia decorso tale arco temporale senza che il consumatore abbia esercitato il diritto di recesso. Quest'ultimo deve consistere in una transazione inversa che sostanzialmente annulla la precedente con cui il contratto era stato concluso (lett. d) del Principio).

Il consumatore deve altresì essere informato di eventuali diritti (e obblighi) connessi all'esercizio del recesso, qualora previsti dalla normativa applicabile.

Il Principio 18, infine, è dedicato alle clausole vessatorie e stabilisce che i consumatori debbano godere di una tutela effettiva per le transazioni concluse sia *On-Chain* sia *Off-Chain* (lett. a) del Principio 18). Di conseguenza, essi devono poter risolvere *On-Chain* (oltreché *Off-Chain*) un contratto concluso *online*. Altrimenti la protezione riconosciutagli sarebbe compromessa. Il Principio in commento, alla lett. b), precisa che la previsione per cui un contratto può essere concluso solo *online* non è di per sé vessatoria. La lett. e) del Principio in commento stabilisce che

laddove una clausola sia stata dichiarata vessatoria in una *class action*, il professionista deve eliminarla da tutti gli *smart contracts* che la prevedano.

Passiamo ora ad esamimare un tema ulteriore.

Le iniziative menzionate hanno contribuito ad accrescere nelle istituzioni europee l'interesse a legiferare sul punto e a superare l'approccio definibile nel brocardo *wait and see*.

Questo cambio di approccio è culminato nell'adozione di una definizione di *smart contract* contenuta nel Regolamento n. 2023/2854 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 13 dicembre 2023, c.d. *Data Act*, il quale, nel regolamentare il diritto di accesso ai dati prodotti dagli *IoT* (*Internet of Things* o Internet delle cose) e nel contesto più ampio relativo ad una strategia europea dei dati (cd. *European Data Strategy*), prevede anche delle disposizioni specifiche inerenti ai *contratti intelligenti*. Il Regolamento in parola, direttamente applicabile in tutta l'Unione Europea senza necessità di recepimento da parte di leggi nazionali, entrerà pienamente in vigore a partire dal 12 settembre 2025, con alcuni differimenti agli anni successivi limitatamente ad alcune sezioni o disposizioni di dettaglio e rimandando al 2028 una valutazione globale del regolamento e presentando al Parlamento europeo, al Consiglio e al Comitato economico e sociale europeo una relazione sulle principali conclusioni tratte (art. 46).

La definizione di *contratto intelligente* è contenuta nell'art. 2 rubricato "*Definizioni*" secondo cui, uno *smart contract* è un "*programma informatico utilizzato per l'esecuzione automatica di un accordo o di parte di esso utilizzando una sequenza di registrazioni elettroniche di dati e garantendone l'integrità e l'accuratezza del loro ordine cronologico*" e dovrà rispettare i requisiti previsti dal *Data Act* solo se utilizzato per "*rendere disponibili i dati*" (cfr. art. 2 pt. 39).Ancora, l'art. 36 dell'esaminando testo normativo prevede inoltre che "*Il venditore di applicazioni che utilizzano contratti intelligenti o, in sua assenza, la persona la cui attività commerciale, imprenditoriale o professionale comporti l'implementazione di contratti intelligenti per altri nel contesto dell'esecuzione di un accordo, o parte di esso, di messa a disposizione dei dati, assicura che tali contratti intelligenti rispettino i requisiti essenziali seguenti:*

a) robustezza e controllo dell'accesso, garantire che il contratto intelligente sia stato progettato in modo da offrire meccanismi di controllo dell'accesso e un grado di robustezza molto elevato per evitare errori funzionali e resistere alla manipolazione di terzi;

b) cessazione e interruzione sicure, per garantire che esista un meccanismo per cessare l'esecuzione continua delle transazioni e che il contratto intelligente comprenda funzioni interne che possano reimpostarlo o trasmettergli l'istruzione di fermare o interrompere il proprio funzionamento, in particolare per evitare esecuzioni accidentali future;

c) archiviazione e continuità dei dati, per garantire, nel caso in cui si debba procedere alla risoluzione o alla disattivazione di un contratto intelligente, che vi sia la possibilità di archiviare i dati relativi alle transazioni nonché la logica e il codice del contratto intelligente, al fine di tenere traccia delle operazioni effettuate sui dati in passato (verificabilità);

d) controllo dell'accesso, per garantire che un contratto intelligente sia protetto mediante meccanismi rigorosi di controllo dell'accesso sul piano della governance e del contratto intelligente;

e) coerenza, per garantire la coerenza con le clausole dell'accordo di condivisione dei dati che il contratto intelligente esegue.

2. Il venditore di contratti intelligenti o, in sua assenza, la persona la cui attività commerciale, imprenditoriale o professionale comporti l'implementazione di contratti intelligenti per altri nel contesto dell'esecuzione di un accordo, o parte di esso, di messa a disposizione dei dati, effettua una valutazione della conformità al fine di soddisfare i requisiti essenziali di cui al paragrafo 1 e, se tali requisiti sono soddisfatti, rilascia una dichiarazione di conformità UE.

3. Con la dichiarazione di conformità UE il venditore di applicazioni che utilizzano contratti intelligenti o, in sua assenza, la persona la cui attività commerciale, imprenditoriale o professionale comporti l'implementazione di contratti intelligenti per altri nel contesto dell'implementazione di un accordo, o parte di esso, di messa a disposizione dei dati, è responsabile del rispetto dei requisiti essenziali di cui al paragrafo 1.

4. Si presume che un contratto intelligente che soddisfa le norme armonizzate o le pertinenti parti di tali norme, i cui riferimenti sono pubblicati nella Gazzetta ufficiale dell'Unione europea, sia conforme ai requisiti essenziali di cui al paragrafo 1 del presente articolo nella misura in cui tali requisiti sono contemplati da tali norme armonizzate o parti di esse.

5….omissis…..".

Come si evince dal testo ivi riportato, gli *smart contract* sono attenzionati dal *Data Act*, in quanto finalizzati, ove redatti da professionisti per altri ovvero integrati in applicazioni, a sostenere l'attuazione di accordi per la condivisione dei dati. Segnatamente, come già si evince dal considerando (104), gli *smart contracts*, diretti ad eseguire contratti di *data sharing*, devono presentare requisiti essenziali che consentano di attuare l'obiettivo primario della sicurezza dei dati. In altri termini, se i contratti intelligenti agevolano, nell'ambito del mercato digitale, la libera circolazione dei dati e la c.d. interoperabilità delle informazioni (cfr. Cap. VIII del *Data Act*), dall'altro lato, tali protocolli informatici devono rispondere a requisiti stringenti da verificarsi in sede di predisposizione dello stesso protocollo informatico auto-esecutivo.

Tra questi requisiti, il legislatore comunitario introduce quello della sicurezza in termini di controllo dell'accesso e di robustezza orientata ad evitare errori funzionali e manipolazione di terzi (par. 1, lett. a). Lo *smart contract* dovrà contenere, altresì, una funzione (c.d. *kill*) che consenta la cessazione della condivisione dei dati, ovvero la sua reimpostazione, soprattutto al fine di evitare esecuzioni accidentali future (par. 1, lett. b).

Il protocollo informatico deve ancora garantire: a) la verificabilità, ossia l'archiviazione e la continuità dei dati in caso di disattivazione del contratto intelligente, in modo che vi sia la possibilità di archiviare sia i dati relativi alle transazioni passate sia la logica e il *code* contrattuale (par. 1, lett. c); b) il controllo rigoroso dell'accesso sul piano della *governance* e del contratto intelligente (par. 1, lett. d); c) la coerenza rispetto alle clausole (da eseguire) dell'accordo di condivisione dei dati (par. 1, lett. e).

In ordine alle indicazioni del considerando 105 e dei parr. 2 e 3 della norma in commento, il venditore di *smart contract* (inteso sia come colui che vende lo *smart contract* sia come l'intermediario che lo predispone per conto di altri, con eccezione di chi lo mette a punto per uso meramente "interno") è chiamato ad eseguire le verifiche di conformità imposte dal legislatore UE in un clima di generale "*condivisione dell'algoritmo*" che il *Data Act* incoraggia e a rilasciare una apposita dichiarazione di conformità UE; la presenza di tale certificazione implica evidentemente la responsabilità del venditore ove il contratto difetti dei requisiti imposti. A tal fine, il par. 4 dell'art. 36 introduce una "presunzione di conformità" allorché il venditore si adegui alle norme armonizzate o alle parti di tali norme pubblicate appositamente sulla Gazzetta Ufficiale dell'Unione europea e che vengono emanate, su richiesta della Commissione europea, dalle organizzazioni europee di normazione, in conformità ai requisiti *ex* par. 1 della disposizione in commento.

Ciò descritto quanto all'ambito europeo e internazionale, occorre ora soffermarsi in modo dettagliato sulla definizione di *smart contract* e *DLT* fornita dal legislatore nazionale.

3. L'intervento del legislatore italiano.

Il legislatore italiano è stato fra i primi in Europa a legiferare sulle tematiche *de quibus,* quantomeno a livello europeo, intervenendo non con un'intera disciplina speciale, ma con un'unica disposizione, suddivisa in tre commi, contenente la sola definizione di *Distribuited Ledger Technologies* e *Smart contract*, decidendo di non prendere posizione e di non risolvere molti degli interrogativi che assillavano la dottrina già ai tempi in cui entrò in vigore la normativa, riguardanti la natura dei programmi per elaboratore, la tutela dei dati personali e del consumatore, nonché l'adattamento con le norme codicistiche.

La norma in questione è l'art. 8-*ter*, rubricato *Tecnologie basate su registri distribuiti e Smart contract,* inserito dalla legge 11 febbraio 2019, n. 12 di conversione del D.L. 14 dicembre 2018 n. 135 recante "*Disposizioni urgenti in materia di sostegno e semplificazione per le imprese e per la pubblica amministrazione"* (D.L. Semplificazioni)[85].

Il comma 2 della disposizione citata ha fornito una prima definizione di *smart contracts,* mentre il comma 1 definisce le tecnologie basate su registri distribuiti. Questo intervento ha suscitato un acceso dibattito tra gli interpreti, i quali hanno espresso non poche riserve in merito alle soluzioni normative adottate e all'approccio meramente definitorio del legislatore[86].

Passando all'indagine sul contenuto definitorio della disposizione, le *Distributed Ledger Technologies* vengono definite come "*tecnologie e protocolli informatici che usano un registro condiviso, distribuito, replicabile, accessibile simultaneamente, architetturalmente decentralizzato su basi crittografiche tali da consentire la registrazione, la convalida, l'aggiornamento e l'archiviazione di dati sia in chiaro che ulteriormente protetti da crittografia, verificabili da ciascun partecipante, non alterabili e non modificabili*".

3.1 Aspetti critici.

La formulazione della norma in esame non è immune da critiche.

In primo luogo, l'espressione "*architetturalmente decentralizzato su basi crittografiche*" risulta ambigua ed incoerente, per il fatto che la caratteristica della decentralizzazione non afferisce al registro in sé, ma soltanto all'accesso al medesimo, poiché si tratta di un *database* che viene replicato integralmente su ogni *computer* (c.d. nodo) della rete e non suddiviso in più parti.

Il legislatore, inoltre, tace del tutto in merito all'utilizzo dei protocolli di consenso, che sono invece alla base del funzionamento delle tecnologie basate su registri distribuiti, come esaminato nel par. 3 del presente capitolo.

---

[85] M. GIACCAGLIA, *Considerazioni su blockchain e smart contracts (oltre le criptovalute),* in *Contratto e Impresa*, 3, 2019, 945 ss.; M. GALLI, L. GAROTTI, *Blockchain e smart contract: le novità previste dal Decreto semplificazioni*, in *Quotidiano Giuridico Pluris*, 2019; R. BATTAGLINI, *La normativa italiana sugli smart contract,* in Aa. Vv. *Blockchain e Smart Contract*, a cura di Giordano e Battaglini, Milano, 2019, 375 ss., M. NICOTRA, F. SARZANA DI S. IPPOLITO*, Il decreto semplificazioni aiuterà la blockchain in Italia, ecco perché,* in *Agenda Digitale*, 2018; E. BATTELLI, E. M. INCUTTI, *Gli smart contracts nel diritto bancario tra esigenze di tutela e innovativi profili di applicazione*, in *Contratto e Impresa*, 2019, 930 ss.; S. RIGAZIO, *Smart contracts e tecnologie basate su registri distribuiti nella l. 12/2019,* in *Il diritto dell'informazione e dell'informatica*, 2, 2021, 369 ss.; M. MANENTE, *Studio 1_2019 DI – Legge 12/2019 – Smart contract e tecnologie basate su registri distribuiti – Prime note*, in *https://notariato.it/wp content/uploads/S-1-2019-DI.pdf.*

[86] Si vedano M. GIULIANO, *Blockchain, i rischi del tentativo italiano di regolamentazione*, in *Agenda Digitale*, 2019. Sempre nella stessa prospettiva critica, A. CONTALDO, F. CAMPARA, *Blockchain, criptovalute, smart contract, industria 4.0. Registri digitali, accordi giuridici e nuove tecnologie, op. cit.,* 144 ss., L. D'AGOSTINO, R. PISELLI, *La definizione di tecnologia a registro distribuito e di smart contract nella legge di conversione del "decreto semplificazioni". Un primo commento critico*, in Aa. Vv. *Blockchain e autonomia privata. Fondamenti giuridici*, a cura di Nuzzo, Roma, 2019, p. 18, S. CHIBBARO, *Blockchain e smart contract, i notai: "Ecco i rischi della normativa"*, in *Agenda Digitale*, 2019; M. CAVICCHIOLI, *Alcuni dubbi sulla normativa italiana su blockchain e smart contract*, *in The Cryptonomist*, 2019; D. CARBONI, M. SIMBULA, *Blockchain e smart contract: le debolezze della nuova regolamentazione italiana*, in *Agenda Digitale*, 2019.

Ancora, si segnalano criticità quando si misura la portata applicativa della definizione testé richiamata. Invero, la norma pare fare riferimento ad una specifica tecnologia distribuita, che è quella della *blockchain*. Tuttavia, si è già avuto modo di precisare come la *blockchain* rappresenti solo una delle innumerevoli *DLT*. Inoltre, tale incertezza contrasta con la *ratio* della disciplina normativa, ossia quella di inquadrare e regolare il fenomeno nel suo complesso. Il legislatore sembra aver confuso, quindi, quel rapporto, inquadrabile nel classico schema genere - specie, sussistente rispettivamente tra *DLT* e *blockchain*, posto che, nonostante la rubrica della legge, nella quale ha fatto riferimento alle *Tecnologie basate su registri distribuiti*, ha descritto caratteristiche che, almeno in via tendenziale, sono riferibili più che altro alla tecnologia *blockchain*[87].

Un'ulteriore nota di critica è data dal lessico utilizzato dal legislatore, il quale si esprime in termini assoluti (in via esemplificativa, utilizza il termine *immodificabilità* con riguardo alle informazioni contenute nella *blockchain*), nonostante tali *estremismi* siano assolutamente estranei alla tecnologia informatica, cui appartiene, in primo luogo, la tecnologia delle *Distribuited Ledger Technologies*[88].

Si tratta, infatti, di una tecnologia in rapida evoluzione, per cui la disposizione normativa potrebbe presto non essere più conforme alla realtà; inoltre, i protocolli attualmente disponibili consentono la modificabilità dei dati mediante il raggiungimento del consenso della maggioranza dei nodi, essendo preclusa l'alterazione unilaterale da parte del singolo nodo[89].

Da ultimo, bisogna notare come l'organo legislativo non abbia preso in debito conto la distinzione tra *blockchain* di tipo pubblico e di tipo privato, allorquando fa menzione del fatto che *ciascun partecipante* possa aggiornare e validare i dati inseriti all'interno della catena. Invero, non in tutti i casi le *blockchain* sono di tal tipo, esistendo- secono quanto si è messo in luce in precedenza - , *blockchain permissioned*, dove solo alcuni dei *miners* sono autorizzati a validare le transazioni[90].

D'altro canto, apprezzabile il terzo comma della disposizione citata, il quale stabilisce che la "*memorizzazione di un documento informatico attraverso l'uso di tecnologie basate su registri distribuiti produce gli effetti giuridici della validazione temporale elettronica di cui all'articolo 41 del regolamento (UE) n. 910/2014 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 23 luglio*

[87] Su queste tematiche si veda G. RINALDI, *Smart Contracts: meccanizzazione del contratto nel paradigma della blockchain*, in *Diritto e Intelligenza artificiale*, a cura di G. ALPA, Roma, 2020, 365 ss. e S. RIGAZIO, *op. cit.*, 369 ss.

[88] Si veda, fra tutti, quanto descritto da R. BATTAGLINI, *La normativa italiana in tema di DLT, Blockchain e Smart Contract. Funzionamento, profili giuridici e internazionali e applicazioni pratiche,* a cura di R. BATTAGLINI e M. T. GIORDANO, Milano, 2019, 145-146: "*Molti poi amano definire blockchain un database distribuito, immutabile ed incorruttibile. Questo dell'immutabilità e incorruttibilità ha dato adito ad accese discussioni tra gli esperti informatici e della materia perché, come è evidente, neppure Bitcoin può essere definita tecnicamente "immutabile". Ciò non toglie che sia estremamente difficile modificare il database e la complessità nel modificare tale database distribuito aumenta giorno dopo giorno, confermando l'estrema resilienza di Bitcoin e della tecnologia che ne sta alla base*".

[89] M. CAVICCHIOLI, *op. cit.,* 1 ss.

[90] S. RIGAZIO, *op. cit*., 369 ss.

2014[91]".Già si è notato, infatti, che la tecnologia strutturata su registri distribuiti utilizza il sistema di *timestampings*, cioè un meccanismo di marcatura temporale contenente una stringa di caratteri che racchiude in modo univoco tutte le informazioni riguardo ad un evento, fissando data e ora esatta.

Più specificatamente, con la disposizione in esame l'ordinamento italiano attribuisce valore giuridico al documento inserito nella *blockchain*, di modo che la stessa svolga una funzione di certificazione. In qualsiasi momento chiunque potrà verificare, mediante l'utilizzo della chiave pubblica di colui che lo ha inserito, che il documento che sta visionando non è mai stato modificato per quanto concerne la data, l'ora e il contenuto, sin dal momento in cui è stato immesso all'interno della piattaforma[92].

Quanto alla definizione italiana di *smart contract,* con la stessa disposizione già menzionata in tema di *blockchain*, ossia l'art. 8 *ter* del Decreto Semplificazioni, si definisce

"smart contract" un programma per elaboratore che opera su tecnologie basate su registri distribuiti e la cui esecuzione vincola automaticamente due o più parti sulla base di effetti predefiniti dalle stesse", occorre rilevare quanto segue.

La definizione richiamata desta, a onore del vero, non poche perplessità. In prima battuta occorre notare come, allorquando si scrive di *smart contract*, il piano tecnico informatico rischia di confondersi con quello giuridico, creando un certo *caos* in merito alla natura effettiva degli strumenti di cui trattasi. È necessario, invece, tenere ben distinti i due piani.

---

[91] Tale disposizione europea, inoltre, prevede che "*1.Alla validazione temporanea elettronica non possono essere negati gli effetti giuridici e l'ammissibilità come prova in procedimenti giudiziali per il solo motivo della sua forma elettronica o perché' non soddisfa i requisiti della validazione temporanea elettronica qualificata. 2. Una validazione temporale elettronica qualificata 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. 3. Una validazione temporale elettronica rilasciata in uno Stato membro è riconosciuta quale validazione temporale elettronica qualificata in tutti gli Stati membri*".

[92] Tale meccanismo certificativo permette di riflettere circa il ruolo attuale della figura del notaio e l'effettiva portata delle nuove tecnologie sulle funzioni esercitate. Il notaio, nel sistema italiano, non è solo un mero certificatore o un intermediario per la registrazione dei dati, ma svolge tutta una serie di funzioni che vanno ben oltre queste semplici attività. Questo non significa, tuttavia, negare le opportunità offerte dall'utilizzo della *blockchain* alla categoria, che sono notevoli e vengono indagate, in particolare, da C. LICINI, *Il notaio dell'era digitale: riflessioni gius-economiche*, in *Notariato*, 2, 2018, 142 ss., M. NASTRI, *Registri sussidiari, blockchain: notaio oltre la lezione di Carnelutti?*, in *Notariato*, 4, 2017, 369 ss., ID, *Nuove tecnologie: l'ultima domanda, ibidem*, 5, 2018, 485 ss. e M. MANENTE, *Blockchain: la pretesa di sostituire il notaio*, *ibidem*, 3, 2016, 211 ss., il quale, espressamente "*La tecnologia blockchain, quindi, ben potrebbe portare ad ulteriori miglioramenti nella gestione informatica dei registri attualmente esistenti, ma potrebbe anche semplicemente affiancarsi ad essi, al fine di fornire ai cittadini sempre nuove e maggiori garanzie. Se, ad esempio, già oggi i notai sono in grado di trasmettere telematicamente, quasi in tempo reale, un proprio atto di vendita immobiliare affinché venga inserito nei registri della Conservatoria e del Catasto, allo stesso modo potrebbero farsi garanti anche della relativa transazione economica, assicurando che il venditore ottenga in tempo reale il versamento dell'importo pattuito per la vendita. Del resto, come si è tentato fin qui di illustrare, le nuove tecnologie, quali blockchain e smart contracts, lungi dall'eliminare la funzione notarile, finiscono inevitabilmente per esaltarne la tradizionale funzione di garanzia, semplicemente adeguandola alle nuove istanze della società*." Da ultimo, giova menzionare la nascita di una *Blockchain ad hoc* gestita da notai, la c.d. *Notarchain*, nella quale le informazioni non sono gestite da soggetti anonimi, ma dai notai italiani che per legge sono presenti su tutto il territorio nazionale. Decade così il principio dell'anonimato tanto caro agli investitori virtuali. Rimangono, però, intatte, altre caratteristiche come la velocità e l'assenza di costi per il cittadino fruitore. La fine dell'anonimato comporta vantaggi non indifferenti per quel che riguarda le transazioni. Queste diventano, infatti, più sicure, poiché viene fornita non solo la certezza della non modificabilità dei dati inseriti, ma anche un controllo preventivo sull'identità dei soggetti coinvolti, sulla correttezza e completezza dei dati stessi inseriti nella catena, potendo così evitare potenziali truffe. Maggiori informazioni sono reperibili nel sito *https://www.criptomag.it/notarchain/*.

Ebbene, il legislatore italiano ha inteso percorrere una strada diversa; all'interno della definizione in esame gli elementi informatici si combinano con prospettazioni dal gusto puramente giuridico (la dicotomia "*programma per elaboratore*", che richiama fuori di dubbio l'ambito informatico, "*la cui esecuzione"*, che evoca, all'opposto, la materia giuridica e, in special modo contrattuale, è evidente). Se, infatti, definendo lo *smart contract* "*programma per elaboratore*", il legislatore sembra aver maturato una definizione che si equilibra più al lato tecnico - digitale, dall'altro, l'espresso riferimento all' "*esecuzione"*, al "*vincolo di due o più parti*", induce a ritenere che il legislatore, forse inconsapevolmente, stesse quantomeno riflettendo in merito a strumenti in qualche modo accostabili al negozio giuridico[93].

La seconda questione deriva dall'inciso "*opera su tecnologie basate su registri distribuiti*", che sembra far intendere che lo *smart contract*, per essere tale secondo la definizione legislativa, debba operare sulle *DLT*. Tale assioma è, tuttavia, errato: si scriveva poc'anzi, infatti, come *Distribuited Ledger Technology* e *smart contract* siano concetti e tecnologie fra loro diverse, nonostante la fortuna degli *smart contract*, con riguardo, in particolare, alla loro diffusione nel settore finanziario, sia dovuta all'accostamento di questi alle tecnologie distribuite, *Ethereum in primis*, essendo quest'ultime in grado di garantire l'esecuzione dello *smart contract* in modo del tutto disintermediato[94].

Si discute molto, inoltre, tra gli interpreti in merito al riferimento, nella definizione legislativa di cui si sta in questa sede scrivendo, alla sola fase *esecutiva* dello *smart contract*.

Occorre chiedersi a cosa si riferisca il legislatore quando fa riferimento al concetto di esecuzione: se, cioè, essa vada riferita al programma informatico o vada invece accostata all'esecuzione di un programma contrattuale o di un intento negoziale, cioè all'accordo.

Per lo più, si ritiene che il concetto di esecuzione vada riferito a quello di programma: è infatti il *software* stesso, attraverso la sua attivazione, a produrre il vincolo (e non la sua esecuzione in senso giuridico). Tuttavia, l'affermazione secondo cui "*l'esecuzione dello smart contract vincola automaticamente due o più parti*" appare a prima vista *ingannevol*e: ricollegare la nascita del vincolo contrattuale tra le parti all'esecuzione del contratto, intesa quale esecuzione della prestazione, sembrerebbe far ricadere gli *smart contract* all'interno della categoria dei contratti reali, i quali rappresentano, nell'ordinamento italiano, eccezioni rispetto al generale principio consensualistico. Per tale ragione, se si considera l'esecuzione come riferita al programma, il verbo

[93] M. MAUGERI, *op. cit.,* 45, espressamente "*Ci si è chiesti se l'esecuzione a cui fa riferimento il testo in sede di definizione di smart contract sia riferito al contratto o al programma*".

[94] S. RIGAZIO, *Smart contract e tecnologie basate su registri distribuiti nella L. 12/2019*, in *Dir. Inf. Inform*., 2, 2020, 369, la quale fa notare, opportunatamente, che "*anche la formulazione del II comma risente dell'errore di sovrapposizione tra tecnologie basate su registro distribuito e blockchain, con il risultato che, ai fini dell'applicazione della disciplina contenuta nel II comma, il legislatore considera smart contract soltanto quello operante su DLT, con la conseguente esclusione di tutti gli smart contracts che, pur tali, si servono di tecnologie diverse*".

"vincola" potrebbe essere ricollegato al concetto di immutabilità della *blockchain,* che garantirebbe l'esecuzione automatica dello *smart contract*, con tendenziale impossibilità di inadempimento[95].

Per questo, si deve ritenere che il termine *esecuzione* debba essere inteso secondo il linguaggio informatico, quindi, come avvio/elaborazione informatica del programma, ossia la lettura da parte del *software* delle istruzioni trasposte in codice e la loro memorizzazione sulla *DLT*. Inoltre, anche il testo offre un indizio in tal senso. In primo luogo, il pronome relativo "*la cui*", presente nel testo della norma, introducendo la proposizione dipendente, si mette in relazione all'antecedente della proposizione principale che è il *programma per elaboratore*.

In ogni caso, l'ambito prettamente giuridico non è estromesso dalla definizione; il collegamento con il contratto, inteso quale atto di autonomia negoziale a contenuto patrimoniale di cui agli art. 1321 e ss., si può rinvenire anche dal dato testuale. Infatti, per come è stata formulata la nozione di *smart contract*, sembra che il legislatore si sia ispirato proprio a quella del contratto dettata dal legislatore del 1942, essendo menzionati il termine "*esecuzione",* l'espressione "*due o più parti*" e il verbo "*vincola*".

Questa tendenza si ravvisa anche nel secondo periodo del comma in esame, in cui si fa riferimento alla "*forma scritta*", che ricorda quanto disposto dall'art. 1325, n. 4 c.c. Tuttavia, si tratta di una mera assonanza rispetto alle disposizioni codicistiche, perché non vi è alcun coordinamento tra la definizione di *smart contract* e la disciplina civilistica in materia di contratti. A conferma di tale impostazione il fatto che il legislatore ha, inoltre, espunto la fase della conclusione del contratto dalla definizione legislativa, alimentando le incertezze soprattutto in coloro che ritengono, all'interno del dibattito sulla natura giuridica dello *smart contract* che, seppur a determinate circostanze, lo stesso sia figura astrattamente riconducile a quella del contratto[96].

Qualche breve considerazione, infine, si rende necessaria con riguardo alle precisazioni in merito ai requisiti richiesti affinché il contratto soddisfi la forma scritta. Così scrive, infatti, il legislatore:

"Gli smart contract soddisfano il requisito della forma scritta previa identificazione informatica delle parti interessate, attraverso un processo avente i requisiti fissati dall'Agenzia

[95] In tal senso anche M. NICOTRA, *L'Italia prova a normare gli smart contract, ecco come: i pro e i contro*, reperibile in https://www.agendadigitale.eu/documenti/litalia-prova-a-normare-gli-smart-contract-ecco-come-pro-e-contro/, M. MAUGERI, *Smart Contracts e disciplina dei contratti*, *op. cit.*, 392, la quale espressamente: "*La lettera della norma sembra chiarissima e non convince la tesi di chi ritiene che si sia in presenza di contratti reali, e ciò perché, nella fattispecie analizzata, non rileva la traditio. Siamo piuttosto in presenza di un comportamento concludente*".

[96] Sul punto M. GIULIANO, *Blockchain, i rischi del tentativo italiano di regolamentazione*, consultabile sul sito *https://www.agendadigitale.eu.*

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[97]."

Invero, in questa sede, si deve dare atto delle diverse posizioni che sono state espresse dalla dottrina. Da un lato vi è chi ha sostenuto come la disposizione in esame sia del tutto inutile e irrilevante, posto che il contratto intelligente è primariamente un programma informatico e, come tale, può essere equiparato al documento informatico[98].

Dall'altro, diverse voci dottrinali dibattono in senso opposto. Il punto nodale sta principalmente nella mancata espressa previsione circa la conformità dello *smart contract* al requisito dell'immodificabilità, cui fa riferimento *in primis* l'art. 3, comma 2, del DPCM 13 novembre 2014, e, *in secundis*, l'art. 4, comma 3 del DPCM 3 dicembre 2013, che, con ragionamento *a contrario*, esclude che i documenti informatici contenenti codici auto-eseguibili possano essere considerati immodificabili.

Per tale motivo, di conseguenza, la norma di cui ivi si sta discorrendo non potrebbe essere tacciata di irrilevanza.

Secondo altri autori, invece, l'irrilevanza della norma deriverebbe dalla circostanza per cui la definizione legislativa sembrerebbe richiamare l'art. 20 comma 1 *bis* del D. lgs. n. 82/2005, che stabilisce i presupposti richiesti affinché il documento informatico sia idoneo a soddisfare il requisito della forma scritta. Lo stesso, inoltre, individua gli strumenti di attribuzione della paternità del documento informatico (firma elettronica qualificata, firma elettronica avanzata, firma "identificata", nonché firme elettroniche "semplici" a seguito della valutazione del giudice), che consentono di conferire alla stessa tale efficacia[99].

---

[97] La disposizione ricalca l'art. 20, co.1-*bis,* del Codice dell'amministrazione digitale (CAD), che nella sua ultima versione ha previsto che il documento informatico soddisfi il requisito della forma scritta ed abbia l'efficacia prevista dall'art. 2702 c.c. non solo se formato con firma elettronica digitale, altro tipo di firma elettronica qualificata o firma elettronica avanzata, ma anche qualora venga formato mediante un processo avente i requisiti fissati dall'Agenzia per l'Italia digitale (AgID) mediante regole tecniche, che garantiscano integrità e immodificabilità del documento ed il collegamento manifesto ed inequivoco con il suo autore, il quale va dunque previamente identificato.

[98] In tal senso, a titolo esemplificativo, L. PAROLA, *Blockchain smart contract*, reperibile in *https://associazioneaiden.it/images/downloads/Aiden_Blockchain_16_aprile_2019_AVV_Lorenzo_Parola.pdf*, il quale espressamente "*Tale definizione è quantomeno superflua per lo smart contract perché costituisce un documento informatico come definito nel Codice dell'amministrazione digitale (documento elettronico che contiene la rappresentazione informatica di atti, fatti o dati giuridicamente rilevanti)".*

[99] Si vedano gli articoli 20 e seguenti del Codice dell'Amministrazione digitale, c.d. CAD, Decreto Legislativo 7 marzo 2005, n. 82. Sul punto, *ex multis*, si veda anche M. GIULIANO, *La Blockchain e gli smart contracts nell'innovazione del diritto nel terzo millennio*, in *Diritto dell'Informazione e dell'Informatica*, 6, 2018, 989 ss., secondo il quale "*Con riferimento alla particolare modalità di manifestazione del consenso negli smart contracts e, in genere, nei contratti telematici o cibernetici, pur nella loro differente struttura, il legislatore nazionale, dapprima con l. 15 marzo 1997, n. 59 e con il D.P.R. 10 novembre 1997, n. 513, poi trasfuso nel D.P.R. 28 dicembre 2000, n. 445, e poi con il CAD, ha affermato il principio della piena validità dei contratti stipulati per via informatica o telematica, prevedendo che "gli atti, dati e documenti formati dalla pubblica amministrazione e dai privati con strumenti informatici o telematici, i contratti stipulati nelle medesime forme, nonché la loro archiviazione e trasmissione con strumenti informatici sono validi e rilevanti a tutti gli effetti di legge". In tal senso, l'uso di un particolare tipo di forma dipenderà dalla forma scritta richiesta. Cosicché, l'art. 21, comma 2 bis, CAD stabilisce che nei casi in cui sarà necessario rispettare il requisito della forma ad substantiam ex art. 1350 c.c., il documento informatico dovrà essere sottoscritto con firma elettronica qualificata o digitale, ma anche con firma elettronica avanzata*". Si vedano, per completezza, anche D. NEGRONI, *I contratti conclusi via internet*, in www.ud.camcom.it, p. 5, A. VALONGO, *La conclusione del contratto mediante esecuzione nella*

In particolare, questa considerazione si basa sull'argomento secondo cui lo *smart contract* operante su *DLT* costituisce un documento informatico (art. 1, comma 1, lett. p CAD) e, in base alla combinazione dei commi 1 e 2 dell'art. 8 *ter*, è inoltre caratterizzato dall'immutabilità, espressamente prevista dal legislatore per la *DLT*.

Sebbene questa argomentazione sia valida, essa non può essere accolta, poiché si concentra sull'efficacia probatoria dello *smart contract*, inteso come documento informatico, e si discosta dal testo dell'art. 8 *ter*, comma 2. L'erroneità di questa tesi emerge chiaramente dal confronto con l'art. 20, comma 1 *bis*, del CAD, che la teoria in esame propone.

Infatti, mentre l'art. 20, comma 1 *bis* del CAD stabilisce che il documento informatico "*soddisfi i requisiti della forma scritta e possiede l'efficacia probatoria prevista dall'art. 2702 c.c*.", regolando quindi la sua valenza di carattere probatorio, l'art. 8 *ter,* comma 2, secondo periodo, si limita a prevedere che gli *smart contract* "*soddisfino il requisito della forma scritta*", senza però attribuire loro alcuna efficacia probatoria. Pertanto, sembrerebbe corretto ritenere che il requisito della forma scritta previsto dalla normativa si riferisca esclusivamente ai casi in cui sia richiesto *ad substantiam* e non *ad probationem*, alla stregua dell'art. 1325, comma 4 c.c.

Da ultimo, ad alimentare l'incertezza nella quale sono costretti a muoversi interpreti ed operatori, il fatto che, ad oggi, non siano ancora state emanate le Linee guida da parte dell'Agid; inerzia da attribuirsi alla notevole complessità del tema trattato.

contrattazione algoritmica, in *Vita not*., 2004, 1286-1290 e A. GENTILI, *Documento informatico e tutela dell'affidamento*, in *Riv. dir. civ*., 1998, 163 ss.

III SEZIONE

INDAGINE SULLA NATURA (GIURIDICA) DELLO *SMART CONTRACT*

1.Lo smart contract fra software e diritto: analisi del dibattito dottrinale; 1.2. – Smart contract: distinzioni - 2. Lo smart contract come mezzo di conclusione di un contratto tradizionale; - 3. Lo smart Contract puramente esecutivo del contratto tradizionale; - 4. Lo smart contract come algoritmo di sostituzione del contratto tradizionale; 4.1. I requisiti del contratto; - 5. Critica alla tesi secondo cui lo smart (legal) contract rappresenterebbe un'alternativa al diritto dei contratti, secondo lo schema del Code is Law; - 6. Specificazione in merito all'oggetto di ricerca del presente lavoro.

1. Lo smart contract *fra* software *e diritto: analisi del dibattito dottrinale.*

Esaurito l'apparato definitorio, e illustrato il quadro normativo di riferimento, si intende ora passare ad esaminare più nel dettaglio la natura giuridica degli *smart contracts*.

Tale analisi figura evidentemente essenziale - come ha evidenziato più di uno studioso – al fine individuare la disciplina in concreto applicabile, con particolare riguardo al diritto dei contratti.

A questo riguardo pare opportuno ricordare (come già si è evidenziato) che la natura contrattuale dello *smart contract* non è assolutamente scontata. L'acceso dibattito dottrinale sul tema è sfociato in posizioni variegate e, spesso, lontane fra loro[100]. Ritenere che lo *smart contract* abbia la sola funzione di dare esecuzione automatica a certe obbligazioni nascenti da un negozio giuridico, ovvero possa essere qualificato come vero e proprio contratto non ha, evidentemente, rilievo solo teorico. La scelta tra le due opzioni ora ricordate è destinata difatti a determinare rilevanti conseguenze pratiche in relazione alle caratteristiche tecniche che devono connotare la tecnologia in esame, per assicurare il rispetto dei requisiti normativi e per consentire la produzione degli effetti giuridici voluti dalle parti.

In un contesto del genere, caratterizzato da incertezze e contrasti interpretativi, posizioni *eccessivamente* radicali sarebbero da evitare; preferibile, invece, indagare la concreta natura giuridica dello *smart contract* sulla base del suo *effettivo* contenuto[101].

---

[100] *Ex multis*, G. SALITO, *op. cit*., 393, la quale espressamente: "*Sebbene il nomen iuris rinvii con immediatezza al contratto, è, così, dibattuto se lo smart contract possa effettivamente essere ricondotto al negozio disciplinato dagli artt. 1321 c.c. ss. Ad alimentare il sospetto è, anzitutto, la sua stessa struttura di programma destinato ad operare, come si dirà, su una blockchain ed a auto eseguirsi, per effetto di un algoritmo di consenso, e di una funziona crittografica di hash che rende non invertibile l'operazione. ..omissis….In ragione di siffatte caratteristiche lo smart contract non può essere ricondotto tout court al contratto; al contrario, si rende necessaria, in merito una preliminare indagine volta a distinguere il caso in cui il mezzo informatico sia funzionale unicamente alla trasmissione e alla successiva esecuzione dell'accordo contrattuale che si è perfezionato al di fuori di esso, sono le modalità classiche, dal caso in cui l'accordo si formi direttamente attraverso il mezzo informatico, il quale provvede, altresì, alla sua trasmissione*". A. CERRATO, *Contratti tradizionali, diritto dei contratti e smart contract, op. cit.,* 273 ss., A. CERRATO, *Appunti su smart contract e diritto dei contratti*, *op. cit.,* 370, M. MAUGERI, *op. cit*., 1 ss.

[101] Si condivide l'impostazione espressa da M. MAUGERi, voce *Smart Contracts*, in *Enciclopedia del Diritto, Contratto*, Milano, 2021, 1135, la quale, espressamente, "*Gli smart contracts sono invece oggi, in generale, protocolli di transazione che possono riguardare la fase di conclusione ed esecuzione del contratto, solo di esecuzione del contratto o anche di esecuzioni di protocolli*

Sulla base, cioè, del rapporto che lega il codice informatico e l'accordo, gli *smart contracts* parrebbero essere meri *software*, semplici veicoli di scambio delle dichiarazioni negoziali, atti di esecuzione di contratti conclusi in forma tradizionale e, infine, vere e proprie fonti del vincolo negoziale.

Invero, secondo alcuni Autori, la locuzione *smart contract* è suscettibile di comprendere due distinti fenomeni, lo *smart code,* che si riferisce al codice informatico, e lo *smart legal contract*, rilevante sul piano giuridico, quale trasposizione informatica di promesse negoziali[102].

In particolare, lo *smart contract code* si riferisce al codice algoritmico, strutturato secondo la logica condizionale IFTTT o "*if this then that*". Lo *smart code* può avere anche valore contrattuale o negoziale, quando il *software* che esegue il codice informatico è idoneo ad integrare misure per l'adempimento di un obbligo o per l'esercizio di un diritto o per il trasferimento della proprietà o di altri diritti reali, c.d. *Smart legal contract*.

È possibile che lo *smart code* non esprima alcun tipo di promessa negoziale e pertanto, non acquisendo valore legale, esso rimarrà confinato nell'area informatica.

Tale impostazione sicuramente ha il pregio di adottare un approccio casistico, diretto di volta in volta a valutare la giuridicità o meno dello *smart contract code*; tuttavia, appare criticabile il fatto che la distinzione *smart contract code* e *smart legal contract* finisce con il limitare l'analisi al solo momento perfezionativo del contratto, tralasciando così quella che sembra essere la caratteristica principale dello *smart contract*, e, cioè, la sua fase esecutiva, del tutto automatizzata.

Inoltre, non è chiara la portata applicativa dell'epiteto *Smart legal contract*, che, come già si è avvertito, può causare equivoci[103].

Secondo altri Autori, che si rifanno alla definizione tradizionale del loro ideatore, lo *smart contract* si sostanzierebbe in un complesso di promesse, in formato digitale, compresi i protocolli

---

che nulla hanno a che fare con il contratto". M. GIACCAGLIA, *Considerazioni su Blockchain e Smart contract (oltre le criptovalute)*, in *Contratto e Impresa*, 3, 2019, 941 ss.

[102] J. STARK, *Making Sense of Blockchain Smart Contracts*, in *Coindesk*, 2016, in *www.coindesk.com/making-sense-smart-contracts/*; C.D. CLACK, V.A. BAKSHI, L. BRAINE, *Smart Contract Templates: foundations, design landscape and research directions*, 4, 2016, 2 ss., espressamente: "*Two different ways that the term "smart contract" is commonly used: 1. The first is operational, involving software agents, typically but not necessarily on a shared ledger. The word "contract" in this sense indicates that these software agents are fulfilling certain obligations and exercising certain rights and may take control of certain assets within a shared ledger. There is no consensus on the definition of this use of the term "smart contract" — each definition is different in subtle ways. Stark renames these agents as smart contract code. 2. The second focuses on how legal contracts can be expressed and implemented in software. This therefore encompasses operational aspects, issues relating to how legal contracts are written and how the legal prose should be interpreted. There are several ideas and projects which focus on these aspects such as Common Accord, Legalese, Monax's dual integration, and the Ricardian Contract. Stark renames these as smart legal contracts. Given that there is no clear consensus on the terminology being used, it is important that we should be clear in this paper. We prefer that the term "smart contract" should cover both versions, so we adopt a higher-level definition based on the two topics of automation and enforceability.* Cfr. anche A.U. JANNSEN, F.P. PATTI, *Demistificare gli* smart contracts, in ODCC, 2020, 35: "*In merito a quanto esposto, sussistono molteplici discussioni e qualche fraintendimento. Per gli smart contracts basati su tecnologia blockchain è possibile individuare un'utile dicotomia tra lo "smart contract code", il codice computerizzato in memoria, verificato ed eseguito su blockchain, e lo "smart legal contract", il vero e proprio contratto intercorrente tra le parti in cui è previsto l'uso della tecnologia. Essenzialmente lo smart legal contract è una combinazione tra "smart contract code" e linguaggio giuridico tradizionale*".

[103] Sul punto si confronti la nota n. 18.

all'interno dei quali le parti adempiono automaticamente a tali promesse; altri invece sostengono che lo *smart contract* consiste esclusivamente in un insieme di protocolli automatizzati, basati su una condizione matematicamente accertabile e traducibile a livello algoritmico[104]. Pertanto, tali protocolli sarebbero in grado di implementare l'efficienza di transazioni sia molto semplici, come i pagamenti digitali, che complesse, ma traducibili in codice binario.

Le dottrine esposte invero tendono a negare che lo *smart contract* possa in qualche modo avere una rilevanza giuridica.

All'opposto, altri ritengono che, a determinate condizioni, lo *Smart contract* (o *smart legal contract*) sia accostabile alla figura del contratto tradizionale, dove ne avesse i requisiti essenziali, e quando il programma informatico, spesso inserito in una *DLT,* consenta sia la conclusione della transazione che la sua esecuzione[105].

Anche tra chi ritiene che lo *smart contract* sia sussumibile all'interno di un contratto, vi è diversità di vedute. Alcuni autori fanno rientrare nella categoria degli *smart (legal) contract* non solo gli *smart contract* che rispecchiano i requisiti cui agli artt. 1321 c.c. ss., ma anche tutti gli

---

[104] F. RAMPONE, *op. cit*., 1 ss.: "*Oltre a ciò, potremmo considerare lo smart contract come documento contenente un testo contrattuale. In tale prospettiva, si tratta senz'altro di un modello di contratto quadro. In esso, infatti, sono esposte le regole secondo le quali gli utenti, associando allo smart contract le rispettive finalità e gli altri elementi variabili dell'accordo, possono dare esecuzione ad un determinato programma contrattuale"*, P. CUCCURU, *op. cit*., 110 ss.: "*Nonostante il nome, gli smart contract non sono necessariamente contratti giuridicamente intesi (sebbene possano esserlo ove ne integrino i requisiti). Sono, più semplicemente, degli strumenti per la negoziazione, conclusione e/o automatica applicazione di rapporti contrattuali o relazioni para contrattuali: un canale per la conclusione e gestione degli accordi, piuttosto che accordi in sé",* F. DI CIOMMO, *Blockchain, smart contract e Intelligenza artificiale (ai) e trading algoritmico: ovvero, del regno del non diritto,* in *Nuovo Diritto Civile*, diretto da R. Carleo, A. M. Gambino, M. Orlandi*,* Roma, 1, 2019, il quale, pur riconoscendo che una minima percentuale di *smart contract* possa essere affiancata al concetto di contratto, ritiene anche che la categoria dello *smart contract*, di per sé, sia del tutto irrilevante dal punto di vista giuridico, proprio perché "*il modo di essere e di operare degli smart contract risulta fortemente condizionato dalla tecnologia utilizzata, esso risente sensibilmente delle evoluzioni tecnologiche sicché, allo stato, ogni tentativo compiuto dai giuristi per comprendere il fenomeno e disciplinarlo rischia di risultare obsoleto nel momento stesso in cui viene svolto, il che impone al giurisperito di adottare un approccio ancor più prudente e consapevole*".
Nello stesso senso anche M. GIACCAGLIA, *Il contratto del futuro, op. cit.*, 137 ss.: "*In questa sede si vuole solamente aggiungere che la natura contrattuale, in senso tecnico – giuridico, dello smart contract viene generalmente negata. Le ragioni, si ritiene, sono essenzialmente due La prima, di stampo non giuridico, si ricollega alla distinzione tra smart contract in senso informatico e smart contract in senso giuridico. È dunque chiaro che, se si prende in considerazione la prima fattispecie, ovverosia una stringa alfanumerica, incomprensibile ai più, non si potrà immaginare di trovarsi di fronte ad un contratto. Quando, invece, si prende in considerazione la seconda fattispecie, ovverosia dello smart contract in ambito giuridico, omissis, non consente altro che non sia mera auto esecuzione di clausole contrattuali già predisposte in precedenza*". Cfr. A. U. JANSSEN, F. P. PATTI, *op. cit*., 39, secondo i quali "*Una prima ragione dell'inadeguatezza dell'espressione risiede nel fatto che, indipendentemente dai vantaggi con seguibili, gli smart contracts non possono essere considerati "intelligenti" e anzi sarebbe il caso di qualificarli come "stupidi" ("dumb contracts"). Infatti, basandosi sullo schema "se ciò si verifica, allora questo deve accadere", essi non sono in grado di reagire ad eventi non programmati, ma si limitano ad eseguire quanto prescritto nelle linee di codice. Diversamente rispetto ai contratti tradizionali, che lasciano ai contraenti la possibilità di gestire il proprio rapporto nel corso dell'esecuzione delle prestazioni, gli smart contracts conoscono soltanto la prospettiva anteriore alla conclusione del contratto".* V. in questa prospettiva A.J. KOLBER, *Not-So-Smart Blockchain Contracts and Artificial Responsibility*, in *Stanford Technology Law Review*, 21, 2018, 198; J.M. LIPSHAW, *The Persistence of Dumb Contracts,* in *Stanford Journal of Blockchain Law and Policy*, 2, 2019, reperibile su *https://stanford-jblp.pubpub.org/pub/persistence-dumb-contracts.*

[105] G. SALITO*, op. cit*., 391 ss. e M. MAUGERI, *op. cit.,* 1 ss., quest'ultima espressamente: "*Di seguito, in questo scritto, ci si riferirà esclusivamente agli smart contract che vengano conclusi ed eseguiti sulle DLT. E proprio in relazione a questi sembra che non possano esserci dubbi sul fatto che siano accordi fra due o più parti volti a costituire un rapporto giuridico patrimoniale e che siano, dunque, contratti ex art. 1321 c.c. Che poi questi accordi possano essere considerati validi è questione diversa su cui si soffermerà nel prosieguo*". Così anche A. M. BENEDETTI, *Contratti, algoritmi e diritto civile transnazionale: cinque questioni e due scenari*, in *Riv. dir. civ.,* 3, 2021, 411 ss.: "1° *Questione: l'automatismo algoritmico è compatibile con la nozione di contratto? A me sembra si possa formulare una risposta positiva: non nasce, dall'uso di queste tecniche, un contratto nuovo, o, persino, un quid di diverso dal contratto*" e D. DI SABATO, *Smart contracts: robot che gestiscono il rischio contrattuale*, in *Contratto e Impresa*, 2017, 378 ss.

smart contract che in qualche modo partecipano ad una fase negoziale (ad esempio, quella perfezionativa o quella esecutiva); altri studiosi, invece, sostengono che solo gli *smart contract* utilizzati sia per la fase di conclusione del contratto che per la sua esecuzione possano essere considerati come inquadrabili nella categoria di *smart contract* sostitutivi di un contratto tradizionale. È necessario, inoltre, per quest'ultimo orientamento, che gli stessi vengano conclusi ed eseguiti all'interno di *DLT*[106].

Alla luce del dibattito dottrinale sul tema (del quale ora si fatta una sintesi), si ritiene, in questo elaborato, di non assumere una posizione univoca sul punto; allo stato attuale, infatti, pare che gli *smart contracts* possano essere di varie tipologie, che dipendono fuor di dubbio dalla concreta applicazione dei programmi per elaboratore. Dove risulterà prevalente, cioè, la componente informatica, senza che il programma possa essere in grado di esprimere alcun ingrediente negoziale, la figura dello *smart contract* non potrà essere accostata al contratto tradizionale. All'opposto, nulla vieta che il programma informatico possa invece essere utilizzato quale canale per gestire una o più fasi del perfezionamento e della conclusione del negozio giuridico. Si deve quindi guardare all'effettivo e concreto contenuto del programma[107].

1.2. Smart contract*: distinzioni.*

Prendendo in considerazione il solo *smart contracts* che in ragione delle sue caratteristiche sia in grado di assumere rilevanza sul piano giuridico, occorre ora procedere ad una classificazione di questi programmi per elaboratore. Essi verranno distinti, da un lato, in ragione della loro diversa forma di manifestazione e, dall'altro, a seconda del loro effettivo contenuto.

Quanto alla prima classificazione, si possono individuare tre diversi modelli.

Il modello "*Solely code Model*", in italiano "modello solo codice", esprime il concetto di uno *smart contract* espresso per mezzo del solo codice informatico. Le parti utilizzano in via esclusiva il linguaggio di programmazione, eventualmente inserendo lo *smart contract* all'interno di una *blockchain.* Non è presente, nel modello in esame, alcun riferimento circa l'utilizzo di un linguaggio naturale o ad una traduzione c.d. *user-friendly*.

L'"*Internal Mode"*, modello interno, impiega l'adozione, contemporaneamente, del linguaggio naturale e di quello di programmazione, risultando così, il contenuto dello *smart contract,* comprensibile sia per le parti, che per la macchina. Anche in questo caso il programma per elaboratore viene spesso implementato all'interno di una *blockchain*, ma a differenza del

[106] M. MAUGERI, *op. cit.,* 1 ss.
[107] M. F. TOMMASINI, *op. cit*., 831 ss.: "*Sulla base proprio del rapporto che lega codice informatico e accordo, gli smart contracts, perciò, possono essere semplici veicoli di scambio delle dichiarazioni negoziali; atti di esecuzione di contratti conclusi in forma tradizionale; o, ancora, fonti del vincolo negoziale in quanto creano, modificano, trasferiscono diritti, doveri e poteri",* F. FAINI, *Blockchain e diritto: la catena del valore tra documenti informatici, smart contract e data protection, op. cit*., 297 ss.

modello solo codice, vi è anche una traduzione in linguaggio parlato, il che comporta oneri e costi maggiori rispetto al primo modello. Si tratta, in sostanza, di un modello ibrido[108].

Il modello *External Mode*, modello esterno, invece, consiste in un contratto tradizionale, redatto in linguaggio naturale, non implementato in *blockchain*. In questo caso lo *smart contract* permette di raggiungere quella caratteristica di automatizzazione dell'esecuzione, esclusa di regola nei contratti tradizionali. A differenza del modello interno, quello esterno si compone di due contratti separati: uno è quello redatto in formato tradizionale, ossia quello redatto in linguaggio naturale, l'altro è quello formulato in linguaggio di programmazione. Quest'ultimo modello sembrerebbe configurare, di fatto, una particolare ipotesi di ripetizione del contratto in una forma diversa, ma necessaria per la sua attuazione[109].

Per quanto attiene alla seconda classificazione, fondata sul contenuto e l'effettivo impiego dei programmi per elaboratore, occorre rilevare l'esistenza di tre macrocategorie: gli *smart contract* impiegati come mezzo di conclusione del contratto tradizionale, quelli utilizzati come mezzo di esecuzione di un contratto tradizionale e gli *smart contract* sostitutivi di un contratto tradizionale.

Non saranno oggetto di approfondita analisi quei programmi per elaboratore nei quali risulta del tutto assente la componente "*smart legal contract"*, dal momento che questi, intesi come mero *software*, non hanno alcuna implicazione con un compiuto progetto di autonomia privata. Non esprimono, quindi, alcun tipo di intento negoziale e non incidono su fasi contrattuali.

Ivi gli *smart contract* sono utilizzati alla stregua di un protocollo di transazione informatizzato che esegue ordini in modo automatico al verificarsi di condizioni predeterminate[110].

A titolo esemplificativo, si considerino i sistemi *robotizzati* in grado di comunicare con l'uomo, attraverso l'impiego di strumenti di Intelligenza Artificiale, fornendo informazioni contestualizzate rispetto al caso concreto: riproponendo un esempio già formulato, funzionano in tal modo i meccanismi di regolazione automatica della temperatura interna al variare di quella esterna (l'algoritmo *if this then that* funziona nel senso che, se la temperatura esterna è di un certo

---

[108] Questa tripartizione è stata proposta da due report centrali in tema di *smart contract*: *UK JURISDICTION, TASKFORCE, Legal statement on cryptoassets and smart contract,* in *https://35z8e83m1ih83drye280o9d1-wpengine.netdna-ssl.com/wp-content/uploads/2019/11/6.6056_JO_Cryptocurrencies_Statement_FINAL_WEB_111119-1.PDF*, 2019, 33, 35 e 36, punti 145, 150, 152; *LAW COMMISSION, Smart legal contracts,* in *https://s3-eu-west-2.amazonaws.com/lawcom-prod-storage-11jsxou24uy7q/uploads/2021/11/Smart-legal.contracts-accessible.pdf*, 401, 2021, 29 ss.. In dottrina, invece, si veda R. BATTAGLINI, P. NICORELLI, *Smart legal contract: dall'idea al codice, op. cit*., 10 ss.

[109] Uno dei problemi nascenti da questo terzo modello è chiaramente quello relativo alla mancata corrispondenza tra il contenuto descritto in linguaggio natura e quello descritto, invece, utilizzando il linguaggio di programmazione tipico delle macchine robotiche. V. S. A. CERRATO, *Appunti su smart contract e diritto dei contratti, op. cit*., 370 ss.

[110] Lo scrivono a chiare lettere G. FINOCCHIARO e C. BOMPREZZI, *A legal analysis of the use of blockchain technology for the formation of smart legal contracts*, *in Diritto mercato tecnologia*, 2020, 6: "*In theory, smart contracts can automate everything. For example, a smart thermostat that regulates the temperatures inside a house according to predetermined settings is a smart contract. In these cases, smart contracts have no legal significance. They acquire legal connotations when they are used to automate legally relevant action or operations*".

valore, verificabile automaticamente attraverso meccanismi di *AI,* allora, quella interna ideale deve essere di tot gradi centigradi), nonché i sistemi che regolano lo spegnimento dell'impianto di illuminazione al variare della luce solare e così via.

Nei casi menzionati, ci si trova, evidentemente, in settori in cui il campo dell'informatica e della programmazione trovano terreno fertile, diversamente dal diritto, il quale, in questo specifico impiego degli *smart contract*, tende quantomeno a *ritirarsi*.

2. Lo smart contract *come mezzo di conclusione di un contratto tradizionale.*

Con lo sviluppo delle tecnologie, i privati hanno acquisito la possibilità di manifestare a distanza il proprio intento negoziale. Il punto è stato ed è tutt'ora oggetto di attenta analisi da parte della dottrina e anche del legislatore, soprattutto per le peculiari insidie che possono celarsi dietro allo strumento utilizzato per la formazione dell'accordo, dovute alla distanza tra le parti, aggravata dalla velocità con cui avviene la transazione[111]. La conclusione del contratto a distanza è stata così procedimentalizzata e formalizzata, in misura ancora più stringente nel caso in cui si tratti di un contratto stipulato tra un professionista e un consumatore[112].

Non questa è la sede per approfondire tematiche di tal sorta, tuttavia, non può sottacersi che anche lo *smart contract* si inserisce nelle vicende negoziali la cui esecuzione è gestita da un'infrastruttura tecnologica (nel caso dello *smart contract*, si tratta di un algoritmo o, meglio, di un programma informatico); occorre chiedersi, quindi, se lo stesso possa essere utilizzato quale veicolo di comunicazione fra le parti nel corso delle trattative e per manifestare il consenso alla stipula di un contratto tradizionale. In tal caso, il protocollo *smart contract* fungerebbe da semplice veicolo funzionale ad esternare la volontà delle parti e a far incontrare la proposta e l'accettazione.

Si tratta di un quesito cui la dottrina, in assenza di una regolamentazione sul punto da parte del legislatore, tende a dar risposta positiva, quantomeno in via astratta, pur ammettendo che uno

---

[111] M. P. PIGNALOSA, *Contratti a distanza e recesso del consumatore*, Milano, 2016, 1 ss., A. FRATERNALE, *I contratti a distanza*, Milano, 2009, V. RICCIUTO, N. ZORZI, *Il contratto telematico*, in *Trattato di diritto commerciale e diritto pubblico dell'economia*, 27, 2003, Padova, 685 ss., F. DELFINI, *Contratto telematico e commercio elettronico*, Milano, 2002 1 ss., C. PILIA, *Contratti a distanza e diritti dei consumatori,* Trento, 2012, 1 ss., P. SUPPA, *Il rapporto di consumo*, in *Codice del consumo*, a cura di V. Cuffaro, Giuffrè, Milano, 2006, 226, D. D'AMBROSIO, *Contratto telematico: Conclusione del contratto a mezzo internet e valore del documento informatico*, in *Giurisprudenza di merito*: *rivista bimestrale di giurisprudenza dei giudici di merito*, 11, 2006, 7 ss., D. VALENTINO, *I contratti negoziati fuori dei locali commerciali e i contratti a distanza*, in *I contratti dei consumatori*, in *Tratt. Rescigno-Gabrielli*, a cura di E. Gabrielli, E. Minervini, 2, Torino, 2005, 659 ss. Dal punto di vista legislativo interno si segnala Codice del Consumo, D. Lgs. 206/2005, articoli 45 – 47, il D. Lgs. 70/2003, in attuazione della Direttiva 2000/31/CE sul commercio elettronico; a livello europeo la Direttiva 2011/83/UE sui diritti dei consumatori, che rappresenta la base legislativa del diritto europeo in materia di contratti a distanza e contratti fuori dai locali commerciale; non solo, tale fonte di legge ha anche stabilito importanti obblighi informativi precontrattuali, sempre a favore del consumatore. Si ricordi anche il Regolamento (UE) 2019/1150 sulla trasparenza nei rapporti tra imprese e piattaforme *online*, rilevante per i *marketplace* e per la regolamentazione della vendita *online.*

[112] R. GIAMPETRALIA, *Il diritto di recesso nel codice del consumo*, in *Riv. not.,* 2007, 79 ss.; C. PILIA, *Accordo debole e diritto di recesso*, Milano 2008; C. FERRARI, *Ipotesi di qualificazione per il "recesso" del consumatore,* in *Riv. dir. civ*., 2010, II, 1 ss.; A.M. BENDETTI, *Recesso del consumatore*, in *Enc. Dir., Annali*, IV, Milano, 2011, 956 ss.; N. ZORZI GALGANO, *Il contratto di consumo e la libertà del consumatore*, in *Tratt. Galgano*, LXII, Padova, 2012, 376.

smart contract di tal tipologia, limitato cioè alla sola fase di perfezionamento del vincolo contrattuale, sia scarsamente utilizzato nella pratica[113].

Vale a dire che, in astratto, uno *smart contract* o più *smart contract* possono certamente essere programmati in maniera tale da individuare quando le richieste di due o più parti coincidano ai fini della conclusione di un contratto. L'effettiva praticabilità di ipotesi del genere è però problematica, per le ragioni che verranno di seguito delineate[114].

La *ratio* di tale affermazione si rinviene nella constatazione che un impiego siffatto non sia in grado di apportare alcun vantaggio alle transazioni, in termini di tempistiche e costi, *a fortiori* se si pone a confronto con gli altri strumenti utilizzati nella contrattazione telematica.

Infatti, i consueti mezzi di comunicazione telematica e le piattaforme *online*, attraverso le quali si può concludere un contratto a distanza, permettono alle parti di scambiarsi informazioni, dichiarazioni e documenti in linguaggio umano e in tempi relativamente veloci.

Una parte può avvalersi di uno *smart contract* per trasmettere all'altra la proposta contrattuale. In questo caso, lo *smart contract* assume lo stesso valore di una mail certificata, differenziandosi per il semplice fatto che la proposta in formato *smart,* per essere inviata, deve essere tradotta in linguaggio informatico. L'oblato, a sua volta, si trova dinnanzi ad una proposta che dovrà prima decodificare, per comprenderne il testo, e, di seguito esplicitare ed inviare in formato algoritmico anche la propria accettazione.

Si tratta di un meccanismo che, di fatto, rende più complessa l'intera procedura proposta - accettazione e che finisce con l'acuire le problematiche degli *smart contract* concernenti l'utilizzo di un linguaggio diverso da quello umano e spesso non comprensibile dalle parti stesse, che, a tal fine, si avvalgono di programmatori esperti.

Inoltre, in questo caso, le parti, utilizzerebbero il programma per elaboratore esclusivamente per gestire la fase di conclusione del contratto, rinunciando a quelli che sono i maggiori benefici degli *smart contract*, ovvero l'automatica esecuzione delle prestazioni e la *tendenziale* certezza dell'adempimento della controparte.

Pertanto, è condivisibile il rilievo di chi sostiene che l'utilizzo del contratto intelligente limitato alla sola fase delle trattative rappresenti, di fatto, un *inidoneo* impiego dello stesso[115].

3. Lo smart contract *puramente esecutivo del contratto tradizionale.*

Pur se (come si è già evidenziato nel corso della prima sezione del presente capitolo) la dottrina è decisamente divisa riguardo al tema dell'esatto inquadramento giuridico del fenomeno

[113] Cfr, M. F. TOMMASINI, *op. cit.,* 831 ss.
[114] S. A. CERRATO, *op. cit*., 370 ss.
[115] S. A CERRATO, *op. cit..,* 370 ss.

smart contract, quasi tutti gli studi convergono su un punto: la fase di esecuzione rappresenta il terreno elettivo di utilizzo dello *smart contract* in ambito negoziale.

Non è un caso che, nella prassi, gli *smart contract*, soprattutto in ambito finanziario e assicurativo, si siano sviluppati, più che sotto forma di contratti veri e propri, come programmi per elaboratore in grado di gestire, in modo automatizzato e automatico, la sola fase esecutiva del contratto.

Lo *smart contract*, in questo caso, non si configura alla stregua di una mera ripetizione del contratto concluso nei modi tradizionali, ma permette di introdurre l'*aliquid novi*, dato dall'automatica esecuzione del programma negoziale, prospettandosi così come canale di attuazione rispetto ad un contratto già perfezionatosi[116]; il che, si rammenta, è compatibile anche con la definizione del legislatore italiano di *smart contract*, la quale, facendo riferimento agli "*effetti predefiniti dalle parti",* consente di ipotizzare alla base l'esistenza di un contratto già precedentemente concluso.

Le parti, quindi, utilizzerebbero lo strumento dello *smart contract* c.d. *esecutivo* principalmente per le caratteristiche di speditezza, economicità e certezza che lo caratterizzano, in particolar modo se inserito nelle catene *blockchain*.

Nel contesto in esame, possono essere ricompresi i cc.dd. prodotti assicurativi autoliquidanti, relativamente ai quali il contratto di assicurazione viene ad essere concluso al di fuori di *smart contract* e *blockchain*, essendo a tali tecnologie affidata la sola fase di esecuzione del contratto, che, nel caso, in esame, si sostanzia nell'accertamento automatizzato dell'evento dal quale potrà derivare la liquidazione o meno del danno[117].

In ogni caso, l'utilizzo di questi algoritmi in funzione meramente esecutiva si presta in particolar modo ad essere impiegato nei contratti *di durata*, con prestazioni differite o continuative (quali possono essere, appunto, i modelli contrattuali impiegati nel settore finanziario, assicurativo ed energetico).

Molto più complessa, seppur allo stato attuale non sia escludibile a priori, è la possibilità di usufruire di modelli di *smart contract* meramente esecutivi nei casi di contratti a prestazione istantanea, dove la fase di conclusione tende per natura a sovrapporsi a quella esecutiva, salva la possibilità che il contratto contenga un elemento accidentale dal quale far dipendere la sua

---

[116] P. CUCCURU*, Blockchain ed automazione contrattuale. Riflessioni sugli smart contract,* in *Nuova giur. civ. comm*., 2017, p. 111 e G. SALITO*, voce Smart Contract*, in *Digesto italiano, discipline privatistiche,* sezione civile, Agg. XII, Torino, 2019, p. 395.

[117] In tal senso L. REGAZZONI, *Smart contracts e prodotti autoliquidanti: il contratto di assicurazione*, in Ambientediritto.it, 2022, 527 ss. *"A questo stadio del nostro ragionamento, è indifferente che il contratto nasca anch'esso in ambiente DLT, eventualmente in esito a processi di negoziazione algoritmica, oppure mediante accordo tra le parti secondo le modalità più consuete, e venga poi tradotto in linguaggio informatico. I problemi di cui ci dobbiamo occupare attengono infatti alle modalità con cui viene svolta la funzione autoliquidante dello smart contract assicurativo, sotto il profilo della loro compatibilità con i principi che regolano il rapporto di assicurazione nel nostro ordinamento".*

efficacia, o dallo stesso residuino obbligazioni ulteriori, fra le quali, a titolo esemplificativo, obbligazioni di garanzia[118].

Perplessità permangono con riguardo ai contratti reali, nei quali la *traditio* del bene è elemento per la conclusione del contratto e non per la sua esecuzione.

Per quanto riguarda, invece, l'oggetto dell'obbligazione, non potrà farsi uso di uno *smart contract* per eseguire obbligazioni di fare o di dare beni materiali.

L'utilizzo di uno *smart contract*, di contro, è ammissibile ogniqualvolta la prestazione dell'obbligazione di dare abbia ad oggetto il pagamento di somme: si consideri l'ipotesi di uno *smart contract* in grado di liquidare in modo automatizzato una somma in caso di ritardo di un mezzo di trasporto oppure ad uno *smart contract* che blocca il funzionamento di un macchinario, di un veicolo, di un programma, in assenza del pagamento del canone periodico.

Per quanto concerne le caratteristiche della prestazione oggetto delle obbligazioni automatizzate tramite *smart contract*, queste dovrebbero essere legate a dati oggettivi, tali da escludere profili di soggettività che creerebbero una maggiore difficoltà nella gestione di un automatismo informatico. Devono essere, quindi, informazioni standardizzate e facilmente traducibili in codice binario.

Si deve, pertanto, pensare ad uno *smart contract* come un codice informatico molto semplice, che soddisfa solamente condizioni di tipo *if-then*. Per esempio, nel caso di uno *smart contract* utilizzato per pagare un libro ordinato via Internet, il pagamento verrà effettuato dallo *smart contract* (*then that*) solo quando: il corriere lo ha consegnato (*if this*), ha avuto esito positivo la verifica circa la corrispondenza del bene consegnato a quello ordinato e l'assenza di vizi (*if this*) e siano scaduti i termini per l'esercizio del diritto di recesso (*if this)*. Infatti, un *software* (in cui si sostanzia lo *smart contract* meramente esecutivo) può accertare, in modo inconfutabile, il verificarsi di tali eventi.

4. Lo smart contract *come algoritmo sostitutivo del contratto tradizionale.*

Già si è fatto riferimento alla circostanza secondo cui gli *smart contract* potrebbero avere una natura anche contrattuale[119]. Sul piano operativo, vi è da dire che lo sviluppo di un tale impiego

[118] V. M. F. TOMMASINI, *op. cit.,* 833.

[119] Sul punto si legga quando descritto da K. WERBACH e N. CORNELL, *Contracts ex Machina*, in *Duke Law Journal*, 67, 2017, 313 ss.: "*Nevertheless, we believe that smart contracts are, at the conceptual level, still contracts. Though they might not constitute promises per se, smart contracts are voluntary mechanisms that purport to alter the rights and duties of the parties. After all, not all traditional contracts are executory, either. A deal may still count as a contract even though it leaves nothing open to be done or performed. A conveyance, for example, is a contract that alters rights presently, and does not involve any further, open promises. Smart contracts similarly constitute present agreements without further promises to perform. The simple Bitcoin smart contract just imagined is more like a present but contingent conveyance than it is like an executory promise to pay*". Si veda anche quanto scritto da B. CAPPIELLO, *Dallo smart contract computer code allo smart (legal) contract. I nuovi strumenti (para) giuridici alla luce della normativa nazionale e del diritto internazionale privato e europeo: prospettive de jure condendo*, in *Diritto del commercio internazionale*, 2, 2020, 477, la quale espressamente: "*Lo smart contracts a nostro avviso può infatti assumere la*

dei programmi per elaboratore è andato di pari passo con il loro inserimento nelle catene *blockchain* (come si è rilevato, gli *smart contract* girano soprattutto su *Ethereum*).

A tal fine, per distinguerli dagli *smart code contract,* tali contratti intelligenti sono stati identificati anche con il lemma *smart legal contract*; tuttavia, si precisa nuovamente che tale locuzione non verrà utilizzata nel presente lavoro, dati i fraintendimenti che potrebbe ingenerare[120].

Ciò premesso, l'accostamento all'istituto del contratto può essere effettuato in tutti i casi nei quali l'automazione finisce con il regolare la formazione del contratto medesimo, ossia la sua conclusione, andando a creare, modificare e trasferire diritti, poteri e doveri, nonché la sua esecuzione.

In tali frangenti, come è stato opportunatamente osservato "*è lo stesso codice informatico ad esprimere la dichiarazione intesa a realizzare un contenuto giuridicamente vincolante, da imputarsi direttamente al soggetto al quale il codice è legato*[121]".

Il consenso delle parti, quindi, si forma su un codice binario, che ha ad oggetto obbligazioni concordate tra le stesse direttamente in linguaggio di programmazione e viene implementato ed eseguito sulla *blockchain*. Il testo dello *smart contract* rappresenta, in questo caso, il veicolo di esteriorizzazione del contratto e, pertanto, costituisce esso stesso il contratto che le parti stipulano, il che avvicinerebbe il programma per elaboratore al modello "*Solely code Model*", nel quale le parti utilizzano direttamente il linguaggio informatico per regolamentare i rispettivi interessi[122].

4.1. I requisiti del contratto.

La verifica nello *smart contract* degli elementi essenziali cui all'art. 1325 c.c. suscita qualche problematicità che pare opportuno segnalare[123].

Nessuna indicazione precisa può ricavarsi in questo senso dalla definizione del legislatore italiano già esaminata in precedenza. Le criticità concettuali della disposizione citata sono state

---

qualifica di smart legal contract solo ove contenga gli elementi essenziali del contratto tradizionale. Se così fosse, si tratterebbe del primo caso in cui l'uomo crea qualcosa di interamente artificiale per governare i rapporti tra consociati", M. GIACCAGLIA, *Considerazioni su Blockchain e Smart contract (oltre le criptovalute),* in *Contratto e Impresa,* 3, 2019, 941 ss., "*Se, per avventura, A e B fossero, non solo intenzionati a concludere la compravendita di un bene digitale, ma anche esperti ingegneri informatici, nulla gli impedirebbe di sedersi di fronte ad un computer e redigere, o scambiarsi, tramite posta elettronica, un atto avente natura patrimoniale e consistente in una serie di stringhe alfanumeriche, che poi inseriranno successivamente in una blockchain. Sembra che in un'ipotesi del genere possa tranquillamente attribuirsi allo smart contract la natura di contratto ai sensi dell'art. 1321 c.c., ove sussistano, naturalmente, anche gli altri requisiti di cui all'art. 1325 c.c.".*

[120] Come già descritto nella nota n. 18.

[121] M. GIULIANO, *op. cit*., pp. 989 ss., M. MAUGERI, *op. cit*., 33 espressamente: "*E proprio in relazione a questi sembra che non possano esserci dubbi sul fatto che siano accordi fra due o più parti volti a costituire un rapporto giuridico patrimoniale e che siano dunque, contratti ex art. 1321 c.c. Che poi questi accordi possano essere considerati validi è questione diversa*".

[122] A. CERRATO, *op. cit*., 389. Nel caso, invece, in cui le parti utilizzassero lo *smart contract* quale algoritmo di esecuzione, il modello richiamabile parrebbe essere quello esterno, c.d. *External Mode.*

[123] Fra tutti si veda M. MANENTE, *op. cit.* 3 ss., M. GIACCAGLIA, *op. cit*., 941 ss.: "*In tale ottica si osservi che, per quanto riguarda l'accordo, la causa e l'oggetto, non sembrano porsi particolari questioni. Certamente non diverse rispetto a quelle che rileverebbero se ci trovassimo di fronte ad un ormale contratto*".

segnalate. Dal momento che si limita a definire il *contratto intelligente* come un *programma per elaboratore* che si autoesegue sulla base degli effetti *predefiniti* dalle parti, essa, *prima facie*, sembrerebbe addirittura escludere che lo *smart contract* possa essere accostato ad un contratto. All'opposto, tuttavia, la stessa definizione legislativa fa riferimento *all'esecuzione che vincola le parti sulla base di effetti predefiniti dalle stesse*, lasciando aperta la possibilità, quantomeno teorica, che lo *smart contract* possa comprendere anche la fase di formazione del contratto, oltre che la sua esecuzione. La definizione legislativa non è insomma ostativa rispetto alla possibilità di qualificare taluni *smart contract* come contratti.

Così facendo, le parti, normalmente con l'aiuto di un esperto, assumono la decisione di avvalersi di algoritmi già durante la fase di conclusione del contratto, affidando agli stessi anche l'esecuzione dell'intento negoziale.

Che l'accordo sia necessario ai fini della configurabilità di un contratto, seppur in formato *smart*, è dato certo, ricavabile dal codice civile e dalla nozione legislativa di *smart contract*, posto che la stessa fa riferimento al concetto di esecuzione riferibile al programma, il quale viene ad essere attivato dalle parti stesse sulla base di effetti da loro predefiniti (non a caso, in ambito informatico, il termine "*execution*" significa "*The performance of an instruction or program*").

Inoltre, la conclusione dello schema contrattuale attraverso forme cc.dd. alternative è ammessa alla luce del principio di libertà della forma del contratto; libertà che permette alle parti di affidare la fase della formazione del contratto anche al linguaggio algoritmico, salvi eventuali espressi divieti stabiliti dalla legge[124].

Con particolare riguardo alla modalità di manifestazione del consenso all'interno dello *smart contract,* deve farsi riferimento in via analogica al CAD, c.d. Codice dell'Amministrazione digitale, D. Lgs. 7 marzo 2005, n. 82 e successive modificazioni (artt. 20 e seguenti), il quale ha affermato la piena validità dei contratti stipulati per via informatica o telematica; ivi si prevede, infatti, che gli atti, dati e documenti formati con strumenti informatici o telematici, i contratti stipulati nelle medesime forme, nonché la loro archiviazione e trasmissione siano validi e rilevanti a tutti gli effetti di legge.

Pertanto, attraverso uno *Smart contract*, le parti possono esprimere una dichiarazione intesa a realizzare un contenuto giuridicamente rilevante, vincolante e imputabile ai soggetti ai quali i codici digitali sono legati.

[124] M. F. TOMMASINI, *op. cit.*, p. 835 ed espressamente S. ORLANDO, *Profili definitori degli "smart contracts*", in *Internet contratto e persona. Quale futuro*, a cura di R. CLARIZIA, Pisa, 2021, 50 "*Deve ricordarsi in proposito che qualsiasi linguaggio convenzionale, ancorché diverso dal linguaggio delle lingue parlate e scritte, può essere impiegato per esprimere la volontà dei privati, purché naturalmente affidato ad un codice predefinito con caratteri di sufficiente stabilità*".

Quanto alla modalità di perfezionamento del vincolo, è ragionevole che alla conclusione di un contratto, seppur in formato "*smart contract",* possa addivenirsi in varie forme, fra cui: l'accettazione di una proposta predisposta in via unilaterale dalla controparte in linguaggio informatico, eventualmente in base a condizioni generali già esistenti, sia in formato digitale o analogico; invero, potrebbe essere utilizzato anche il contratto preliminare o qualsiasi altro accordo abbia natura preparatoria.

Non sembra praticabile, invece, l'ipotesi dello *smart contract* concluso *per facta concludentia*, in assenza, cioè, di proposta, in quanto il presupposto per la configurabilità di un contratto intelligente è pur sempre la redazione di un protocollo informatico.

Secondo alcuni, sembra praticabile, nel contesto esaminato, l'ipotesi cui all'art. 1327 c.c., c.d. "*esecuzione prima della risposta dell'accettante*", nel caso in cui, sulla *blockchain*, possa essere consentito ad una sola parte di impartire istruzioni che eseguano le prestazioni dedotte a beneficio di un soggetto che non abbia formalizzato il suo consenso all'accordo.

Vi sono, tuttavia, in punto di applicabilità di tale istituto, anche opinioni contrastanti[125]; chi ne sostiene l'impossibilità applicativa, lo fa sulla base del rilievo secondo cui nella contrattazione *smart* il contraente non realizza alcuna condotta esecutiva, che viene invece direttamente affidata all'algoritmo[126].

Ancora, in determinate circostanze, è possibile riferirsi allo schema dell'offerta al pubblico cui all'art. 1336 c.c. (esempio classico, quello di uno *smart contract* che, su piattaforma *Ethereum*, consente la creazione di *token* e, al ricevimento di un certo quantitativo di criptovaluta, assegna parte di detti *token* all'indirizzo da cui risulta il trasferimento)[127].

---

[125] G. SALITO, *op. cit*, 395, non dubita della possibilità di applicare la norma in esame, così come S. ORLANDO, *op. cit*., 46, mentre fra le voci contrastanti si veda M. GIACCAGLIA, *op. cit.,* 941 ss.

[126] Le ragioni, poi, sarebbero ulteriori. V. M. GIACCAGLIA, *Gli smart contracts. Vecchi e nuovi(?) paradigmi contrattuali nella prospettiva della protezione dei consumatori,* in *Diritto mercato tecnologia*, 2020, 11 ss.: *"Qualora la transazione abbia ad oggetto beni rappresentati digitalmente, e quindi non sia necessaria una «fase esecutiva off-line», si potrebbe sostenere una sorta di commistione tra fase formativa e fase esecutiva del contratto, in tal modo ritenendo plausibile che questo possa considerarsi concluso «nel tempo e nel luogo in cui ha avuto inizio l'esecuzione». A tale ricostruzione, però, si possono opporre una serie di considerazioni. In primo luogo, vi è il fatto che la norma in commento richiede all'accettante di dare prontamente avviso dell'avvenuto inizio di esecuzione e, però, all'esito dell'avveramento della condizione prevista per l'esecuzione del contratto il rapporto contrattuale sarà già esaurito; ancora, vi è che, dal carattere eccezionale della norma di cui all'art. 1327 c.c., necessariamente deriva la inapplicabilità della stessa a tutte le fattispecie diverse da quelle individuate espressamente dal legislatore (richiesta del proponente, natura dell'affare, usi). Valore dirimente sembra avere, però, a parere di chi scrive, tenuto conto delle peculiarità dello smart contract, la circostanza che, in queste ipotesi, il contraente/aderente non realizza alcuna condotta esecutiva, limitandosi, appunto, a aderire alla proposta o alla offerta dell'altra parte, essendo il protocollo informatico a procedere alla successiva ed automatica esecuzione"*.

[127] M. NICOTRA, *L'Italia prova a normare gli smart contract, ecco come: i pro e i contro,* reperibile in *https://www.agendadigitale.eu/documenti/litalia-prova-a-normare-gli-smart-contract-ecco-come-pro-e-contro/.* Si noti, inoltre, come tali considerazioni non riflettano del tutto la definizione data dal legislatore in materia di *smart contract*, allorquando lo stesso fa riferimento agli effetti predefiniti dalle parti, mentre, nella circostanza esaminanda, gli effetti sono predefiniti da una singola parte e, pertanto, in via unilaterale. In linea generale, cfr. D. MAFFEIS, *Offerta al pubblico e divieto di discriminazione*, Milano, 2007,1 ss., G. CIAN, *L'offerta al pubblico e l'art. 3 del d. lgs. 31 maggio 1998, n. 114 in materia di vendite al dettaglio*, in *Riv. dir. civ*., 2001, I, 313 ss., C. MIRIELLO, *Tra offerta al pubblico e invito a proporre: orientamenti giurisprudenziali e dottrina in merito alle ipotesi controverse*, in *Contratto e Impresa*, 2000, 1124 ss.,

Al di là dello strumento adoperato, insomma, si ritiene come non sussistano particolari problematiche in relazione all'applicabilità dello schema classico della proposta e accettazione[128]; in particolare, la proposta deve essere seria, precisa, completa e recettizia, ugualmente l'accettazione, alla quale si applicheranno le regole previste dagli articoli del Codice civile (artt. 1326 c.c. e seguenti). A livello operativo, lo *smart contract* può ritenersi concluso allorquando le parti sottoscrivono, mediante firma elettronica, la transazione che andrà poi ad attivare l'algoritmo sotteso al contratto intelligente.

Quanto, infine, alla portata applicativa dell'art. 1333 c.c., rubricato "*Contratto con obbligazioni del solo proponente",* anch'essa risulta essere un argomento non pacifico.

In tale frangente sarebbe prospettabile, in particolare, la determinazione, in fase di contrattazione algoritmica, di un termine iniziale, allo scadere del quale, se il destinatario della proposta non dovesse rifiutare, il contratto si intenderebbe perfezionato. Chi invece sostiene l'inapplicabilità di tale istituto nel contesto degli *smart contract* non lo fa per ragioni troppo diverse da quelle già esplicate nell'ambito dell'art 1327 c.c. Anche in questo caso, infatti, si ritiene che il contratto intelligente, per potersi definire concluso, necessiti di un'accettazione espressa; pertanto, non può lo *smart contract* riuscire a dare rilievo al silenzio[129].

Quanto ai requisiti della causa e dell'oggetto, di cui si dirà nel prosieguo della trattazione, nel contesto di approfondimento delle fasi patologiche dello *smart contract* e della loro gestione, si rinvia al capitolo quarto del presente lavoro[130].

Il requisito della forma è invece già stato analizzato parzialmente nell'ambito dell'indagine sulla normativa italiana in tema di *Smart contract* e *Blockchain,* cui, pertanto, si rinvia. Occorre però formulare una precisazione concernente la possibilità di poter considerare l'impiego degli *smart contract* nei negozi cc.dd. solenni, relativamente ai quali il legislatore richiede che la forma dell'atto, a pena di invalidità, venga espressa per mezzo di atto pubblico o scrittura privata autenticata[131].

---

[128] M. GIACCAGLIA, *Gli smart contracts. Vecchi e nuovi(?) paradigmi contrattuali nella prospettiva della protezione dei consumatori*, in *Diritto mercato tecnologia*, 2020, 10 ss. Sul punto, in linea generale, si vedano G. BELLI, *Proposta e accettazione: la formazione del contratto nel diritto europeo,* in *Studium iuris*, 2012, 820, P. DUVIA, *Il principio di conformità nella conclusione del contratto,* Milano, 2012, 1 ss., R. FAVALE, *La conclusione del contratto: proposta e accettazione*, in *Rass. dir. civ*., 2011, 937 ss., G. D'AMICO, *La formazione del contratto*, in *Enc. dir., Annali*, II, 2, Milano, 2008, 567 ss., G. BENEDETTI, *La formazione del contratto e l'inizio dell'esecuzione. Dal codice civile ai principi di diritto europeo dei contratti*, in *Europa e dir. privato*, I, 2005, 119 ss., U. PERFETTI, *La conclusione del contratto. Il contratto generale*, vol. 2, in *Trattato di diritto civile e commerciale*, Milano, 2016. - XI, 2016, 1 ss.

[129] Prospettazione non condivisa da S. A. CERRATO*, op. cit*., 370 ss., secondo il quale "*Mi parrebbe invece ipotizzabile lo smart contract concluso, ai sensi dell'art. 1327 c.c., per inizio di esecuzione (cioè in assenza di accettazione) nella misura in cui, sulla blockchain, sia tecnicamente consentito ad una sola parte di impartire istruzioni che eseguono le prestazioni dedotte a beneficio di un soggetto che non abbia formalizzato il suo consenso all'accordo*".

[130] Frattanto, si veda M. MANENTE, *op. cit.,* 3 ss.

[131] Sul punto si rinvia a L. MODICA, *Vincoli di forma e disciplina del contratto. Dal negozio solenne al nuovo formalismo*, Milano, 2008, 193 ss., P. VITUCCI, *Applicazione e por tata del principio di tassatività delle forme solenni*, in *La forma degli atti nel diritto privato. Studi in onore di Michele Giorgianni*, Napoli, 1988, 809 ss.; A. PALAZZO, *La forma negoziale tra nuove polemiche e sicure*

Si tratta di un tema relativamente al quale la dottrina ha raggiunto soluzioni contrastanti, che verranno di seguito delineate.

L'evoluzione tecnologica ha reso possibili dichiarazioni contrattuali emesse con mezzi informatici e trasmesse con mezzi telematici; a tal fine, il legislatore ha previsto (art. 20, comma 1-*bis* del Codice dell'amministrazione digitale) che anche il documento informatico soddisfa il requisito della forma scritta quando vi è apposta una firma digitale, altro tipo di firma elettronica qualificata o una firma elettronica avanzata o, comunque, è formato, previa identificazione informatica del suo autore, attraverso un processo avente i requisiti fissati dall'AgID ai sensi dell'articolo 71, con modalità tali da garantire la sicurezza, integrità e immodificabilità del documento e, in maniera manifesta e inequivoca, la sua riconducibilità all'autore. Il Codice definisce il documento informatico come "*il documento elettronico che contiene la rappresentazione informatica di atti, fatti o dati giuridicamente rilevanti*" (art. 1, lett. p) CAD).

Quanto appena esposto ha indotto taluni ad affermare che lo *smart contract* sia idoneo a soddisfare il requisito della forma scritta, in quanto, costituendo una rappresentazione informatica di dati giuridicamente rilevanti, rientrerebbe nella definizione di documento informatico. Viene infatti affermato che, con riferimento alle modalità di manifestazione del consenso negli *smart contracts*, il legislatore nazionale ha affermato il principio della piena validità dei contratti stipulati per via informatica o telematica. In tal senso, l'uso di un particolare tipo di firma dipenderà dalla forma richiesta. Sicché, l'art. 21 comma 1 *bis* del CAD stabilisce che, nei casi in cui sarà necessario rispettare il requisito della forma scritta a pena di invalidità, il documento informatico dovrà essere sottoscritto con firma elettronica qualificata o digitale, nell'ipotesi ex art. 1350 c.c. n. 1- 12, ma anche con firma avanzata, nel caso di cui all'art. 1350 c.c., n. 13[132].

Altri, invece, pur escludendo che lo *smart contract* sia un documento informatico, ritengono che, comunque, l'importazione e la sottoscrizione digitale dello *smart contract* sulla *blockchain* conferiscano ad esso la forma scritta ai sensi degli artt. 20 e 21 CAD, grazie all'utilizzo del sistema di crittografia asimmetrica[133].

Un'altra tesi, pur sostenendo che lo *smart contract* soddisferebbe il requisito della forma scritta per gli atti cui all'art. 1350 c.c., n. 13 e che, da un punto di vista probatorio, avrebbe

---

realtà, in *Scritti in onore di Rodolfo Sacco*, II, Milano, 1994, 795 ss. e V. ROPPO, *Il contratto*, in *Trattato di diritto privato*, a cura di G. Iudica e P. Zatti, Milano, 2011, 206 ss.

[132] M. GIULIANO, *op. cit*., 989, A. GENTILI, *La forma*, in *Lezioni sul contratto*, Torino, 2009, 72 ss., D. NEGRONI, *I contratti conclusi via internet,* in www.ud.camcom.it, 5, A. VALONGO, *La conclusione del contratto mediante esecuzione nella contrattazione algoritmica*, in *Vita not.,* 2004, 1286 ss., A. GENTILI, *Documento informatico e tutela dell'affidamento,* in *Riv. dir. civ*., 1998, 163 ss.

[133] S.A. CERRATO, *Appunti su smart contract e diritto dei contratti*, *op. cit.,* 390, ritiene che, quando nel testo dello *smart contract*, oltre alle linee di codice, si inseriscono anche apposite righe di testo che riportano, in lingua umana, le porzioni di contratto che non consistono in istruzioni (per esempio, le premesse o le definizioni), si avrebbe un ibrido, in parte *smart contract* ed in parte qualcosa probabilmente qualificabile come documento informatico ex art. 1, comma 1, lett. p) CAD. In questo modo, l'A. esclude implicitamente che il contratto intelligente sia automaticamente qualificabile alla stregua di un documento informatico.

l'efficacia prevista dall'art. 2702 c.c., evidenzia anche le problematiche sottese all'applicazione di tale assunto agli *smart contracts*. Infatti, la ricostruzione ora menzionata risulta applicabile fuor di dubbio al caso delle *blockchain permissioned*, dove i partecipanti sono previamente identificati, ma non è parimenti detto che la stessa possa dirsi adeguata al caso di *blockchain permissionless*, stante il noto problema di identificabilità dei contraenti nelle piattaforme ad accesso libero. In questo caso, allora, l'idoneità a soddisfare il requisito della forma scritta e il suo valore probatorio saranno rimessi alla libera valutazione del giudice, ex art. 20, comma 1 *bis* del d. lgs. 82/2005, CAD[134].

De jure condendo, sarebbe più opportuno fare riferimento al dato normativo, in quanto il legislatore prevede espressamente, all'art. 8 *ter* del D. L. 135/2018, se e a quali condizioni lo *smart contract* soddisfa il requisito della forma scritta.

In particolare, la norma, come già si è avuto modo di osservare, dispone 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.

È vero, infatti, che lo *smart contract* è costituito da linee di codice in cui è contenuta una manifestazione di volontà.

Tuttavia, nel caso dello *smart contract* che opera su *blockchain*, a prescindere dalla sua qualificazione come documento informatico, il legislatore ha previsto espressamente con norma di legge i requisiti affinché lo *smart contract* possa soddisfare i requisiti della forma scritta; pertanto, stante la mancanza delle linee guida menzionate, il programma per elaboratore non potrebbe essere utilizzato in tutte quelle ipotesi nelle quali il legislatore preveda l'adozione di una forma solenne.

5. Critica alla tesi secondo cui lo smart (legal) contract *rappresenterebbe un'alternativa al diritto dei contratti, secondo lo schema del* Code is Law.

Esaminato nei suoi elementi essenziali lo *smart contract*, si tratta ora di analizzare quali tipi di questioni suscita l'applicazione della disciplina in materia di contratti a tali innovazioni. Il tema è stato indagato dalla dottrina nazionale e internazionale, con soluzioni tra loro alquanto discordanti[135].

Cominciano con il ricordare le posizioni di coloro che , a fronte all'automatismo esecutivo (*if this then that*) caratterizzanti tali tecnologie hanno escluso l'applicabilità in tutto o quantomeno

[134] S.A. CERRATO, *op. cit.,* 390.

[135] V. A. ZOPPINI, *Considerazioni generali su contratto e nuove tecnologie*, in *Internet, Contratto e Persona. Quale futuro?,* a cura di R. CLARIZIA, Pisa, 2021, p. 31: "*Gli Smart contracts hanno favorito l'alimentazione del dibattito circa il rapporto tra diritto dei contratti e nuove tecnologie algoritmiche*".

in parte, delle norme di diritto comune, *blockchain* e *smart contract* si collocherebbero al di fuori dell'egida del diritto, addirittura, in alcuni casi, ponendosi anche *contro* le norme dettate dall'ordinamento interno (si pensi al caso della nullità per causa illecita), posto che il codice, in senso informatico, si auto-eseguirebbe in ogni caso[136].

Concetto riassunto dall'emblematico lemma *Code is Law*, introdotto da Lawrence Lessig nella sua nota monografia[137] . Eccone un interessante estratto: "*Cyberspace presents something new for those who think about regulation and freedom. It demands a new understanding of how regulation works and of what regulates life there. It compels us to look beyond the traditional lawyer's scope—beyond laws, regulations, and norms. It requires an account of a newly salient regulator. That regulator is the obscurity in the book's title—Code. In real space we recognize how laws regulate — through constitutions, statutes, and other legal codes. In cyberspace we must understand how code regulates — how the software and hardware that make cyberspace what it is regulate cyberspace as it is. As William Mitchell puts it, this code is cyberspace's "law." Code is law".*

Sotteso all'idea di Lessig, invero, il fatto per cui lo *smart contract* non potrebbe in alcun modo presentare problemi di inadempimento, stante l'automatica esecuzione che lo caratterizza, e, inoltre, anche fosse viziato da dolo o violenza o altra causa di invalidità, non si potrebbe in alcun modo intervenire sul programma informatico, nemmeno con una tutela *ex post*; diversamente, si finirebbe col minare l'intero funzionamento delle tecnologie in esame. Lessig, invero, fa salva la possibilità di configurare azioni di risarcimento e /o restituzioni, che, in ogni caso, non incidono in alcun modo sul *software* e che risultano scarsamente praticabili soprattutto per il problema di identificare le parti, che spesso agiscono nelle *DLT* con pseudonimi.

Secondo l'approccio di Lessig, il diritto comune sarebbe destinato a scomparire, posto che le norme civilistiche sarebbero del tutto *irrilevanti*, non potendo essere ammesse ad operare in virtù delle caratteristiche connaturate alle tecnologie in commento[138].

---

[136] M. MAUGERI, *op. cit*., p. 51,

[137] L. LESSIG, *Code and Other Laws cyberspace, New York, Basic Books*, 1999; ID., *Code. Version 2.0*, 2006, in *https://codev2.cc/download+remix/Lessig-Codev.pdf,* consultato in data 28 ottobre 2022.

[138] In ambito Internazionale si veda A. SAVELYEV, *Contract Law 2.0: "Smart" Contracts as the beginning of the End of Classic Contract Law*, reperibile in *https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2885241*, consultato in data 28 novembre 2022, 7: "*Contract law is one of the most dynamically developed area of law: it constantly evolves, addressing appearance of new business models and technologies. Based on the analysis of the evolution of the methods of contracting and the shape of freedom of contract principle, it is possible to argue that each type of society has its own predominant form of contracting*", p. 18: "*Smart contract cannot be breached by a party to it. This follows from its self-enforceability feature and a logical consequence of its "code is law" nature. A party to it cannot breach a contract if circumstances have changed and more profitable alternative to its performance appeared. It is Roman law "pacta sunt servanda" (Latin for "agreements must be kept") in its absolute form. As a result, all established remedies for breach of contract, e.g. damages, penalties (liquidated damages), specific performance are not relevant for Smart contracts, unless they are explicitly included in its code. There is also no need in specific legal instruments, having a purpose to secure an obligation (collaterals). In other words, all remedies and guarantees, which the creditor has in analogue world, do not have any role to play in a digital realm of Smart contracts. There is no need to seek for enforcement of Smart contract by addressing the claims to third party – judiciary or other enforcement agency. And it is one of the main "selling points" of this contractual form. However, as was mentioned before, this feature is to some extent "compensated" by the potential*

Sarebbe pertanto controproducente discorrere, ad esempio, di sopravvenienze e patologie contrattuali e dei relativi rimedi, nonché di inesatto adempimento, posto che l'esecuzione dello *smart contract* non potrebbe essere fermata in alcun modo[139].

Fatte queste premesse, la tesi prospettata nel precedente paragrafo non convince secondo diverse prospettive. Da un lato, come si avrà modo di approfondire nel prosieguo del presente lavoro, non è detto che l'automatismo esecutivo che caratterizza i contratti intelligenti non ponga problemi di inadempimento in termini assoluti, nel senso che potrebbero pur sempre sussistere ipotesi di inesatto adempimento[140]. Dall'altro, la soluzione prospettata secondo la dialettica del *Code is Law* risulta essere quantomeno pericolosa. Si pensi alla mancata operatività, come sostiene l'indirizzo in esame, dell'istituto della nullità, volto, com'è noto, a proteggere l'ordinamento dalla presenza di contratti illeciti, perché contrari a norme imperative, di ordine pubblico o di buon costume, attraverso l'impossibilità, relativamente all'intero contratto o a parti di esso, di produrre effetti. Sarebbe difficile pensare che l'istituto della nullità non possa trovare applicazione nei cc.dd. contratti intelligenti; continua, per l'ordinamento giuridico, a sussistere l'*interesse* all'applicazione delle norme generali in tema di contratto, tanto più per quelle riguardanti la fase patologica dello stesso.

Criticabile anche la prospettazione, fatta propria dalle teorie riconducibili al *Code is Law,* inerente al possibile malfunzionamento della *Blockchain* nel caso in cui si offrisse la possibilità di applicare i rimedi previsti dal Codice civile (dalle ipotesi di nullità e annullabilità a quelle di risoluzione e rescissione del contratto). All'opposto, questi strumenti potrebbero essere chiamati ad operare *al di fuori* dalla *Blockchain*, e, cioè, *ex post*, con ciò non minando in alcun modo il funzionamento delle tecnologie basate su *catene di blocchi*.

---

vulnerabilities of the code of Smart contract, opening it to exploit, either by the party to the contract or by a third party", D. DE FILIPPI e A. WRIGHT, *Blockchain and the law - The rule of code, The Expansion of Algorithmic Governance: From Code is Law to Law is Code. Field Actions Science Reports: The Journal of Field Actions. Special issue 17: Artificial Intelligence and Robotics in the City. Open Edition Journals*, reperibile in *https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3117630*; M. GIULIANO, *Regolare l'infosfera*, in *Contr. e Impr*., 3, 2021, 885 ss., F. DI GIOVANNI, *Intelligenza artificiale e diritto - attività contrattuale e intelligenza artificiale*, in *Giur. it*., 7, 2019, 1657 ss. e P. CUCCURU, *op. cit*., 112, fa riferimento al "*piano strutturale*" dello *smart contract* e ai limiti da esso derivanti.

[139] Principio elaborato in sede europea, che si esprime nel monito "*stesso servizio, stesso rischio, stesse regole*", e che evidenzia la necessità che vi sia la proporzionalità richiesta nell'applicazione delle regole, avuto riguardo al modello di *business* e alla sua dimensione. Il principio è stato sottolineato, fra gli altri, dalla Comunicazione dell'8 marzo 2018 della Commissione al Parlamento europeo, al Consiglio, alla Banca centrale europea, al Comitato economico e sociale europeo e al Comitato delle regioni, denominata "*Piano d'azione per le tecnologie finanziarie: per un settore finanziario europeo più competitivo e innovativo*", nella quale si legge: "*I rapidi progressi delle tecnologie finanziarie stanno determinando cambiamenti strutturali nel settore finanziario. In un ambiente in così rapida evoluzione una regolamentazione eccessivamente prescrittiva e precipitosa rischia di produrre effetti indesiderati. Tuttavia, il mancato aggiornamento delle politiche e dei quadri normativi potrebbe porre in una posizione di svantaggio i prestatori di servizi finanziari dell'UE in un mercato sempre più globale. Esiste inoltre la possibilità, ad esempio nel caso della cibersicurezza, che alcuni rischi importanti non siano affrontati*". La comunicazione è reperibile in *https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/ALL/?uri=CELEX:52018DC0109*, sito consultato in data 28 novembre 2022.

[140] M. MAUGERI, *op. cit.,* 53, secondo la quale non vi sarebbe ragione alcuna per escludere rimedi che si collochino fuori dalla suddetta *Blockchain*, P. CUCCURU, *op. cit*., 111, il quale fa riferimento alla possibilità di ridurre "*al minimo, quantomeno n linea teorica, il rischio di inadempimento implicito nella conclusione di qualsiasi contratto*".

In ogni caso, si è scritto nel primo paragrafo come le tecnologie algoritmiche, sostituendo le macchine alla mano dell'uomo, siano particolarmente impattanti anche per il diritto (e non solo l'ambito relativo ai contratti -si pensi, a titolo esemplificativo, al già evocato fenomeno della successione digitale). Pertanto, maturare un approccio critico nei confronti di coloro che sostengono la validità del paradigma del *Code is Law*, non significa, *vice versa*, supporre che il paradigma *Law is Code* sia sinonimo di forzatura del diritto comune all'interno di queste tecnologie.

Il diritto deve quindi adattarsi alle nuove tecniche; alcune disposizioni risulteranno, come si avrà modo di vedere soprattutto in tema di *smart contract* in ambito assicurativo, attenuate nella loro portata applicativa, in virtù del fatto che il loro fondamento e la loro *ratio* verrebbe ostacolata dal funzionamento e dalle caratteristiche strutturali del *protocollo informatico*.

8. Specificazione in merito all'oggetto di ricerca del presente lavoro.

È giunto il momento di formulare una parziale sintesi delle analisi che finora sono state sviluppate. Dai paragrafi precedenti è quindi emerso quanto segue:

i) alcuni *smart contract*, a determinate condizioni, possono essere ricondotti alla nozione di contratto cui all'art. 1321 c.c.;

ii) gli *smart contract* sono di diverse tipologie;

Ciò premesso, si è detto nel precedente paragrafo come gli *Smart contract* riconducibili al contratto pongano numerosi problemi, sintetizzabili, in via generale, in un tendenziale interrogativo circa la loro compatibilità con alcuni istituti del diritto civile.

Al fine di indagare tale tematica, il presente lavoro verrà così strutturato; dopo aver posto l'attenzione, nel corso del primo capitolo, sui concetti definitori e aver analizzato l'apparato normativo rilevante per il presente elaborato, verrà, nel secondo capitolo, posto il *focus* sull'adempimento automatico garantito dall'algoritmo *if this/then that*, alle sue conseguenze e alla sua astratta riconducibilità (o meno) all'istituto della condizione, ex art. 1353 c.c.

Verranno analizzate, nel prosieguo dell'elaborato, le tematiche concernenti gli istituti della interpretazione e dell'integrazione del contratto (terzo capitolo), per poi analizzare, nel quarto capitolo, gli istituti di carattere patologico (risoluzione del contratto, nullità e annullabilità, con qualche cenno al recesso e alla rescissione).

Infine, nell'ultimo capitolo si prenderanno in considerazione gli *Smart contract* nell'ambito assicurativo, vagliandone potenzialità applicative e accostando tali tecnologie alle disposizioni codicistiche relative al contratto in esame[141].

La scrivente è consapevole del fatto che l'impiego di tali tecnologie solleva anche ulteriori questioni, fra le quali il tema della protezione dei dati personali, dell'identificazione delle parti e dell'imputazione delle rispettive volontà, nonché dell'esigenza di verificare l'ambito di operatività della disciplina consumeristica[142].

Di tali problematiche non si farà che qualche breve cenno, allorquando le stesse dovessero essere rilevanti ai fini dei temi trattati dal presente lavoro[143].

[141] Approccio suggerito anche da A. ZOPPINI, *op. cit*., p. 32: "*In conclusione, la portata rivoluzionaria degli smart contracts induce a numerose riflessioni sulla tenuta del compendio normativo del diritto dei contratti, sebbene, piuttosto che un radicale ripensamento, una soluzione all'incertezza generatasi potrebbe esser quella di provare a collocare il "nuovo nel vecchio", pur sollecitando maggiori interventi da parte del legislatore, al fine di dare compiuta disciplina a un fenomeno in costante espansione"*.

[142] In particolare, l'impiego, senza seria regolazione, degli *smart contract* pone problemi con riguardo al diritto alla *privacy* (A. GAMBINO, C. BOMPREZZI, *Blockchain e protezione dei dati personali*, in *Dir. Inf. Inform*., 2019, 619 ss., ove si legge espressamente che "*Se, dunque, come visto, natura distribuita e trasparenza possono fungere da elementi positivi per la tutela dei dati degli utenti, dall'altra ne possono divenire anche una minaccia. Più precisamente, la replica dei dati nelle varie copie della blockchain, scaricate nei server dei nodi estranei alle finalità per cui i medesimi sono stati condivisi, confligge con il principio di minimizzazione dei dati, per cui si richiede che essi siano "adeguati, pertinenti e limitati a quanto necessario rispetto alle finalità per le quali sono trattati*"; *il che rende più complesso per gli interessati esercitare un adeguato controllo sui propri dati.*", M. GIULIANO, *La Blockchain e gli Smart Contract nell'innovazione del terzo millennio*, *ibidem*, pp. 995 e 1014 e G. FINOCCHIARO, *Intelligenza artificiale e protezione dei dati personali*, in *Giur. It*. 2019, 1670 ss.), alla tutela e alla disciplina consumeristica (per la quale si rinvia a A.U. JANSESEN e F. P. PATTI, *Demistificare gli smart contracts*, in *Oss. Dir. civ. comm.,* 2020, pp. 45 e 46: "*Al di là di questi slanci ottimistici, sussistono ancora incertezze relativamente alle modalità con le quali normative di grande rilievo nel diritto dei consumatori dovrebbero essere applicate agli smart contracts*", M. MAUGERI, *Smart contract e disciplina dei contratti*, *op. cit*., 59 ss. e A. ZOPPINI, *op. cit*., 33; infine, anche con riguardo dalla tutela della concorrenza e della proprietà intellettuale (sul punto M. MAUGERI, *La Risoluzione del Parlamento europeo del 20 ottobre 2020 sugli Smart Contracts nella prospettiva del diritto dei contratti e della concorrenza*, in *Contr. Impr. Eur*., 2021, 37 e R. IOVINE, *Blockchain e proprietà intellettuale: Opportunità e questioni giuridiche aperte*, in *Dir. merc. Tecn.*, 2020, 1 ss.). Ancora, si vedano anche A. PALLADINO, *L'equilibrio perduto della blockchain tra platform revolution e GDPR compliance*", in *MediaLaw*s *– Riv. Diritto dei Media*, 2019, 150, G. FREZZA, *Blockchain, autenticazione e arte contemporanea*, in *Dir. fam. pers.,* 2020, 489 ss.

[143] Approccio suggerito anche da A. ZOPPINI, *op. cit*., 32.

CAPITOLO II

L'ADEMPIMENTO QUALE CONDIZIONE ALLA LUCE DEL PARADIGMA *IF THIS THEN THAT*

1. Declinazione dell'istituto condizionale negli smart contract; - 2. Lo smart contract eventualmente condizionato: riflessioni sulla condizione potestativa; - 2.2. Condizione meramente potestativa. - 2.3. (Segue) …l'adempimento quale condizione: problemi di compatibilità con la contrattazione algoritmica. – 3. Il modus operandi delle disposizioni contenute nel Codice civile in materia di condizione. - 4. La condizione come strumento per la gestione delle sopravvenienze. Cenni. - 5. Il termine e l'onere.

1. Declinazione dell'istituto condizionale negli smart contract.

In questo capitolo del lavoro sarà oggetto di analisi, quanto agli aspetti di carattere giuridico, la principale peculiarità del contratto intelligente, cioè, la sua capacità di autoeseguirsi alla luce dell'algoritmo *if this then that.* È il congegno che permette di rendere automatizzato l'adempimento delle prestazioni ivi dedotte, nel senso che il verificarsi di una determinata circostanza -*if*- determina inevitabilmente la produzione dell'effetto programmato -*then*.

La struttura dello *smart contract*, siccome delineata nelle considerazioni suesposte, sembra richiamare la logica dello strumento condizionale tradizionale, ossia dell'accadimento futuro e incerto, dal quale (condizione sospensiva) o sino al quale (risolutiva) si fanno dipendere gli effetti del contratto.

La condizione[144], inquadrata al pari del termine e dell'onere tra gli elementi accidentali del contratto, permette tradizionalmente alle parti di indirizzare gli effetti del contratto, conformemente alla logica sottesa nell'impianto del Codice civile. Essa consente, cioè, ai partner contrattuali la possibilità di scegliere il contenuto del regolamento negoziale che più si adatta ai loro interessi[145].

---

[144] Disciplinata dall'art. 1353 c.c.: "*Le parti possono subordinare l'efficacia o la risoluzione del contratto o di un singolo patto a un avvenimento futuro e incerto*". Si vedano A. FALZEA, *Condizione (dir. civ.),* in *Enc. Giur*., VII, Roma, 1988, 1 ss., S. MAIORCA, *Condizione*, in *Dig. disc. Priv., sez. civ*., III, Torino, 1988, 273 ss., D. CARUSI, *Appunti in tema di condizione*, in *Rass. Dir. civ*., 1996, 53 ss., C. RUPERTO, V. SGROI, *Della condizione nel contratto*, in *Nuova rassegna di giurisprudenza sul Codice civile*, Libro IV, Tomo II (artt. 1321-1386), a cura di R. SGROI, Milano, 1994, 928 ss., P. CENDON, *Della condizione del contratto*, in *Commentario al Codice civile*, vol II, Agg. 2, artt. 1173-2059, diretto da P. CENDON, Torino, 2002, 486 ss. V. ROPPO, *La condizione*, in *Trattato di diritto privato*, *Il Contratto*, a cura di G. IUDICA e P. ZATTI, Milano, 2001, 605 ss.

[145] Ciò non toglie che, in determinati casi, la legge possa stabilire dei limiti legali, limitando la possibilità per le parti di regolare gli effetti del contratto attraverso una condizione. Nota è, a titolo esemplificativo, la categoria dei cc.dd. *actus legitimi*. Riflessioni in questo senso si trovano nel contributo di D. FAUCEGLIA, *op. cit.,* 596.

Il Supremo Collegio ha confermato questa impostazione; si confronti Cass., sez. II, 10/04/2012, n. 5692, reperibile su *DeJure*, secondo cui, essendo lo strumento condizionale meccanismo che permette di attuare l'interesse dei contraenti, nell'esercizio dell'autonomia privata loro riconosciuta ed essendo che la condizione può essere apposta solo nell'interesse di una delle parti (c.d. condizione unilaterale), può essere rinunciata dalla parte nel cui interesse è stata posta la condizione; facoltà di rinuncia che può essere esercitata, secondo il Supremo Collegio, sia prima che successivamente all'avveramento o al mancato accadimento della condizione medesima, senza che la controparte possa ostacolarne la volontà abdicante.

Ben nota è la distinzione, anche di rilievo normativo, tra condizione risolutiva e sospensiva. Nel caso di apposizione di condizione risolutiva, l'avveramento dell'evento dedotto nella condizione determina il venir meno degli effetti del contratto, ciò comportando, di conseguenza, la risoluzione del negozio medesimo. Nel caso di condizione sospensiva, all'opposto, il verificarsi dell'evento determina la produzione degli effetti del contratto[146], il quale, fino a quel momento, rimane sospeso quanto ad efficacia.

Qualche parola va spesa con riguardo all'evento deducibile in condizione. Sul punto, infatti, le parti possono indicare una gran varietà di fatti come eventi: circostanza che si riflette nella molteplicità delle tipologie di condizioni che le parti possono utilizzare.

La condizione, infatti, può essere semplice o plurima, a seconda che siano dedotti uno o più fatti; ancora, l'evento può consistere tanto in fatti naturali quanto in fatti umani, i quali, a loro volta, possono tradursi in comportamenti materiali o atti giuridici veri e propri[147]. Il concetto di incertezza dell'evento, invece, costituisce il presupposto fondamentale del meccanismo condizionale e va inteso in senso ampio e relativo, potendo riferirsi non solo al verificarsi dell'evento in sé, ma anche alle modalità e alle circostanze in cui esso deve realizzarsi.

Tornando al meccanismo proprio dello *smart contract*, si è osservato come il funzionamento logico dell'algoritmo *if this then that* sembri richiamare, in modo immediato e diretto, l'istituto della condizione. In tal senso, il contratto intelligente apparirebbe, almeno superficialmente, come necessariamente condizionato.

Tale affermazione, tuttavia, è fuorviante, come si chiarirà nelle considerazioni che seguono.

Non è corretto ritenere che lo *smart contract* riproduca sempre uno schema condizionale: occorre, infatti, distinguere tra i casi in cui la condizione è espressamente voluta dalle parti — e incide, di conseguenza, sull'efficacia complessiva del contratto o su una sua parte — e quelli in cui l'elemento condizionale si limita a riflettere l'attivazione automatica di un effetto, così come programmato, senza che vi sia una vera e propria condizione in senso giuridico[148].

---

[146] Interessante quando descritto da V. ROPPO, *Il Contratto*, in *Trattato di Diritto Privato* a cura di G. IUDICA e P. ZATTI, Milano, 2001, 605, secondo cui "*La condizione sospensiva tutela contro il rischio che un evento, atteso dalle parti (o da una parte) come di proprio interesse, non si avveri o si avveri troppo tardi*"; con riguardo alla condizione risolutiva, invece "*La condizione risolutiva tutela contro il rischio che un evento, temuto dalle parti (dalla parte) come contrario ai propri interessi, si avveri*". Sul punto è lo stesso D. FAUCEGLIA, *op. cit*., 591 ss., a scrivere che: "*Le parti di uno smart contract pur non avendo in sede di esecuzione del contratto la possibilità di modificare o sciogliere il contratto possono decidere di rimodellare i futuri effetti contrattuali in sede di codificazione del programma contrattuale. In particolare, possono modellare gli effetti del contratto e orientarli in modo da renderli idonei a realizzare i propri interessi*".

[147] In particolare, quando si deduce un evento che dipende del tutto da fatti riguardante una delle parti, si pongono questioni con riguardo alla condizione potestativa e alla condizione di adempimento (temi affrontati nel corso della trattazione del presente elaborato).

[148] Sul punto si vedano le riflessioni, fra gli altri, di G. MARCHETTI, *Lineamenti evolutivi della potestatività condizionale: dal contratto allo smart contract,* in *Riv. dir. civ.,* 2022, 96 ss., A CERRATO, *Appunti su smart contract e diritto dei contratti*, in *Banca Borsa Titoli di credito*, 370 ss., il quale espressamente: "*nel senso che le parti potranno utilizzare l'algoritmo in questione sia per disciplinare una condizione o un termine, assoggettando dunque l'efficacia del negozio stesso all'evento o alla data, sia per cautelarsi anticipatamente dal rischio dell'altrui inadempimento contrattualizzando l'exceptio inadimplenti contractus*". Vi è anche chi sostiene, con prospettazioni ivi non condivise, che lo *smart contract* sia necessariamente condizionato. Sul punto si

Nel caso in cui l'evento non sia presupposto dell'efficacia del contratto, l'algoritmo *if this then that* rappresenta solo una modalità di conclusione dello stesso o, per meglio dire, un mero presupposto della sua esecuzione.

Si pensi all'ipotesi di un contratto di compravendita, il quale produce l'effetto traslativo sin dal momento della sua conclusione; le parti possono affidare la sua esecuzione all'algoritmo, predisponendo che la consegna del bene avvenga solo a seguito del pagamento del prezzo.

Una volta che il pagamento sia stato effettuato, e che lo stesso sia stato accertato dallo *smart contract*, la consegna del bene avverrà conseguentemente in modo automatizzato. Nel contesto oggetto di disamina, non sembra che le parti abbiano fatto dipendere l'efficacia del contratto dal verificarsi di una condizione in senso tecnico: esse hanno semplicemente affidato l'esecuzione dello stesso ad un algoritmo che funziona secondo la logica dell'*if this then that*.

Ritenere che lo *smart contract* sia necessariamente condizionato, inoltre, sembra rappresentare una forzatura di un istituto che invece, nell'ottica del diritto civile, ha una sua collocazione ben distinta e precisa, quale elemento *accidentale* del negozio, non essenziale.

Nell'esempio citato, insomma, l'evento dedotto (pagamento del prezzo solo a seguito della consegna del bene), non è configurabile alla stregua di una condizione: l'evento non incide sugli effetti del contratto, giacché il pagamento del prezzo e la consegna del bene, obbligazioni principali del medesimo.

Neppure si è in presenza di una vera e propria condizione nel caso dello *smart contract* che accredita una somma di denaro ai passeggeri in caso di ritardo o cancellazione del volo qualora, in sede di programmazione, sia stato previsto che l'oracolo - nella forma di una persona fisica - accerti un inadempimento non riconducibile a circostanze eccezionali non superabili dal vettore. In frangenti del genere, il meccanismo *if/then* qui non l'attuazione di una condizione in senso tecnico-giuridico ma costituisce piuttosto una modalità di esecuzione di un obbligo risarcitorio predeterminato nell' ammontare[149]. Considerazioni dello stesso segno

---

vedano D. FAUCEGLIA, *Il problema dell'integrazione dello smart contract*, in *Contratti,* 5/2020, 596. "*Ebbene, le clausole if and then, in forza delle quali lo* smart contract *opera, altro non sono che condizioni apposte ad un contratto*" e ancora, a conferma, 597: "*A differenza della fattispecie descritta dall'art. 1353 c.c., in cui le parti possono apporre una condizione, nel caso in cui si concluda uno* smart contract *le parti devono subordinare l'efficacia o la risoluzione dell'accordo o di un patto all'evento futuro e incerto. La condizione, quindi, assume il ruolo di un elemento esistenziale dello* smart contract*, senza il quale il* software *non avrebbe modo di operare: senza la condizione il* software *non opererebbe automaticamente. La condizione nello* smart contract *equivale a codificazione del programma contrattuale e cioè progettare gli effetti o la cessazione di effetti al verificarsi di eventi che possono dipendere o meno dalla volontà delle parti"*. Nota l'Autore, tuttavia, che in ogni caso la condizione presente nell'algoritmo *if/that* deve presentare il carattere dell'incertezza dell'evento, ove mancante tale caratterizzazione l'evento varrà quale termine o, al più, come presupposto del contratto.

[149] In ogni caso, lo *smart contract,* sia esso meramente esecutivo o meno, mal si adatta ad un giudizio di imputabilità, stante le sue caratteristiche che lo connotano per una estrema rigidità e un funzionamento che astrae rispetto a giudizi di responsabilità: esso si autoesegue e è destinato ad estinguersi. Il problema descritto sopra nel testo è stato messo in evidenza da una parte della dottrina in relazione alla possibilità che gli *smart contracts* vengano utilizzati per dare attuazione ai diritti spettanti ai consumatori in caso di ritardo o cancellazione del volo secondo quanto previsto dal reg. CE n. 261/2004 recante regole comuni sulla compensazione per negato imbarco, cancellazione o ritardo. Il regolamento esclude la responsabilità del vettore in determinate ipotesi e per circostanze eccezionali che non si sarebbero comunque potute evitare anche se fossero state adottate tutte le misure del caso. Poiché

sono formulabili con riferimento al caso di *smart contract* istruito per bloccare il motore del veicolo concesso in *leasing* in ipotesi di mancato pagamento del canone oppure nell'ambito di contratti assicurativi basati sulla formula *pay as you drive*. In quest'ultimo caso, il contratto tra l'assicurato e l'assicurazione contiene una clausola in base alla quale all'aumentare dei rischi assunti dal conducente aumenta il costo della polizza: l'algoritmo di certo non attua una condizione, ma si limita a modulare il *quantum* del premio assicurativo dovuto dall'assicurato all'assicuratore.

In conclusione, in circostanze simili a quelle appena menzionate, il meccanismo "*if/then*" rappresenta una mera *variante contrattuale*[150]. Le parti optano per *tale variante* proprio in ragione la sua capacità di escludere qualsiasi intervento umano nell'adempimento e nell'esecuzione del contratto, il quale, nei contesti esaminati, figura interamente automatizzato.

Va tuttavia precisato che l'evento da cui dipende l'attivazione del meccanismo che innesta la fase esecutiva può consistere sia in un evento interno, ossia in una informazione presente nella *blockchain* (come, ad esempio, l'avvenuto pagamento in *bitcoin* effettuato attraverso un *wallet)* rilevabile in via automatica dallo *smart contract*, sia in evento *off-chain*, il quale necessita dell'intervento di oracolo, e non può essere automaticamente accertato dal contratto intelligente[151].

2. Lo smart contract *eventualmente condizionato*: *riflessioni sulla condizione potestativa.*

Già si è osservato che nulla vieta alle parti di direzionare gli effetti dello *smart contract*, inserendo nell'algoritmo una condizione in senso tecnico, ex art. 1353 c.c. In particolare, le parti potrebbero utilizzare sia la condizione sospensiva che quella risolutiva. Tuttavia, nel contesto oggetto di analisi, è soprattutto la condizione sospensiva ad essere destinata a venire impiegata maggiormente. Ciò non tanto per motivazioni teoriche quanto per ragioni di ordine pratico, legate agli effettivi e concreti interessi delle parti, oltre che per la struttura e il funzionamento insito nello stesso *smart contract*. Risulta difatti complesso tradurre nel linguaggio dell'algoritmo il concetto di risoluzione del contratto, che comporta normalmente il venir meno degli effetti con efficacia retroattiva. In ogni caso, non mancano nella prassi esempi di impiego anche della condizione risolutiva[152].

---

per essere implementate nello *smart contract* le clausole devono poter essere tradotte in codici informatici è stato messo in evidenza come sia difficile che, di fatto, operino tali limitazioni di responsabilità. Su tali criticità v. M. BRIGNARDELLO, *Prospettive di utilizzo degli smart contract per la tutela dei diritti dei passeggeri in caso di cancellazione o ritardo del volo, in Riv. dir. nav., 2, 2019, 443 ss.*

[150] La paternità di tale dicitura si deve a A. CERRATO, *op. cit.,* 397 ss.

[151] E. BIVONA, *Smart contract e interferenze con la disciplina sui contratti: il sistema dei rimedi alla prova degli algortimi*, in *Persona e mercato,* 4, 2021, 781, A. U. JANNSEN – F. P. PATTI, *op. cit*., 41 e P. CUCCURU, *op. cit.,* 111.

[152] Sul punto, espressamente, M. GIACCAGLIA, *Il Contratto del futuro? Brevi riflessioni sullo* smart contract *e sulla perdurante vitalità delle categorie giuridiche attuali e delle norme vigenti del Codice civile italiano*, in *Tecnologie e diritto*, 1, 2021, 157, il quale espressamente: "*Venendo all'analisi di quella che sembra essere la problematica più rilevante, è opportuno premettere che*

Ciò premesso, è opportuno formulare una breve precisazione in merito alle tipologie di condizioni che meglio si adattano al meccanismo sotteso agli *smart contract*.

A tal fine, giova sin da subito evidenziare come la struttura e il funzionamento dei programmi per elaboratore richiede che l'eventuale presenza di una condizione all'interno di uno *smart contract*, per poter operare, debba essere contenuta in termini espliciti nel programma. Ne consegue che non trovano applicazione le c.d. presupposizioni, le quali, assimilabili a *condizioni implicite* o comunque inespresse, non concorrono al funzionamento e all'auto-realizzazione del programma[153]. Nel contesto in esame, infatti, è operativo soltanto la volontà espressa e formalizzata nell'algoritmo (e anche per tali ragioni, non vi è spazio per l'operatività della simulazione, siccome regolata dagli artt. 1414 c.c.)[154].

In generale, le condizioni che meglio si prestano a interagire con i programmi informatici sono quelle connotate da semplicità e automatizzazione: si tratta di condizioni traducibili in chiave algoritmica e binaria, facilmente computerizzabili e standardizzabili e, di regola, consistenti in eventi che prescindono da valutazioni discrezionali o da manifestazioni di volontà delle parti contrattuali.

Si consideri, ad esempio, il caso delle condizioni *potestative*: ossia a quelle che, pur dipendendo dalla volontà di una delle parti, figurano collegate a un apprezzabile interesse della stessa. Esse possono poi consistere nel compimento di atti materiali, in una dichiarazione di volontà di una parte, o, ancora, in una valutazione discrezionale.

Di certo lo *smart contract* è in grado di comprendere quelle condizioni sì potestative, ma in ogni caso concretizzabili in atti materiali di carattere oggettivo e pertanto facilmente verificabili da un programma per elaboratore.

---

il codice informatico viene generalmente predisposto in maniera che l'auto-esecuzione sia sospensivamente condizionata, ma ciò non esclude che si possa farlo anche per ottenere, al verificarsi dell'evento dedotto in condizione, un effetto risolutivo".

[153] La presupposizione ricorre quando una determinata situazione di fatto o di diritto (passata, presente o futura) possa ritenersi tenuta presente dai contraenti nella formazione del loro consenso - pur in mancanza di un espresso riferimento ad essa nelle clausole contrattuali - come presupposto condizionante il negozio. Cfr. C. CACCAVALE, *Giustizia del contratto e presupposizione*, Torino, 2005, 1 ss., A. M. SERAFIN, *La presupposizione: genesi storica, categorizzazione differenziale e olismo contrattuale*, Napoli, 2021, 1 ss. e A. BELFIORE, *Il contratto in generale. La presupposizione*, in *Trattato di diritto Privato*, diretto da M. BESSONE, Torino, 2003, 1 ss.

[154] Si legga quanto descritto da A. FAUCEGLIA, *op. cit.,* 370 ss.: "*Per gli* smart contracts *è impensabile parlare di simulazione contrattuale, atteso che l'essenza della simulazione deve considerarsi in relazione ad una duplice direzione lungo la quale si muove la volontà dei contraenti che, da un lato, vogliono il contratto simulato, ossia l'apparenza di un contratto da ostentare ai terzi, e dall'altro dichiarano, al proprio interno, che il contratto così posto in essere è tra loro inefficace o che è efficace un contratto diverso (dissimulato). Nella* Blockchain *il "dichiarato" è anche "voluto" e, pertanto, produce effetti tra le parti nonché fiducia da parte della comunità ed è questo - forse – l'elemento che maggiormente caratterizza il fenomeno"*. V. G. MESSINA, *La simulazione assoluta*, in *Scritti giuridici*, Milano, 1948, V, 69 ss.; F. FERRARA, *Della simulazione nei negozi giuridici*, Roma, 1922; V. ANDRIOLI, *Profili processuali della nuova disciplina della simulazione*, in *Studi in onore di Redenti*, Milano, 1951; N. DISTASO, *La simulazione dei negozi giuridici*, Torino, 1960; D. BARBERO, *Sistema istituzionale del diritto privato*, Torino, 1965, 422 ss.; A. GENTILI, *Il contratto simulato - Teorie della simulazione e analisi del linguaggio*, Napoli, 1982; G. FURGIUELE, *Della simulazione di effetti negoziali*, Padova, 1992; V. RICCIUTO, *La simulazione*, in *I contratti in generale*, a cura di Gabrielli, 2, Torino, 1999; G. BRUNO, *Statica e dinamica nel negozio simulato*, Napoli, 2016.

Si consideri il caso, già in parte menzionato, del versamento di un certo numero di *bitcoin* da un soggetto all'altro: ivi la condizione, pur dipendendo da un atto di parte (il versamento o la dazione di una somma di denaro) è *oggettivamente* verificabile dall'algoritmo e pertanto può essere agevolmente riscontrabile, in via automatica, dal protocollo informatico oppure essere dallo stesso recepita, se l'informazione si trova *off chain*, attraverso l'impiego di un oracolo.

Le difficoltà sorgono allora nel caso di attività della parte consistenti in valutazioni discrezionali, non verificabili obiettivamente dallo *smart contract*. Infatti, il programma potrebbe prevedere che la valutazione discrezionale dedotta in condizione potestativa possa essere introdotta al suo interno dal programmatore per mezzo di un oracolo fisico, cioè attraverso un intervento umano che, accertato l'avveramento della condizione, inserisca tale informazione all'interno del programma informatico; il che richiede, in ogni caso, che lo *smart contract* venga programmato in tal senso.

Non sempre, però, l'operazione risulta di agevole verifica, anche in considerazione del fatto che i soggetti coinvolti nell'operazione spesso sono anonimi o si avvalgono di uno pseudonimo[155]. Per realizzarla, inoltre, occorre introdurre un elemento di discrezionalità all'interno di programmi informatici, la cui principale caratteristica risulta invece quella della automatizzazione delle prestazioni dedotte[156]. Occorre infatti considerare che, quanto più ampia è l'utilizzazione degli oracoli – in particolare quelli fisici - tanto maggiore sarà il grado di discrezionalità loro attribuito, con il rischio di compromettere le caratteristiche essenziali dello *smart contract*, soprattutto quando è inserito in una *blockchain*. In particolare, vengono meno gli elementi di semplificazione e disintermediazione che, come più volte evidenziato nel presente elaborato, rappresentano i tratti distintivi di questi strumenti innovativi.[157].

2.2. Condizione meramente potestativa.

[155] Sul tema v. M. MAUGERI, Smart contract *e disciplina dei contratti*, *op. cit.,* 56 ss., D. DE FILIPPI - A. WRIGHT, *Smart Contracts as Legal Contracts, op. cit.,* 85 ss., M. GIULIANO, *La* Blockchain *e gli* smart contracts *nell'innovazione del diritto del terzo millennio, op. cit.,* 1031 ss. Sui problemi connessi all'anonimizzazione delle parti e sulle soluzioni possibili v. E. BATTELLI - E. M. INCUTTI, *Gli* smart contracts *nel diritto bancario tra esigenze di tutela e innovativi profili di applicazione*, *op. cit.,* 931 s., G. REMOTTI, Blockchain e smart contract. *Un primo inquadramento*, *op. cit.,* 208 ss. Sulle *blockchains* pubbliche e private v. ancora M. FINK, *Blockchains and Data Protection in the European Union*, in *European Data Protection Law Review*, 2018, 17 ss. e P. CUCCURU, Blockchain *e automazione contrattuale. Riflessione sugli* smart contract, in *Nuova giur. civ. comm*., 2017, 116.

[156] G. MARCHETTI, *op. cit*., 96 ss. la quale espressamente: "*Occorre, però, tenere presente che più interventi degli oracles ci sono e più è discrezionale la valutazione a essi affidata, più ci si allontana dall'idea di fondo sottesa agli smart contracts, sicché il meccanismo descritto sembra essere distante dalla logica di disintermediazione e semplificazione che ispira gli smart contracts. Ciò detto, può allora concludersi che la compatibilità tra condizione e smart contract sussiste nelle ipotesi "fisiologiche" in cui gli esiti dell'evento condizionale si svolgono senza interferenza alcuna delle parti. Maggiori criticità, invece, emergono nelle ipotesi "patologiche*".

[157] Rileva ancora G. MARCHETTI, *op. cit*., 96 ss. come "*Occorre tenere presente che i soggetti che realizzano l'operazione su* blockchain *possono rimanere anonimi o utilizzare uno pseudonimo. Ciò determina, innanzitutto, difficoltà nel verificare se al momento della conclusione del contratto i contraenti fossero o meno legalmente capaci e la corretta formazione della volontà. Il problema dell'identificazione riguarda principalmente la* blockchain *pubblica (*permissionless*); tuttavia esso può porsi, sia pure in misura minore, anche per quella privata (*permissioned*)".*

Un breve approfondimento va dedicato all'istituto della condizione sospensiva *meramente potestativa*. Quest'ultima, disciplinata dall'art. 1355 c.c., è considerata con sfavore dal legislatore, che ne sancisce la nullità nel caso in cui "*l'alienazione di un diritto o l'assunzione di un obbligo sia subordinata a una condizione sospensiva che la faccia dipendere dalla mera volontà dell'alienante o, rispettivamente, da quella del debitore"*.

Del fondamento di una sanzione di tal sorta la dottrina ne ha esplicitato la ragione in più di un'occasione. In questo contesto, basterà far riferimento sinteticamente, e senza pretese di completezza, ad una serie di argomentazioni pur diverse tra loro, e sintetizzabili, in particolare, nella considerazione per cui non sia affidabile un impegno la cui esecuzione dipenda dalla mera scelta di chi lo assume.

Dalla condizione meramente potestativa si distingue, peraltro, la condizione potestativa semplice, nel caso in cui il compimento della condizione dipenda da un atto di volontà del debitore. In tal caso, la serietà dell'impegno assunto esclude l'arbitrarietà della volontà della parte, poiché il soggetto da cui dipende la condizione conserva un interesse concreto al suo verificarsi, valutandone la convenienza. Ad un'ipotesi del genere si è fatto riferimento nel paragrafo precedente.

Formulate queste premesse, pare opportuno chiarire i seguenti aspetti.

i) Qualora le parti abbiano apposto una condizione meramente sospensiva che rientri nell'ambito di applicazione della disposizione cui all'art. 1355 c.c., si pone il problema della comprensione, da parte del programma per elaboratore, del concetto di nullità e della conseguente mancata produttività di qualsivoglia effetto giuridico relativamente alla parte del negozio affetta da invalidità. Il codice, infatti, si autoesegue.

ii) Per quanto attiene alle condizioni meramente potestative, non rientranti in quelle considerate tali da inficiare l'intero negozio come previsto dalla disposizione cui all'art. 1355 c.c., non sembrano prospettarsi particolari questioni teoriche per negare la configurabilità di un impiego di tali condizioni nel contesto degli *smart contracts*. Permangono tuttavia talune difficoltà di ordine operativo che verranno a breve prospettate.

iii) In un'ottica di approfondimento, figura particolarmente interessante il caso della condizione meramente potestativa risolutiva, cui sembrerebbe, ad esempio, potersi ricondurre il diritto di recesso, Attraverso lo strumento della condizione, infatti, le parti possono concedersi anche l'esercizio del diritto potestativo in esame, che dipende, tuttavia, dalla mera volontà di una di esse[158]. In tal caso, il negozio produce i suoi effetti in via immediata e l'avveramento della

[158] Si veda per tutti, circa l'ammissibilità di una condizione meramente potestativa risolutiva, P. STANZIONE, *Situazioni creditorie meramente potestative*, Napoli, 1982, 101 ss. e S. MAIORCA, voce *Condizione*, in *Digesto disc. priv.*, Sez. civ., IV, Torino, 1988, 300 ss.

condizione è deputato a far venir meno i medesimi, sicché tale meccanismo potrebbe essere accostato alla stregua di una sorta di diritto di recesso *ad nutum* della parte da cui dipende l'avveramento della condizione[159].

Formulate queste premesse le difficoltà di ordine operativo, cui si fatto cenno in relazione all'impiego condizioni a carattere meramente potestativo sono sintetizzabili su due piani. Da un lato, vi è la nota difficoltà di distinguere tra condizione potestativa e meramente potestativa, basandosi quest'ultima sul fatto che la condizione meramente potestativa sia totalmente svincolata e non valutabile alla luce del criterio generale della buona fede (concetto difficilmente decifrabile da uno *smart contract*).

Dall'altro, vi è il fatto che l'introduzione di elementi di discrezionalità, addirittura accentuata nel caso dell'impiego di condizioni *meramente* potestative, potrebbe ostacolare il regolare funzionamento di queste tecnologie, con particolare riguardo alla loro automazione e disintermediazione.

Ancora, riconoscere l'ammissibilità di tali condizioni ai contratti in esame, implica accettare il rischio di far eseguire *smart contract*, per loro natura auto esecutivi, non conformi all'ordinamento, in quanto invalidi (si è visto, infatti, che, nel caso dell'impiego di condizioni meramente potestative rientranti nell'ambito applicativo dell'art. 1355 c.c., la norma sancisce la nullità dell'intero contratto).

2.3. *(Segue)…l'adempimento quale condizione: problemi di compatibilità con la contrattazione algoritmica*.

Pare opportuno considerare ora un tema ulteriore, pur se esso presenta un rilievo più di carattere teorico che pratico.

Si tratta della possibilità di predicare, all'interno dei cc.dd. contratti intelligenti, l'adempimento quale condizione: tema che è stato al centro di confronto tra dottrina e giurisprudenza. Di esso in questa sede si farà qualche sintetico cenno[160].

A titolo di premessa, si ricorda che la possibilità di reputare l'adempimento alla stregua di una condizione in senso tecnico, è stata negata a lungo da dottrina e giurisprudenza. Ecco, in sintesi, le argomentazioni di un tale orientamento: sarebbero suscettibili di concretizzare fatto condizionante solo gli elementi estrinseci al contratto, ma non gli elementi essenziali, quali le obbligazioni stesse nascenti dal contratto.

---

[159] D. FAUCEGLIA, *op. cit*., 598.

[160] Si vedano, in particolare, F. SANTORO PASSARELLI, *Dottrine generali del diritto civile*, Napoli, 2012, IX ed., 199 ss., A. CATAUDELLA, *Sul contenuto del contratto*, 1966, Milano, 213 ss., G. FUSCO, *L'adempimento come condizione del contratto*, in *Vita not.* 1983, 304 ss., ID, *Ancora in tema di adempimento come condizione*, *ibidem,* 1984, 291 ss.

In altri termini, il meccanismo adempitivo, pur astrattamente riconducibile ad un avvenimento, futuro e incerto, essendo elemento essenziale della fattispecie, non sarebbe inquadrabile nello schema condizionale. Le parti, quindi, mai potrebbero attribuire ad un elemento tipico ed essenziale la natura di un elemento accidentale, dal quale far dipendere gli effetti del negozio contrattuale.

La mancata esecuzione delle obbligazioni principali determina, invece, la nascita di un meccanismo di responsabilità.

Va precisato poi, che, la limitazione all'autonomia privata dalle parti, che deriva dalla ricostruzione appena prospettata, non contrasta con l'ordinamento giuridico, posto che l'autonomia negoziale non deve essere interpretata come assoluta e incondizionata[161].

La tesi ora descritta, della quale sono stati riassunti i tratti principali, fa leva sull'assoluta incompatibilità tra il concetto di adempimento quale oggetto di un'obbligazione, come tale *coercibile* e la condizione, che invece non obbliga, come emergerebbe dalla stessa previsione codicistica circa l'esistenza di condizioni potestative, che dipendono dalla volontà, fra le altre, di una delle parti. Da ciò deriva l'incoercibilità della prestazione dedotta in condizione. La tesi menzionata, inoltre, farebbe leva sulla mancanza, con riguardo al fatto adempitivo, dei caratteri di incertezza, accidentalità ed estrinsecità tipici dell'evento condizionale[162].

Tuttavia, da ultimo, dottrina e giurisprudenza hanno superato tale concezione rigorosa, arrivando ad ammettere che la condizione di adempimento possa essere inserita all'interno di un contratto.

In particolare, viene superato l'approccio secondo cui, diversamente opinando, l'adempimento non sarebbe più materia di un obbligo delle parti, diventando, per ciò solo, un intervento di libera scelta, mentre l'adempimento avrebbe primariamente natura di un atto dovuto[163]. Da parte di qualche studioso si obietta, in particolare, che tale ricostruzione non sarebbe

---

[161] Contrario a questo indirizzo la giurisprudenza più risalente, in particolare Cass. civ. , sez. Lavoro, n. 1181 del 16 febbraio 1983, reperibile su *DeJure:* "*Nei contratti bilaterali le reciproche prestazioni integrano gli elementi essenziali del contratto medesmo, per cui l'accordo in ordine ad essi non può essere assunto come condizione in senso tecnico, dato che questa costituisce un elemento accidentale estraneo alla struttura tipica del negozio, mentre le prestazioni reciproche attengono all'esistenza stessa del negozio, in quanto ne costituiscono la causa in senso tecnico-giuridico*".

[162] Sul punto si vedano G. AMADIO, *La condizione di inadempimento*. *Contributo alla teoria del negozio condizionato*, Padova, 1996, 1 ss., L. RAFFAELE, *Condizione, autonomia privata e funzione di autotutela: l'adempimento dedotto in condizione*, 1996, Milano, 1 ss. F. PATTI, *La condizione di adempimento*, in *Vita not*., 2000, 1163 ss.

A livello giurisprudenziale si legga quanto scritto da Cass. civ., sez. II, n. 24301 del 15 novembre 2006, reperibile su *De Jure*: "*Nell'ambito dell'autonomia privata le parti possono prevedere l'adempimento o l'inadempimento di una di esse quale evento condizionante l'efficacia del contratto in senso sospensivo o risolutivo*". R. LENZI, *In tema di adempimento come condizione: ammissibilità, qualificazione e disciplina*, in *Riv. not.*, 1986, 87 ss.; ID., *Condizione, autonomia privata e funzione di autotutela*, Milano, 1996; C. MAIORCA, *Condizione*, in *Dig. disc. priv.*, *sez. civ.*, III, Torino, 1988, 279 e 382; G. AMADIO, *La condizione di inadempimento. Contributo alla teoria del negozio condizionato*, Padova, 1996, 1 ss.; F. P. PATTI, *La condizione di adempimento*, in *Vita not.*, 2000, 1163 ss.

[163] Tra le pronunce principali, si veda Cass. civ., n. 7422 del 17 marzo 2021, reperibile su *DeJure.it*, la quale, espressamente: "*La apposizione dell'elemento accidentale del negozio, costituito dalla condizione sospensiva o risolutiva della efficacia, può essere demandata all'avveramento di un evento rimesso al caso o all'attività di un terzo, ossia ad avvenimenti estranei alle obbligazioni dedotte in contratto ed esterni alla sfera di controllo delle parti contraenti (cd. condizione "casuale pura"), ma può anche essere*

compatibile con l'esistenza delle condizioni cc.dd potestative, cui l'indirizzo in ipotesi, ormai maggioritario, riconduce l'eventuale fatto adempitivo dedotto quale condizione. Se ne deduce come, salvo divieti previsti, non sussistano particolari criticità nel dedurre l'adempimento quale condizione *in senso tecnico*.

Vi è da osservare che tale orientamento, *permissivo* nei confronti della configurabilità di una tale condizione, ha raggiunto tale conclusione con prospettazioni e argomentazioni fra loro eterogenee, che spesso non sono state tali da dare soluzione univoca ai numerosi problemi che l'adempimento dedotto come condizione pone, con particolare riguardo alla circostanza che il fatto adempitivo, in questo frangente, ha una doppia natura e diversa tutela: da un lato rappresenta una condizione, dall'altro un'obbligazione.

A tal fine la dottrina avrebbe in particolare posto l'accento sulla premessa che il tratto differenziale tra obbligo e condizione quali forme alternative di qualificazione della condotta esecutiva sia segnato dalla mancanza di coazione e che ciò non escluderebbe la loro possibile concorrenza. Per cui, si può dedurre in condizione una condotta che per sua natura configura un dovere giuridico, un obbligo, solo se si riconosce la possibilità di disapplicare in parte la disciplina relativa a entrambi gli istituti. Nel senso che sarebbe necessario prospettare la rinuncia anticipata del creditore alla tutela satisfattiva e, dunque, l'incoercibilità del comportamento del debitore[164]. Non vi sarebbero pertanto difficoltà ad ammettere la duplice qualificazione della medesima condotta sia come dovere giuridico sia come oggetto di condizione e la deducibilità in condizione dell'adempimento non contraddice l'assunto secondo cui la parte dalla quale dipende il congegno condizionale potestativo (non vi è dubbio, infatti, che l'adempimento dedotto quale condizione sia inquadrabile all'interno della categoria delle condizioni potestative, dipendendo dall'*animus* di una delle parti) non è obbligata a realizzare la condizione, giacché la deduzione della condotta in condizione implica la rinuncia all'azione di adempimento.

Inquadrata, seppur senza alcuna pretesa di esaustività, la questione, occorre in questa sede interrogarsi circa l'operatività di una condizione di adempimento nel contesto degli *smart contract*. La risposta all'interrogativo *supra* delineato trova ostacoli di tipo logico/applicativo.

---

dedotta come evento il cui avveramento è rimesso a fattori esterni, cui contribuisce anche la condotta di una delle parti (cd. condizione "potestativa mista"), od ancora – in assenza di ostacoli legali posti alla esplicazione della volontà delle parti ed alla loro autonomia privata – può essere affidata allo stesso adempimento di una o di tutte le obbligazioni principali aventi titolo nel negozio condizionato (cd. condizione "potestativa di adempimento" unilaterale o bilaterale), bene potendo i contraenti prevedere validamente come evento condizionante (in senso sospensivo o risolutivo dell'efficacia) il concreto adempimento od inadempimento di una delle obbligazioni principali del contratto (cfr. Corte Cass. Sez. 2, Sentenza n. 8051 del 08/08/1990; id. Sez. L, Sentenza n. 10074 del 12/10/1993; id. Sez. 1, Sentenza n. 1842 del 03/03/1997; id. Sez. 2, Sentenza n. 24299 del 15/11/2006)".

[164] La qualificazione della condotta in termini di dovere giuridico conserva rilievo sotto due profili, individuati nella possibilità di configurare un danno risarcibile come conseguenza della caducazione condizionale del vincolo e nell'idoneità della qualificazione in termini di obbligo a individuare il fatto dedotto in condizione. Cfr. sul punto G. AMADIO, *Modello condizionale e tutela risarcitoria*, in *Studium iuris*, 1997, 1192 ss.

Nulla vieta, invero, che possa essere predicata la possibilità di impiegare la condizione di adempimento anche nell'ambito degli *smart contract,* soprattutto quando l'avveramento della condizione dovesse essere accertato *off chain*, per mezzo di un oracolo; si è visto, infatti, che, anche nel contesto delle nuove tecnologie, pare potersi ravvisare la possibilità di impiegare le condizioni potestative, cui va ricondotta la condizione di adempimento, seppur con le difficoltà che già si sono delineate nei paragrafi che precedono.

Tuttavia, da un punto di meramente logico - operativo, il meccanismo sotteso al programma per elaboratore, il quale, essendo auto eseguibile, garantisce la certezza delle prestazioni dedotte nel programma, mal si adatta all'apposizione di una condizione di adempimento[165]; diversamente opinando, infatti, si rischia di svalutare il fondamento primario di una tecnologia che ha come scopo quello di assicurare la certezza e la celerità delle transazioni, soprattutto nel contesto introdotto dallo sviluppo delle cc.dd. catene di blocchi e dei programmi per elaboratore.

3. Il modus operandi *delle disposizioni contenute nel Codice civile in materia di condizione.*

Nel caso in cui le parti abbiano inteso stipulare uno *smart contract* condizionato, facendo quindi dipendere dal meccanismo *if/that* gli effetti del contratto, occorre interrogarsi sull'applicabilità, in tale contesto, delle disposizioni del Codice civile in materia di condizione, alla luce della progressiva evoluzione delle tecnologie in esame. Invero, l'applicabilità delle norme civilistiche, secondo il paradigma *Law is Code*, non può essere messa in dubbio, pur tuttavia, alcune disposizioni normative, nella materia *de qua,* necessitano di essere rivalutate nella loro portata applicativa[166].

Le difficoltà cui si va incontro in questo senso sono decisamente di carattere più pratico che teorico.

Si pensi semplicemente al meccanismo previsto dall'art. 1359 c.c.: la norma stabilisce che la condizione si consideri avverata qualora sia mancata per causa imputabile alla parte che aveva interesse contrario all'avveramento della condizione. La disposizione citata, della cui

[165] Contra rispetto alle prospettazioni testè indicate M. G. GIACCAGLIA, *Il contratto del futuro*, *op. cit.,* 158 ss., secondo cui non sembrano sorgere dubbi in merito alla ammissibilità di un tipo di contrattazione, come quella *smart*, in cui la deduzione in condizione (sospensiva o risolutiva) dell'adempimento o del mancato adempimento rappresenta la regola.

[166] M. GIACCAGLIA, *Il Contratto del futuro? Brevi riflessioni sullo* smart contract *e sulla perdurante vitalità delle categorie giuridiche attuali e delle norme vigenti del Codice civile italiano*, in *Tecnologie e diritto*, 1, 2021, 156 ss., il quale riflette, circa la compatibilità delle norme dettate dal Codice civile per la condizione con gli *smart contract*. Così scrive l'Autore: "*Non sembra possibile che l'acquirente eserciti il diritto sottoposto a condizione sospensiva (art. 1356, comma 2, c.c.), né che ne possa disporre (art. 1357 c.c.). Sembrerebbe, invece, ammissibile il compimento di atti conservativi (art. 1356 comma 1 c.c.), nonché la finzione di avveramento nei casi in cui l'automatica esecuzione sia impedita dal comportamento della parte che aveva interesse contrario all'avveramento (art. 1359 c.c.), come potrebbe verificarsi qualora, ad esempio, l'acquirente sottraesse i fondi necessari all'automatico acquisto del bene oggetto di compravendita dal* wallet *indicato nella contrattazione* smart".

applicabilità si deve dubitare nel contesto delle tecnologie algoritmiche, introducendo una finzione giuridica, mal si adatta al meccanismo di funzionamento dei programmi per elaboratore[167].

Ciò avviene per molteplici ragioni.

Innanzitutto, l'art. 1359 c.c. introduce un concetto di imputabilità del mancato avveramento della condizione dedotta, che lo *smart contract* non è in grado di tradurre in linguaggio algoritmico. Lo schema *if this then that*, infatti, prescinde del tutto dalla volontà dell'adempimento e accerta semplicemente se l'evento dedotto in condizione si sia avverato o meno.

Ancora, il concetto di imputabilità sottende un giudizio attinente al comportamento della parte, la quale è chiamata a comportarsi secondo buona fede, con le note difficoltà di comprensione, da parte dello *smart contract,* dei concetti di carattere generale ed elastico. Sicché, quale logico corollario, risulta di difficile applicazione anche la norma cui all'art. 1358 c.c., che predica, appunto, che il soggetto che si è obbligato o che ha alienato un diritto sotto condizione sospensiva o che lo ha acquistato sotto condizione risolutiva, debba, in pendenza della condizione, comportarsi secondo *buona fede.*

L'ostacolo di maggior rilievo è rappresentato, in ogni caso, dall'estrema rigidità che caratterizza le tecnologie in esame. Infatti, il meccanismo, al di là delle altre questioni che sono state profilate, sotteso alla finzione giuridica cui all'art. 1359 c.c. non può essere in alcun modo compreso dallo *smart contract*, se non per mezzo di un'attività di programmazione eventualmente effettuata dalle parti.

A tal fine, le parti potrebbero ricorrere a un oracolo, ossia a una persona fisica, che consenta allo *smart contract* di accertare l'imputabilità del mancato avveramento della condizione. In questo modo, lo *smart contract* potrebbe considerare la condizione come avverata, riuscendo così ad aggirare l'*impasse* creato dalla finzione ivi delineata.

Si tratta, tuttavia, di meccanismi, che, come più volte detto, mal si adattano alle nuove tecnologie, in quanto aggiungono incertezza e discrezionalità a sistemi che per loro natura sono automatizzati e progettati con sistema binario.

La programmazione ora esaminata, inoltre, implica che le parti accettino la possibilità che una delle due possa adottare un comportamento contrario al principio di buona fede. Se una delle parti avesse un interesse contrario all'avveramento della condizione, apparirebbe difficile

[167] Su cui A. FAVARÒ, *L'art. 1359 c.c. e la cosiddetta finzione di avveramento della condizione*, in *Foro pad.,* 1980, 154 ss.

che possa accettare di programmare lo *smart contract* contenente un oracolo che accerti o meno la sua personale responsabilità[168].

Consideriamo ora l'impatto di ulteriori disposizioni. L'art. 1361 c.c., secondo comma, prevede che i frutti percepiti dalla *res* la cui vicenda circolatoria sia subordinata alla condizione, siano dovuti dal giorno in cui la condizione si sia verificata. In questo frangente, lo *smart contract* potrebbe essere impostato in modo da rendere automatico il meccanismo del versamento dei frutti, non appena, attraverso l'operatività di un oracolo, o autonomamente nel caso in cui le informazioni richieste si trovino *on chain*, sia in grado di comprendere l'avveramento della condizione e, quindi, gli sia comunicato l'evento in grado di avverarla, quale fatto oggettivo e materialmente accertabile, come tale di facile comprensione per il *contratto intelligente*[169].

Merita approfondita disamina anche la disposizione cui all'art. 1360 c.c., che detta una disciplina con riguardo agli effetti derivanti dall'avveramento della condizione, stabilendo in sintesi che, di regola, l'avveramento produca i propri effetti retroattivamente, sin dal momento della conclusione del contratto, salvo il caso dei contratti di durata o ad esecuzione continuata o periodica, relativamente ai quali tale effetto non si estende alle prestazioni già eseguite.

Ragionando nel contesto degli *smart contract*, occorre rilevare come l'algoritmo *if this then that* verifica la condizione e adempie alla prestazione in modo automatico. Null'altro. Il problema allora, attiene alla c.d. retroattività degli effetti.

Si immagini la seguente ipotesi: due parti stipulano un contratto di compravendita, utilizzando a tal fine uno *smart contract*, sottoposto a condizione risolutiva; una volta verificata la condizione, lo *smart contract* si attiva e ritrasferisce il bene al precedente proprietario, il tutto in modo automatizzato e, si intende, programmato[170]. Viceversa, in caso di mancata predeterminazione di tale effetto, il protocollo non sarà in grado di garantire restituzione alcuna.

---

[168] Cfr. le riflessioni di M. BRIGNARDELLO, *Prospettive di utilizzo degli smart contracts per la tutela dei diritti dei passeggeri in caso di cancellazione o ritardo del volo*, in *Rivista del Diritto della navigazione*, 2019, 457 ss., nonché, sulla stessa linea, G. MARCHETTI, *op. cit*., 96 ss.

[169] Nessuna particolare questione sembra porsi invece con riguardo all'art. 1356 c.c., secondo cui "*in pendenza della condizione sospensiva l'acquirente di un diritto può compiere atti conservativi*" e "*l'acquirente di un diritto sotto condizione risolutiva può, in pendenza di questa, esercitarlo, ma l'altro contraente può compiere atti conservativi"*.

[170] Sembra condividere questa logica anche S. ACETO DI CAPRIGLIA, *Contrattazione algoritmica. Problemi di profilazione e prospettive operazionali. L'esperienza "pilota" statunitense*, reperibile in *Federalismi.it*, 2 ottobre 2019, 1 ss., secondo il quale "*questo dato tecnico pone dei problemi particolari a causa della natura del "libro mastro" o* ledger*. Si dovrebbe ritenere tutt'al più che, in caso di condizione sospensiva, il contratto non possa essere iscritto nel blocco fin tanto che la condizione non si avveri; rispetto, invece, alla condizione risolutiva, ad un successivo negozio di restituzione dovrebbe accompagnarsi altresì uno scioglimento* ex nunc*"*. Si legga quanto scritto da L. VAGNI, *Il problema della rilevanza giuridica dell'errore nella decisione dell'oracolo della blockchain*, in *lceonline* 2/2022 (*www.lceonline.eu),* 55 (nt. 20), secondo cui "*L'apposizione di condizioni sospensive o risolutive agli* smart contracts *è potenzialmente ammissibile; tuttavia, la dottrina ha evidenziato le problematiche relative alle transazioni eseguite in catena in pendenza di condizione risolutive o prima dell'avveramento della condizione sospensiva. L'immodificabilità delle transazioni, una volta avvenuta la loro registrazione, appare infatti difficilmente conciliabile con la retroattività degli effetti discendenti dal verificarsi della condizione*". Cfr. anche A. Stazi, *Automazione contrattuale e contratti intelligenti*, Torino, 2019, 177-178.

In ogni caso, come prevede la stessa norma, le parti possono ben disporre per un regime di irretroattività degli effetti anche con riguardo a contratti cc.dd. istantanei[171].

Non appare invece probabile, nel contesto delle tecnologie esaminate, applicare la norma di cui all'1356 c.c., secondo comma, in quanto non sembra possibile che l'acquirente eserciti il diritto sottoposto a condizione sospensiva, né tantomeno l'art. 1357 c.c., che contempla il caso che l'acquirente sottoposto a condizione sospensiva ne possa disporre. Questo per la struttura sottesa allo *smart contract*, basato su operazioni semplici, standardizzabili e computerizzabili.

Sarà invece applicabile la norma di cui all'art. 1356 c.c., comma 1, per il caso del compimento di atti conservativi; sembra, infatti, in questa ipotesi, che gli stessi possano essere garantiti anche in ambiente *off chain*, attraverso una tutela esterna rispetto alla *blockchain* e ai programmi per elaboratore.

Qualche riflessione, infine, va effettuata con riguardo alla disposizione cui all'art. 1354 c.c., norma rubricata "*Condizioni illecite o impossibili*". La condizione illecita, in particolare, è tale quando è contraria a norma imperativa, all'ordine pubblico o al buon costume. Non è questa la sede per approfondire tali tematiche; tuttavia, la questione è rilevante in quanto, ove le parti dovessero apporre condizioni rientranti nelle categorie menzionate, la sanzione prevista dall'ordinamento è naturalmente quella della nullità o dell'intero contratto (nel caso in cui la condizione sia illecita o sia impossibile la condizione sospensiva) o della singola clausola che prevede la condizione, nel caso di impossibilità di una condizione risolutiva.

Sicché, come già evidenziato in più occasioni, in conformità al paradigma *Law is Code*, l'ordinamento non può rimanere inerte e indifferente rispetto a condizioni previste all'interno dello *smart contract* che siano impossibili e, in particolare, illecite.

Ne deriva, quindi, la necessità di indagare il *modus operandi* delle categorie invalidanti (nullità *in primis*) nei contesti introdotti dalle tecnologie in esame. A tal fine, quindi, si rinvia al capitolo quarto[172].

4.La condizione come strumento per la gestione delle sopravvenienze. Cenni.

[171] Cfr. S. ACETO DI CAPRIGLIA, *op. cit.,* 1 ss., il quale prende in considerazione anche il caso in cui, in pendenza della condizione, vengano effettuati atti dispositivi del bene. In tali frangenti, la norma non fa salvi gli acquisti dei terzi che abbiano acquistato in pendenza della condizione. Rileva quindi l'Autore come "*uno* smart contract *al quale sia già stata data esecuzione in pendenza della condizione sospensiva di altro contratto algoritmico, determina una discontinuità delle trascrizioni immobiliari, e questo bloccherebbe la possibilità stessa di dare esecuzione al precedente contratto. È sicuramente un problema di codificazione informatica al quale dovranno dare risposta gli esperti del settore, dovendosi in mancanza escludere che, per questa tipologia di negozi, si possa concludere un contratto in forma "intelligente", pena i gravi pregiudizi per le parti contraenti*".
[172]Sul punto espressamente S. ACETO DI CAPRIGLIA, *op. cit.,* 32.

Esaurita la disamina, in tutti i suoi aspetti, concernente il tema della potestatività condizionale in rapporto con le nuove tecnologie algoritmiche, è emerso, come, anche nello *smart contract,* la condizione sia duttile mezzo ai fini della migliore composizione degli interessi, spesso contrapposti, delle parti[173].

Anzi, proprio nei contesti introdotti dalle nuove tecnologie, relativamente alle quali la programmazione degli eventi (*if this*) svolge un ruolo fondamentale, la condizione può trovare nuovi impieghi: è il caso, a titolo esemplificativo, della gestione delle sopravvenienze.

A tal fine, è stato notato come la condizione possa svolgere un ruolo fondamentale nella gestione di tali evenienze; se le parti sono sufficientemente avvedute possono prospettarsi la possibilità che si verifichi un evento determinato che possa influenzare l'equilibrio contrattuale programmato e dedurlo in condizione.

De jure condendo, la clausola risolutiva espressa potrebbe essere utilizzata per gestire le sopravvenienze: i contraenti potrebbero immaginare la possibilità che circostanze sopravvenute possano impedire il rispetto di determinate modalità della prestazione, essenziali per una parte e formulare conseguentemente la clausola risolutiva riconoscendo alla parte che riceve la prestazione priva di questi requisiti la facoltà di risolvere il contratto avvalendosi della stessa.

Ancora, può essere prudentemente previsto un meccanismo convenzionale di scioglimento del vincolo che assegni ad una o ad entrambe le parti un diritto potestativo di recesso *ad nutum*, efficacemente utilizzabile in caso di mutamento delle circostanze, che determini il venir meno della convenienza del contratto.

La stessa funzione potrebbe essere assolta grazie alla previsione di una durata breve del contratto con facoltà di proroga, che consenta alle parti di rinnovare la valutazione circa la convenienza del regolamento contrattuale[174].

Ancora, lo strumento della condizione conferisce alle parti la possibilità di adattare lo *smart contract* a circostanze non previste e non determinabili al momento della stipulazione del contratto e il cui verificarsi potrebbe, al contrario, creare difficoltà al corretto svolgimento del rapporto[175].

---

[173] Espressamente G. MARCHETTI, *op. cit.,* 96.

[174] Deve trattarsi, naturalmente, di eventi futuri e incerti codificati *ex ante* nel programma. A proposito dell'utilità della formula *if/then* nella gestione delle sopravvenienze v. S. DI SABATO, *Gli* smart contracts*: robot che gestiscono il rischio contrattuale*, in *Contratto e impr*., 2017, 378 ss., il quale, pur ritenendo che gli *smart contracts* possono rendere meno probabile il sorgere dell'imprevisto, data la varietà enorme di combinazioni dell'algoritmo *if/then*, ha riconosciuto che essi non lo escludono del tutto, potendo sempre verificarsi delle eventualità non previste dal programmatore. Diversamente, nel senso che con gli *smart contracts* non si possano gestire le sopravvenienze, v. E. BATTELLI - E. M. INCUTTI, *Gli* smart contracts *nel diritto bancario tra esigenze di tutela e innovativi profili di applicazione*, *op. cit.*., 929, nota n. 22.

[175] In tema di *ius variandi,* che si concretizza nella possibilità, di carattere unilaterale e avente natura di diritto potestativo, di modificare il contenuto e le clausole di un contratto, si vedano S. PAGLIANTINI, (voce) *Modificazione unilaterale del contratto (diritto civile)*, in *Enc. Dir*., *Annali*, VI, 2013, 527 ss., A. BERENGHI, *Determinabilità e determinazione unilaterale del contratto*, Napoli, 2006, 1 ss. Si tratta, in ogni caso, di un diritto di carattere eccezionale, che trova previsione legislativa nel contratto di

Tornando quindi, alla possibilità che la condizione possa assolvere un'importante funzione di governo delle sopravvenienze nel contesto dei programmi per elaboratore, occorre tuttavia effettuare alcune precisazioni.

In effetti, bisogna adottare un approccio prudente. È vero che la condizione può adempiere a tale funzione e che all'interno dello *smart contract* si possono, più o meno facilmente, tradurre in linguaggio algoritmico determinati eventi in grado di incidere in modo notevole sull'equilibrio del contratto.

Tuttavia, si deve tener presente che la condizione non è in grado di governare del tutto le sopravvenienze: è sempre possibile, infatti, che, nonostante l'ampia attività di programmazione effettuata dalle parti, emerga una circostanza del tutto imprevedibile e non programmata, tale da determinare un importante squilibrio per gli interessi sottesi alla dinamica del contratto.

Nel contesto dei programmi per elaboratore, inoltre, il tema delle sopravvenienze pone questioni alquanto difficili e complessi. La normativa codicistica che le regola non pare adeguata a gestire la rigidezza che caratterizza lo *smart contract*. Il *software* che autoesegue i codici in esso inseriti ignora gli eventi sopravvenuti e pertanto esso si atutoesegue in ogni caso, indipendentemente dal fatto che una prestazione sia diventata maggiormente onerosa o impossibile. Secondo gli schemi normativi attuali, quale logica conseguenza, lo *smart contract* alloca alle parti il rischio di sopportare un onere maggiore rispetto a quello preventivato.

5. Il termine e l'onere.

Per quanto attiene alla trattazione degli altri elementi accidentali e, in particolare, del termine, è necessario precisare che esso si distingue dalla condizione perché l'evento futuro è certo, per lo meno nell'*an*. Pertanto, sarà utilizzabile nell'ambito del contratto intelligente, relazionandosi con dati oggettivi, fruendo dei medesimi procedimenti già ampiamente analizzati (principalmente oracoli e meccanismo *if/then*)[176].

L'onere, anch'esso elemento accidentale del contratto, dalla portata applicativa ristretta, potendo esser apposto, secondo dottrina e giurisprudenza maggioritaria, solamente ai contratti a

appalto, all'art. 1661, rubricato, appunto, *Variazioni ordinate dal committente*. Ancora, si vedano P. GAGGERO, *La modificazione unilaterale nei contratti bancari*, Padova, 1999, 1 ss., A. DOLMETTA, *Linee evolutive di uno* ius variandi, Milano, 2012, 1 ss.

[176] Condivide anche M. GIACCAGLIA, *op. cit.,* 158, secondo cui "*Non sembra particolarmente discutibile la possibilità, tecnica e giuridica, di apporre un termine, inziale o finale ad uno smart contract".*

In tema di termine, in generale, si vedano E. GIACOBBE, *Il termine,* in *Diritto civile*, diretto da Lipari e Rescigno, III, 2, *Il contratto in generale*, Milano, 2009, 501 ss., A. GIULIANI, *Il concetto di termine nel diritto privato*, in *Contratto e Impresa*, 2000, 1492 ss., C. RUSSO, *Termine (dir. civ.), I, In generale,* in *Enc. Treccani*, XXXI, Roma, 1994, 1 ss., A. DI MAJO, *voce Termine, (dir. priv.),* in *Enc. dir*., XLIV, Milano, 1971, 1 ss.

titolo gratuito, si concretizza in una sorta di *peso* imposto al soggetto beneficiario dell'atto negoziale, affinché possa essere realizzato un interesse del disponente[177].

Nell'ambito del Codice civile domestico, una disciplina espressa è contenuta solo all'interno della regolamentazione del negozio testamentario (artt. 647 e 648 c.c.) e di quello donativo (in particolare, articoli 793 e 794 c.c.).

Per quanto attiene ai principali negozi a titolo gratuito, è possibile concludere come difficilmente potrà trovare operatività lo *smart contract*, che sembra maggiormente adattabile alla logica dello scambio e della corrispettività, come dimostra la stessa struttura dei programmi per elaboratore modellata sull'algoritmo *if this then that*, nonché la stessa diffusione e sviluppo degli *smart contract* in contesti connotati da logiche di scambio, in particolar modo, di carattere commerciale e oneroso.

Tuttavia, non vi è una incompatibilità giuridica nell'applicazione di uno *smart contract* anche nei confronti di prestazioni a titolo gratuito.

Ipotizzando, quindi, l'apposizione di un *modus* ad un negozio a titolo gratuito e/o liberale, quale una donazione o un negozio testamentario realizzantesi tramite algoritmi, si pone la questione (già analizzata in altri contesti), su come debba essere verificato l'adempimento da parte dello stesso programma informatico.

Nel caso, ad esempio, che il testatore leghi a Caio un bene immobile, purché costruisca un ospedale, si pone il problema di verificare che l'ospedale sia stato successivamente costruito. In caso affermativo, o vi sarà un oracolo appositamente attrezzato o si necessiterà ancora dell'intermediazione umana, con tutte le perplessità che una tale influenza pone[178].

[177] Sul punto G. PETTI, *Regole interpretative e disposizione testamentaria modale*, in *Contratti*, 2008, 41, A. SCACCHI, voce «*Modo*», in *Enc. giur., Postilla di aggiornamento*, XXII, Roma, 2008, 2; P. GELATO, (voce) *Modo,* in *Dig. discipl. priv., sez. civ.*, XI, Torino, 1994, 393 ss.; U. CARNEVALI, (voce) *Modo*, in *Enc. dir.*, XXVI, Milano, 1976, 687 ss., M. GIORGIANNI, *Il "modus" testamentario*, in *Riv. dir. e proc. civ.,* 2, 1957, 921 ss., A. MARINI, *Il modus come elemento accidentale del negozio gratuito*, Napoli, 1976, 1 ss., U. CARNEVALE, *Natura giuridica della donazione modale e inadempimento dell'onere*, in *Nuova giur. civ. comm*., 2006, I, 387 ss., N. VISALLI, *Il modus testamentario*, in *Giust. Civ.,* 2003, II, 305 ss..

[178] Considerazioni condivise da M. G. GIACCAGLIA, *op. cit.,* 158 ss.

CAPITOLO III

INTERPRETAZIONE ED INTEGRAZIONE DEL CONTRATTO ALLA LUCE DELLE NUOVE TECNOLOGIE

1. Cenni circa l'interpretazione e l'integrazione del contratto: loro fondamento e inquadramento della questione. - 2.1 L'integrazione del contratto e l'impianto del Codice civile. - 2.2. Convivenza fra la rigidità dello Smart Contract e integrazione. Integrazione sostitutiva e suppletiva: relative questioni applicative. - 3.1. L'interpretazione del contratto. - 3.2. la difficile applicazione delle regole di interpretazione agli smart contract.

1.Cenni circa l'interpretazione e l'integrazione del contratto: loro fondamento e inquadramento della questione.

Il nuovo e mutato contesto determinatosi dall'evoluzione di tecnologie quali in particolare (stante l'oggetto dell'elaborato) *Smart contracts* e *Blockchain* induce a sviluppare l'indagine anche su due istituti tradizionali come quelli dell'integrazione e dell'interpretazione del contratto.

Quanto all'integrazione, occorre ricordare come il contratto risulti essere primariamente un prodotto risultante dalla combinazione della volontà di due o più parti, nell'esercizio dell'autonomia privata loro riconosciuta dall'art. 1322 c.c.

La tutela dell'autonomia privata, tuttavia, pur essendo un principio - valore espressamente tutelato dall'ordinamento - non viene considerata in senso assoluto; ne consegue che non ogni manifestazione di tale autonomia sarà tutelata e approvata, per ciò solo, se conforme all'ordinamento.

Ogniqualvolta vi è esercizio di autonomia privata, si pone il problema della compatibilità di tale esercizio e/o facoltà con l'ordinamento giuridico. In tal caso, numerose sono le fonti deputate a regolare il contratto: prime fra tutte la stessa legge e i principi generali. Ed è su tali basi che trova fondamento l'istituto dell'integrazione. Quanto all'interpretazione del contratto, essa ha lo scopo come si avrà modo di approfondire nel prosieguo del presente lavoro, di indagare, ricercare e accertare tale volontà.

Il presente capitolo non è sicuramente volto a trattare in modo esaustivo tali istituti, mirando invece a verificare la loro tenuta alla luce del mutato contesto determinato dal progresso delle tecnologie più volte menzionate. Proprio a tal fine, di conseguenza, si procederà a dedicare a questi istituti solo qualche breve cenno, avendo cura di trattare solo i temi e le disposizioni utili e rilevanti ai fini del presente lavoro.

2.1 L'integrazione del contratto e l'impianto del Codice civile.

Principiando dall'integrazione del contratto, essa rappresenta un importante strumento, in grado di risolvere le tensioni eventualmente createsi tra esercizio di autonomia privata e l'ordinamento civilistico, nonché di superare eventuali lacune lasciate permanere dalle parti nell' esercizio della loro autonomia contrattuale[179].

Quanto all'ordinamento domestico, la base normativa dell'integrazione è costituita principalmente dagli artt. 1374, 1375 e 1339 c.c.

Ai sensi dell'art. 1374 c.c., il contratto obbliga le parti non solo a quanto è nel medesimo espresso, ma anche a tutte le conseguenze che ne derivano secondo la legge o, in mancanza, secondo gli usi e l'equità. Sull'art. 1375 c.c. si basa invece dell'integrazione secondo il principio di buona fede; mentre l'art. 1339 c.c. prevede la sostituzione automatica di clausole con norme imperative.

Le fonti eteronome possono non solo supplire alle lacune del regolamento concordato, ma anche sostituirsi alle regole del contratto.

Si suole allora distinguere tra integrazione suppletiva e cogente.

La prima si trova in un rapporto di complementarità con l'autonomia privata, nel senso che la stessa sostiene un esercizio di autonomia negoziale incompleto, permettendole quindi di realizzare i suoi obiettivi nonostante l'incompletezza del contratto. Si tratta, di conseguenza, di un'integrazione solo eventuale e subordinata, in quanto può essere superata a fronte alla determinazione volontaria. L'integrazione suppletiva, inoltre, può essere legale o giudiziale: è legale quando la fonte dell'integrazione è da ricercarsi direttamente nella legge; giudiziale, invece, allorquando la regola integrativa è determinata in virtù di una valutazione giudiziale. Se la prima si compie attraverso norme dispositive di leggi o usi, la seconda si realizza attraverso due criteri generali, e, cioè, l'equità e la buona fede.

L'art. 1374 c.c. individua la legge come prima fonte integrativa del contratto; per legge, in particolare, qui deve intendersi l'insieme delle norme dispositive applicabili al contratto in mancanza di diversa volontà delle parti[180]. Le norme dispositive sono perciò suppletive.

---

[179] Sull'interpretazione del negozio si vedano, in particolare, E. BETTI, *Interpretazione della legge e degli atti giuridici*, Milano, 1949, 1 ss., M. CASELLA, *Il contratto e l'interpretazione*, Milano, 1961, 1 ss., C. GRASSETTI, *L'interpretazione del negozio giuridico con particolare riguardo ai contratti,* Padova, 1938, 1 ss., ID., *Interpretazione dei negozi giuridici inter vivos (diritto civile)*, in *Noviss. Digesto it*., VIII, Torino, 1962, 903 ss., G. ALPA, *Unità del negozio e principi di ermeneutica contrattuale*, in *Giur. it*., 1973, I, 1, 1513 ss., L. MOSCO, *Principi sull'interpretazione dei negozi giuridici*, Napoli, 1952, 1 ss., F. CARRESI, *Dell'interpretazione del contratto,* in *Comm. Scialoja Branca,* Roma – Bologna, 1992, 1 ss., C. SCOGNAMIGLIO, *Interpretazione del contratto e interessi dei contraenti*, Padova, 1992, 1 ss., G. CIAN, *Forma solenne e interpretazione del negozio*, Napoli, 2013, 1 ss., M. PENNASILICO, *Contratto e interpretazione. Lineamenti di ermeneutica contrattuale,* Torino, 2018, 1 ss., L. BIGLIAZZI GERI – V. CALDERAI, *L'interpretazione del contratto,* in *Comm. Schlesinger*, Milano, 2013, 1 ss. e F. SANGERMANO, *L'interpretazione del contratto*, Milano, 2007, 1 ss.

[180] La dottrina maggioritaria, inoltre, ritiene che le parti non possano derogare all'operatività dell'art. 1374 c.c., quale norma dal carattere imperativo. Sul punto espressamente si vedano, a titolo esemplificativo, S. RODOTÀ, *Le fonti di integrazione del contratto*,

In mancanza di norme dispositive suppletive, il contratto incompleto è integrato dagli usi normativi, che si formano sulla base del fatto che determinati comportamenti siano stati ripetuti per un certo periodo di tempo con la convinzione che siano giuridicamente obbligatori[181].

In via di ulteriore subordine rispetto alla volontà delle parti, alla legge, ed agli usi, l'art. 1374 c.c. indica l'equità come fonte eteronoma di integrazione del contratto. Si tratta di una forma di integrazione per lo più giudiziale: in tal caso, essa procede in forza di un contenuto non predefinito, la cui *determinazione* è appunto affidata all'Autorità giudiziaria. L'equità è per sua natura un concetto elastico non definito dal legislatore, una vera e propria clausola che opera come norma di chiusura del sistema, consentendo l'integrazione del contratto anche nel caso in cui le altre fonti di integrazione primarie non possano operare o perché assenti o perché escluse da apposite clausole inserite nel contratto da parte dei contraenti.

In ambito contrattuale, l'equità assume un significato in qualche misura sovrapponibile a quello di giustizia contrattuale. In altre parole, un contratto equo è un contratto equilibrato, conforme cioè ai principi della giustizia contrattuale[182].

La buona fede c.d. integrativa, prevista dall'art. 1375 c.c., non è espressamente menzionata nella norma che individua le fonti eteronome del contratto, ossia l'art. 1374 c.c.; tuttavia, quest'ultimo, richiamando la legge, fa implicitamente riferimento anche all'art. 1375 c.c.

Il concetto di buona fede, in un'accezione oggettiva, richiama le regole alle quali occorre attenersi durante la fase delle trattative, di conclusione, e di esecuzione dei contratti.

Varie le articolazioni della nozione di buona fede frutto dell'opera della dottrina e della giurisprudenza, delle quali in questa sede non è possibile fornire un'illustrazione e un'analisi esaustiva. In via di sintesi, si evidenzia come sia ricorrente, soprattutto in giurisprudenza, l'ipotesi di accostare il concetto di buona fede all'atteggiamento di cooperazione e solidarietà che impone a ciascuna delle parti di tenere, al di là degli obblighi specifici scaturenti dal vincolo contrattuale,

---

Milano, 1969, 101 ss., F. GAZZONI, *Equità e autonomia privata*, Milano, 1970, 229 ss. F. MESSINEO, *Manuale di diritto civile e commerciale (Codici e norme complementari)*, I, Milano, 1957 (IX ed. riv. agg.), 48 ss.

[181]Dagli usi normativi si distinguono gli usi negoziali, clausole d'uso che si intendono inserite nel contratto, se non risulta che non sono state volute dalle parti, come espressamente delineato dall'art. 1340 c.c. Mentre gli usi normativi operano sul piano delle fonti del diritto, gli usi negoziali operano sul piano del contratto: si tratta di vere e proprie clausole contrattuali che si inseriscono nel contratto in aggiunta rispetto a quelle volute dai contraenti. Cfr. E. DEL PRATO, *Fonti legali e usi*, *Riv. dir. civ.*, 2002, II, 516 ss., A. GENOVESE, *Usi negoziali e interpretativi (dir. privato).,* in *Enc. giur.,* XXXII, Roma, 1994, 6; A. CATAUDELLA, *Sul contenuto del contratto*, Milano, 1966, 1 ss. e da ultimo, da F. GALGANO, *Il negozio giuridico*, in *Tratt. dir. priv.* diretto da A. CICU e F. MESSINEO, III, 1, Milano, 1998, 59 ss.

[182] Sono numerose le disposizioni di legge che individuano nell'equità, intesa come equilibrio tra le prestazioni, il criterio per determinare aspetti mancanti, come per esempio l'entità del corrispettivo (es. art. 1660, comma 2 c.c.). L'equità assume del resto un ruolo centrale anche in materia di arbitraggio: l'art. 1349 c.c. individua proprio nell'equo apprezzamento il criterio al quale devono attenersi i terzi incaricati dalle parti di determinare il contenuto del contratto. Al medesimo criterio deve attenersi anche il giudice nei casi in cui è chiamato ad integrare egli stesso l'atto di autonomia privata in vece del terzo.

Vi è da dire che le disposizioni che consentono di integrare il contratto in via equitativa non attribuiscono un potere generalizzato all'Autorità giudiziaria, trattandosi di disposizioni aventi carattere eccezionale; anzi, la soluzione tradizionale è, invero, in senso opposto, nel senso di una affermazione della piena libertà dei contraenti di determinare i termini economici dello scambio.

quei comportamenti che senza apportare apprezzabile sacrificio, risultino idonei a salvaguardare gli interessi dell'altra parte[183].

Più nello specifico è possibile individuare diverse tipologie di buona fede c.d. integrativa: i) quella per cui l'inadempimento dei doveri contrario a buona fede può comportare l'applicazione dei normali rimedi sinallagmatici, fra cui quelli previsti dall'art. 1460 c.c.[184]; ii) quella c.d. limitativa, costituente un limite all'esercizio dei diritti derivanti dal contratto, nel senso che essa vieta alla parte di esercitare i propri diritti contrattuali in modo formalmente lecito, ma sostanzialmente sleale e dannoso per la controparte (di talché, la buona fede qui opera come strumento che sanziona l'abuso del diritto nascente dal contratto)[185]; III) quella c.d. correttiva, in grado, cioè, di operare come strumento di correzione del contratto, verso una realizzazione complessiva delle operazioni contrattuali, dell'equilibrio e della congruità causale del negozio[186].

L'integrazione cogente, invece, è lo strumento con il quale una volontà sovraordinata a quella dei privati penetra all'interno dei loro rapporti giuridici, sostituendosi anche coercitivamente, come emerge *ictu oculi* dall'art. 1339 c.c. o dall'art. 1419, II comma.

Tale tipologia di integrazione costituisce un'eccezione nel sistema, per il fatto che *tale modus operandi* sacrifica, in modo intenso, la libertà contrattuale, sovrapponendosi, di fatto, ad un contratto *completo*, ma disapprovato dall'ordinamento giuridico.

Fonte dell'integrazione cogente sono le norme imperative. Esse possono avere una funzione proibitiva, quando vietano un certo contratto, determinandone la nullità. Ovviamente, in tal caso non si è di fronte a una forma di integrazione, ma di una vera e propria caducazione del contratto.

---

[183] Si tende ad affermare che il principio di buona fede sia espressione dei doveri di solidarietà sociale di cui all'art. 2 della Costituzione, per cui, tale concezione impone non solo di comportarsi in modo corretto, ma anche di attivarsi positivamente per salvaguardare l'interesse della controparte, nei limiti in cui ciò non rappresenti un apprezzabile sacrificio a suo carico. La buona fede si concretizza nel dovere di ciascun contraente di cooperare alla realizzazione dell'interesse della controparte e si pone come limite di ogni situazione, attiva e passiva, negozialmente attribuita, determinando così integrativamente il contenuto e gli effetti del contratto. Proprio il ruolo di fonte di integrazione del contratto distingue la buona fede dalla diligenza, la quale funge da parametro di imputazione ai fini della responsabilità del debitore. Mentre la buona fede determina contenuto e modalità delle prestazioni e dei comportamenti contrattualmente dovuti o vietati, la diligenza è criterio per stabilire se nell'eseguire la prestazione dovuta il contraente debitore abbia impiegato la cura, l'attenzione e le competenze necessarie ai fini dell'adempimento della propria prestazione. E' possibile operare, inoltre, una vera e propria tipizzazione delle applicazioni della buona fede integrativa, segnatamente: a)obblighi di informazione e documentazione; b)obblighi del debitore di apportare variazioni all'adempimento della prestazione per poter soddisfare l'interesse della controparte; c)obblighi del creditore di prestare la propria collaborazione; d)obblighi di coerenza, a tutela dell'affidamento ingenerato nella controparte; e) obblighi di rinegoziazione del contratto nei casi di sopravvenienze che alterino l'equilibrio originario del contratto. Sul punto Cass., SS.UU., 7 agosto 1998, n. 7755, Cass. civ., sez. I, 29 settembre 2005, n. 19024, Cass. civ., sez. III, 31 maggio 2010, n. 13208, Cass, civ., sez. II, 28 marzo 2017, n. 7927.

[184] Cass. civ., sez. III, ordinanza n. 8760 del 29 marzo 2019, Cass. civ., sez. II., sentenza n. 20939 dell'8 settembre 2017, Cass. civ., sez. III, sentenza n. 4743 dell'11 maggio 1998.

[185] Cass. civ., sez. III, ordinanza n. 26541 del 30 settembre 2021, Cass. civ., sez. II, ordinanza n. 5514 del 28 febbraio 2010.

[186] Il contratto, dunque, non solo è esplicazione dell'autonomia negoziale, ma deve essere anche espressione dell'ordinamento giuridico. Si veda sul punto L. FERRI, *L'autonomia privata*, Milano, 1959, 2.

Si ha un fenomeno di integrazione cogente, invece, quando la norma imperativa ha una funzione conformativa: in tal caso la stessa non fa venir meno il contratto, ad esempio determinandone la nullità, *limitandosi* invece a modificarne il contenuto.

È diretta quando la norma imperativa modifica essa stessa il contenuto del regolamento negoziale: il riferimento è evidentemente alla sostituzione automatica di clausole ex art. 1339 c.c. Può essere, tuttavia, anche indiretta. In tal caso, la norma vieta un determinato contenuto contrattuale, senza sostituirlo con un'altra regola di contenuto alternativo: la norma imperativa si limita a restituire spazio al regime legale al quale le parti hanno voluto derogare.

Nel caso dell'art. 1339 c.c., l'elemento essenziale è stato oggetto di regolamentazione da parte dei contraenti, durante la fase di conclusione del contratto, ma, essendo tale punto in antipatia con l'ordinamento, lo stesso è chiamato ad attivarsi attraverso la sostituzione, d'imperio, delle clausole non conformi. Così facendo, gli effetti che la legge ricollega al contratto sono parzialmente diversi rispetto a quelli voluti dalle parti[187].

Un'ulteriore questione, e ci si avvia verso la conclusione delle riflessioni circa l'integrazione del contratto, non può che riguardare la natura della clausola sostituita. Si potrebbe ritenere che la sostituzione sia un rimedio alternativo rispetto alla nullità o che la stessa operi proprio per il fatto che la clausola risulta nulla e, pertanto, inefficace.

Si tratta di argomentazioni fondamentali anche nella teorica degli *smart contract* (si pensi, banalmente, alla questione prospettata *infra* circa la nullità o meno della clausola oggetto di sostituzione).

2.2. Convivenza fra la rigidità dello Smart Contract *e integrazione. Integrazione sostitutiva e suppletiva: relative questioni applicative.*

In questo paragrafo si intende focalizzare quindi l'attenzione su quegli istituti, che sempre all'integrazione fanno riferimento, che più pongono interrogativi allorquando si devono rapportare con le nuove tecnologie e la rigidità e immodificabilità che le caratterizza: a tal fine si farà riferimento,

[187] V. anche M. FRANZONI, *Degli effetti del contratto*, II*, Integrazione del contratto. Suoi effetti reali e obbligatori*, in *Il Codice civile. Commentario Schlesinger – Busnelli*, Milano, 2013, 1 ss., A. FEDERICO, *Profili dell'integrazione del contratto*, Milano, 2008, 1 ss., A. SPADAFORA, *La regola contrattuale tra autonomia privata e canone di buona fede*, Torino, 2007, 1 ss., G. LIPARI, *Per una revisione della disciplina sull'interpretazione e sull'integrazione del contratto*?, in *Riv. dic. civ*., 2006, I, 215 ss., A. MUSTO, *La potestà regolamentare dell'AEEG: una fonte di integrazione del contratto?,* in *Nuova giur. civ., comm*., 2010, II, 659 ss. Ora, queste correzioni che la legge apporta al regolamento negoziale possono avvenire in vari modi; in particolare, si possono distinguere le situazioni a seconda che tali correzioni vengano apportate, oltre che imperativamente anche incondizionatamente, a prescindere, cioè, dalla volontà delle parti, da quelle in cui la correzione avviene subordinatamente alla circostanza, talora presunta, che le parti non avrebbero stipulato il contratto nei termini in cui è stato rettificato dalla legge se avessero conosciuto che quello da loro voluto non avrebbe potuto ottenere integrale soddisfazione (con meccanismo che richiama le norme cui all'art. 1419 e 1424 c.c.). In particolare, per quanto attiene alla prima ipotesi, non può che farsi riferimento, appunto, alla norma cui all'art. 1339 c.c., a cui il secondo comma dell'art. 1419 c.c. si riferisce, il quale testualmente prevede che le clausole, i prezzi di beni o di servizi, imposti dalla legge o (da norme corporative) siano di diritto inseriti nel contratto, anche in sostituzione delle clausole difformi apposte dalle parti.

in via vieppiù prevalente, all'integrazione di tipo sostitutivo, realizzata dall'art. 1339 c.c., nonché alla integrazione suppletiva, con particolare riguardo alla c.d. equità integrativa cui all'art. 1374 c.c.

Si prenda in considerazione la norma, già precedentemente esaminata, cui all'art. 1339 c.c. e la si confronti con la struttura dei programmi per elaboratore[188].

Il tema attiene più che altro alle difficoltà pratiche che un tale strumento integrativo può incontrare allorquando ha a che fare con le caratteristiche tipiche che contraddistinguono gli *smart contract*.

A tal fine è necessario prendere in considerazione il fatto che, se le parti hanno programmato le clausole di uno *smart contract* in modo conforme alla legge, posto che non avrebbe senso, infatti, che le parti predefiniscano la possibilità di un'integrazione automatica di clausole, magari operante attraverso un oracolo e allo stesso tempo concludano un contratto difforme dalla legge, nemmeno si pone il problema circa la sua integrazione, quantomeno di carattere cogente.

La questione, evidentemente, sorge quando le parti nulla dicono in merito alle siffatte condizioni, nel senso che nulla programmano con riguardo ad una eventuale sostituzione automatica di clausole: si pensi ad un contratto *smart* avente ad oggetto la somministrazione di gas a prezzi difformi rispetto a quelli imposti dall'Autorità vigilante.

Lo *smart contract*, infatti — per le ragioni già esposte nel presente lavoro e che non saranno qui nuovamente esaminate — non è in grado di dare attuazione agli strumenti di natura sostitutiva che, tradizionalmente, possono operare automaticamente anche nella fase esecutiva del negozio giuridico

Pertanto, l'intervento su un programma auto-esecutivo, per definizione non può che intervenire *ex post*, il che precluderebbe l'automatismo operativo che caratterizza l'istituto descritto dalla norma cui all'art. 1339 c.c.

Come è stato debitamente osservato "*l'adattamento del contratto a regole cogenti difficilmente può dispiegarsi in sede esecutiva, potendosi invece realizzare in via successiva mediante tecniche risarcitorie in grado di riequilibrare il regolamento contrattuale*"[189].

Un'apertura dello *smart contract* nei confronti dell'istituto dell'integrazione potrebbe derivare dall'impiego di oracoli all'uopo predisposti, in grado di dialogare, ad esempio, con i siti istituzionali di vigilanza, quale può essere il sito ufficiale dell'Autorità di regolazione per l'energia.

Gli oracoli, infatti, essendo esterni alla *blockchain*, non sono caratterizzati da una eccessiva rigidità e potrebbero essere in grado di fornire al sistema informatico il materiale di

[188] Problemi non dissimili, si noti, sono sollevati dallo stesso art. 1340 c.c.
[189] Cfr. espressamente, A. D'ADDA *op. cit.,* 105 ss.

supporto "*per rendere non solo operative le condizioni contrattuali, ma anche per completare o correggere il programma contrattuale*"[190].

Tale soluzione, seppur astrattamente condivisibile, sembra tuttavia contrastare con il fondamento dell'istituto in esame: programmare, predefinire l'integrazione del contratto significherebbe alterare la natura dell'integrazione, per sua natura istituto esterno al contratto, trasformandola in qualcosa di diverso, pur sempre interno al regolamento contrattuale e mai esterno.

Ne deriva, come, nel caso in cui venissero impiegati gli oracoli, non si possa parlare di integrazione del contratto, quantomeno nel significato tradizionale dell'istituto in esame.

In ogni caso, l'operatività dell'oracolo sarebbe invero limitata a casi in cui le informazioni siano certe e prive di valutazioni discrezionali, come potrebbe essere, ad esempio, il caso dell'oracolo contenente informazioni su prezzi già stabiliti e preimpostati: non si tratterebbe, comunque, di integrazione del contratto.

Terminata l'analisi circa l'integrazione cogente di tipo sostitutivo, si intende in questa sede procedere con l'analisi dell'integrazione suppletiva, con particolare riguardo al concetto di equità integrativa, cui fa riferimento lo stesso art. 1374 c.c., quale paradigma sulla base del quale il giudice colma le lacune del regolamento concordato introducendo regole coerenti con gli equilibri del regolamento[191].

Com'è intuibile, tale concetto pone le ormai note questioni concernenti la mancata *comprensione* di tali concetti elastici da parte dello *smart contract*, tenendo pur sempre in considerazione l'attuale sviluppo delle tecnologie di Intelligenza Artificiale.

Riprendendo le argomentazioni circa le questioni di compatibilità dell'integrazione suppletiva con lo *smart contract,* si rende necessario evidenziare, come già è stato

---

[190] Sul punto espressamente D. FAUCEGLIA *op. cit*., 610. In particolare, l'Autore nota come proprio il problema della integrazione cogente sia molto più sentito per gli *smart contract* piuttosto che l'integrazione supplettiva, se si considera che, ad oggi, gli smart contract sono utilizzati soprattutto nei settori in cui i contratti, anche tradizionali, sono, non di rado, soggetti ad una integrazione cogente; si pensi, a titolo esemplificativo, al settore energetico o bancario. Con l'avvento della c.d. *smart energy*, lo *smart contract* utilizzato per regolare la somministrazione di energia elettrica, costituisce uno dei settori in cui più si è notato lo sviluppo e si sono valorizzate le potenzialità dei programmi per elaboratore. Com'è risaputo, a tal proposito, i contratti di somministrazione di energia elettrica sono integrati non solo dalla legge, ma anche, in virtù di espressa delega legislativa, dall'Autorità di settore. In particolare, l'art. 2, comma 12, lett. h) della L. 14 novembre 1995, n. 481, attribuisce all'attuale ARERA il potere di definire i livelli di qualità che, se esercitato, incide sulla determinazione del regolamento contrattuale modificandolo anche in maniera cogente ex art. 1339 c.c. Si rinvia, per una più approfondita disamina anche a G. BELLANTUONO, *I contratti dell'energia: produzione: mercato all'ingrosso; contratti di rete*, in *Trattato dei contratti*, diretto da V. ROPPO, V, Milano, 2014, 1321 ss. e D. FAUCEGLIA, *I contratti di utenza di energia elettrica e i poteri dell'Autorità indipendente del settore energetico: un esempio di integrazione del contratto*, in *Riv. dir. impresa*, 2019, 1, 87 ss.

[191] Sul punto si legga quanto scritto da A. FAUCEGLIA, op. cit., 608: "*Occorre infatti notare che l'istituto dell'integrazione ha una portata ideologica, più che giuridica. La legge, fonte di integrazione del contratto, altro non è che la veste formale che la classe politica dà alle trasformazioni della realtà sociale. La legge completa e corregge il contratto, attribuendogli una particolare carica ideologica. La complessa normativa eteronoma che si contrappone all'autonomia privata permette all'ordinamento di intervenire nel contratto non solo in una fase patologica, come nel caso della invalidità, ma anche persino vincolando e restringendo l'autonomia privata sin dall'interno, funzionalizzando i poteri dei privati, tendenzialmente in tutti i settori del diritto privato: dall'impresa al diritto di proprietà e alla stessa iniziativa economica privata*".

opportunatamente fatto nel precedente paragrafo, come quest'ultima si configuri allorquando vi sia una lacuna del contratto; sicché, la considerazione *de qua* è tale da escludere che l'integrazione dello stesso possa essere programmata o predeterminata[192].

Le parti, infatti, affidandosi allo *smart contract*, potrebbero aver interamente demandato al *software* il regolamento esecutivo dei propri rapporti economici, così escludendo che, quanto non sia stato programmato, possa costituire una lacuna riferibile alle stesse.

Si ricordi, inoltre, che l'integrazione suppletiva può essere legale o giudiziale.

L'integrazione giudiziale implica che la stessa non possa che operare successivamente, con contenuti di carattere risarcitorio; l'Autorità giudiziaria, infatti, non può entrare all'interno dello *smart contract*, ma può garantire il rispetto dei canoni di equità integrativa *ex post* e, cioè, esternamente, intervenendo su un programma che tuttavia, risulta del tutto già auto-eseguito.

Anche con riguardo a quella legale, le considerazioni non possono che essere le medesime già effettuate con riguardo all'integrazione cogente.

Ciò detto, devono condividersi le riflessioni della dottrina sul punto, secondo la quale: "*Escluso allora che l'integrazione -cogente ovvero suppletiva- possa giocare un ruolo nel nostro ambito – non si potrebbe in via astratta escludere che qualche tutela possa giocarsi in via successiva ed ancora una volta con contenuti essenzialmente risarcitori*"[193].

Nel contesto oggetto della presente disamina, quindi, le norme in tema di integrazione dettate dal Codice civile risultano addirittura, per le motivazioni che si sono in questa sede analizzate, incompatibili con la contrattazione algoritmica, più che oggetto di adeguamento alla stessa.

Tuttavia, non si vede motivo per non affermare tale *disapplicazione*, posto che, ragionando diversamente, si snaturerebbe l'istituto dello *smart contract* e la sua portata innovativa, e i vantaggi che esso arreca soprattutto in termini di esecuzione e adempimento del contratto.

Né può considerarsi ostativo rispetto a queste argomentazioni il fatto che, secondo la dottrina maggioritaria, le norme in materia di integrazione abbiano portata inderogabile[194].

Infatti, nel caso degli *smart contract* e delle tecnologie similari, l'adeguamento e la mancata operatività di alcune norme deriva dalla scelta della tecnologia utilizzata e non da un esercizio di autonomia privata volto ad escludere tali disposizioni[195].

---

[192] Sul punto espressamente A. D'ADDA, *op. cit.,* 105 ss.

[193] Sulla stessa linea sembra essere anche A. CERRATO, *op. cit*., 370 ss., il quale nelle sue brevi considerazioni in tema di integrazione del contratto e sua compatibilità con gli *smart contract*, afferma espressamente che: "*Mi pare che l'argomento dell'immodificabilità del codice inserito nella* blockchain *non sia ostativo all'operatività delle prefate disposizioni. Esse vengono in effetti in gioco nel momento in cui le parti siano in lite e lamentino qualche inadempimento o vizio, una situazione che è destinata ad essere affrontata e risolta al di fuori dello* smart contract*, dando luogo eventualmente a pretese risarcitorie*".

[194] Si veda la nota n. 180.

[195] V. D. FAUCEGLIA, *op cit*., 608.

3. L'interpretazione del contratto.

Quanto all'interpretazione del contratto, si osservava come la stessa sia, tradizionalmente, strumento volto ad accertare la volontà effettiva delle parti, nel senso di attribuire significato alla dichiarazione contrattuale. In un certo senso, le regole di interpretazione potrebbero essere definite come una sorta di *medio logico*.

Se da un lato vi è infatti la volontà delle parti e dall'altro gli effetti previsti dalla legge, le norme di interpretazione costituiscono una volontà ricostruita *ex lege* e la cui operatività permette l'individuazione degli effetti dell'atto.

Le regole contenute nel nostro Codice civile sono riassumibile nel modo seguente. L'interprete primariamente deve guardare al dato testuale, attribuendo allo stesso un significato oggettivo. Potrebbe avvenire che l'adozione di tale criterio risulti sufficiente a chiarire il contenuto ed il significato del contratto; nel caso opposto, invece, si dovrà ricorrere ad altri criteri, fra cui quello delineato dall'art. 1362 c.c., andando quindi ad indagare la comune volontà delle parti, per poi approdare al criterio successivo, illustrato dall'art. 1363 c.c., che introduce la c.d. interpretazione di carattere sistematico.

Insomma, significato oggettivo, significato legale e comune intenzione delle parti sono dunque elementi con cui l'interprete può entrare in contatto: la prima cede alla seconda e la seconda cede alla terza.

L'interpretazione testuale apre il procedimento ermeneutico. Compiuto l'approccio al testo, l'interprete deve verificare la provvisoria interpretazione testuale ricorrendo, a tal fine, a tutti i mezzi stabiliti dalla legge. Quest'ultimi sono indicati dagli artt. 1362 – 1371 c.c., nell'ordine che segue.

Deve tenersi conto del comportamento complessivo delle parti, ex art. 1362, comma 2 c.c., anche posteriore alla conclusione del contratto. L'art. 1363 c.c. delinea invece la necessità di ricorrere ad un approccio sistematico.

Questa norma stabilisce, infatti, che le clausole del contratto si interpretino le une per mezzo delle altre e che il significato delle stesse debba essere ricavato dal complessivo contenuto negoziale. Si deve precisare, quanto all'indagine circa il comportamento delle parti, che lo stesso è rilevante allorquando se ne possa dedurre la volontà o l'opinione delle stesse circa il valore ed il significato da attribuire al testo: ha questa attitudine il solo comportamento bilaterale. Nel caso in cui venisse preso in considerazione il comportamento di una sola parte, esso sarà rilevante quando sia contrario agli interessi del soggetto cui è riferibile tale condotta.

Vi è poi l'art. 1364 c.c., secondo cui le espressioni usate dalle parti, per quanto generali, si intendono riferite ai soli oggetti previsti dalle stesse e la disposizione successiva, secondo la quale il caso espresso *exempli causa* non fa presumere l'esclusione dei casi non espressi; si enuclea il c.d. principio restrittivo, in conseguenza del quale, quando in un contratto si è espresso il caso al fine di spiegare un patto, non si presumono i casi non espressi, ai quali, secondo ragione, può esprimersi lo stesso patto.

Norma di sicuro rilievo risulta essere l'art. 1366 c.c., secondo la quale l'interpretazione deve essere operata secondo il canone della buona fede[196].

Per dare maggiore concretezza e precisione al criterio della buona fede interpretativa, è utile riferirsi al valore dell'affidamento: l'interpretazione secondo buona fede attribuisce al contratto il significato su cui una parte aveva fatto legittimo affidamento, sicché la pretesa di far valere contro questa parte un'interpretazione diversa sarebbe scorretta e sleale. Vi è dire, inoltre, che secondo la dottrina maggioritaria tale norma appartiene ai criteri cc.dd testuali e, pertanto, deve trovare applicazione ove non risulti in modo chiaro la comune intenzione delle parti[197]. Ove questa risultasse, invece, chiara, precisa e univoca, all'interprete non spetterebbe il compito di interpretare tale volontà secondo buona fede, derivandone, al contrario, una vera e propria manipolazione del contenuto del contratto. L'art. 1366 c.c. presupporrebbe che vi sia incertezza relativamente alla comune intenzione delle parti e dispone che fra le due o più possibili soluzioni interpretative, l'interprete debba orientarsi verso quella che è maggiormente conforme a buona fede.

Tale considerazione sarà di sicuro rilievo, come si avrà modo di notare, allorquando si dovrà valutare l'adeguamento degli *smart contract* e la loro comprensione con riguardo a concetti cc.dd elastici.

---

[196] In particolare, i tentativi di chiarire la struttura del criterio ermeneutico della buona fede hanno condotto ad un collegamento fra buona fede e principio dell'affidamento. Si legge in particolare in R. SACCO, *Obbligazioni e Contratti*, in *Trattato di diritto privato*, diretto da P. RESCIGNO, Tomo II, vol. X, Torino, 1995, 517 che: "*data una dichiarazione "che la controparte aveva il diritto di intendere in un dato senso", questo senso sarà rilevante per il diritto; e il dichiarante non potrebbe "invocare il significato diverso*". L'Autore è tuttavia critico rispetto a questa concezione della buona fede, per il fatto che "*il contratto non è, infatti, l'isolata dichiarazione di una persona ad un'altra, ma è una coppia di due dichiarazioni reciproche perfettamente uguali; non c'è, quindi, un dichiarante, come non c'è un destinatario; i due contraenti partecipano delle due qualità*". Ragiona quindi l'Autore sulla possibilità sì di fare riferimento al concetto di affidamento, ma sostituendo alla distinzione fra dichiarante e destinatario la distinzione fra colui che predispone la clausola e colui che vi aderisce semplicemente: anche se la protezione del soggetto aderente è già tutelata da appositi articoli. Conclude quindi affermando come il dibattito sia ancora aperto, ma decisamente "*ricco di potenzialità*". Si legga quando descritto nella Relazione al Codice civile, nello specifico passaggio ivi prospettato: "*La disciplina dettata per l'interpretazione del contratto distingue nettamente tra il gruppo di disposizioni già contenute negli articoli 1131, 1136, 1138 e 1139 cod. civ., e le rimanenti norme della medesima sezione del codice del 1865. Così, negli art. 1362 del c.c. a art. 1365 del c.c. si è regolato il primo momento del processo interpretativo, che ha riguardo alla ricerca in concreto della volontà dei contraenti; negli art. 1367 del c.c. a art. 1371 del c.c. si è invece disciplinato il secondo momento dell'interpretazione, e le norme poste presuppongono, a differenza delle prime, il persistere di un dubbio sul preciso contenuto della dichiarazione contrattuale, dubbio che appunto l'interprete è chiamato a sciogliere mediante l'applicazione di principii legislativamente fissati. Punto di sutura tra questi due momenti dell'interpretazione è la norma collocata nell'art. 1366 del c.c., che li domina entrambi, e che fissa il principio dell'interpretazione secondo buona fede*". Si veda, infine, F. CARRESI, *op. cit*., 538 ss., sempre in tema di buona fede e interpretazione.

[197] V. nota 212.

Altri criteri che devono essere in questa sede menzionati sono quelli di conservazione del contratto, principio adeguatamente espresso dall'art. 1367 c.c., per cui il contratto e le clausole, nel dubbio, debbono interpretarsi nel senso in cui possono avere qualche effetto. Si possono citare infine, gli artt. 1368, 1369 e 1370 c.c.; se la prima disposizione predica che le clausole ambigue si interpretino in conformità degli usi locali, la seconda si riferisce alle espressioni polisenso, che devono essere interpretate nel modo più conveniente alla natura del contratto. Infine, le clausole inserite nelle condizioni generali di contratto o in moduli o formulari predisposti da uno dei contraenti si interpretano, nel dubbio, a favore dell'altro, ex art. 1370 c.c.

All'interno dei criteri supra menzionati, criteri, si intende, che devono essere intesi come alternativi e non complementari, si suole distinguere tra due categorie: i mezzi di interpretazione soggettiva (ex art. 1362-1365 c.c.) e oggettiva (art. 1367 ss.). I primi sono intesi come prioritari rispetto ai canoni di interpretazione oggettiva. All'interno di tali criteri soggettivi non sembra esservi alcun ordine di preferenza, potendo quindi essere utilizzati liberamente dall'interprete nel corso della sua indagine ermeneutica. Diversamente per quanto attiene ai criteri di interpretazione oggettiva, per i quali, invece, precede il principio di conservazione, seguono le pratiche interpretative e il criterio di conformità della natura del contratto e, infine, il criterio di *favor* per il debitore[198].

3.2. La difficile applicazione delle regole di interpretazione agli **smart contract.**

Ciò descritto in tema di interpretazione del contratto, in questa sede si rende necessario approfondire il rapporto intercorrente tra le regole all'uopo dettate dal Codice civile in materia e le nuove tecnologie[199].

Il linguaggio informatico, infatti, che rappresenta la lingua con cui gli *smart contract* sono scritti, è diverso da quello umano. Se il primo è determinato e definito, non lasciando spazio a prospettazioni che non siano univoche, il secondo è aperto al riconoscimento di molteplici e vari significati.

Insomma, il linguaggio umano di per sé richiede un'opera di interpretazione[200].

---

[198] V. F. CARRESI, *op. cit.,* 530 ss.

[199] Non si tratta un argomento, quella dell'interpretazione degli *smart contract*, attenzionato in modo particolare dalla dottrina italiana, ma, come si evince da un recente contributo, neanche da quella europea. Sul punto, infatti, si legga A. CANNARSA, *Interpretation of Contracts and Smart contracts: Smart Interpretation or Interpretation of Smart Contracts?,* in *European Review of Private Law*, Vol. 26, 6, 2018, 777 ss.: *In the growing literature surrounding blockchains and smart contracts, the issue of contract interpretation in the context of automated contracts has not been devoted as much attention as other aspects*".

[200] Sul punto si legga quanto scritto da A. CANNARSA*, Interpretation of Contracts and Smart contracts: Smart Interpretation or Interpretation of Smart Contracts?,* in *European Review of Private Law*, Vol. 26, 6, 2018, 779: "*The notions of incompleteness and ambiguity are themselves relative notions, especially when assessed to the courts*".

Viceversa, il linguaggio informatico, teoricamente, non è tale da lasciare spazio all'operatività di criteri ermeneutici[201].

A riguardo, occorre tuttavia specificare che, allorquando si ha a che fare con contesti elaborati e variegati, il linguaggio naturale meglio si adatta a tradurre la complessità delle operazioni e degli interessi in gioco, rispetto all'adozione di un linguaggio informatico, il quale persegue invece una logica binaria, che, come tale, trova ostacolo nella traduzione di fenomeni eventualmente connotati da margini di complessità[202].

Si è messo in luce, inoltre, come lo *smart contract,* essendo scritto in linguaggio informatico, sia per sua natura inflessibile e rigido: e, di conseguenza, interpretabile in un unico modo, e, cioè, per com'è stato programmato. Sicché, ridurre, lo *smart contract* al solo codice vorrebbe significare che non vi è spazio per alcuna operazione interpretativa[203].

Secondo la dottrina, tuttavia, è ben possibile e talvolta necessario che, in determinate occasioni, seppur limitate rispetto ai contratti conclusi in modo tradizionale, senza l'utilizzo, quindi, di linee di codice programmate, sia necessario ricorrere all'adozione di criteri interpretativi, con particolare riguardo, si deve notare, ai criteri oggettivi dettati dal Codice civile, più che a quelli soggettivi che sembrano, nel contesto esaminato, di difficile operatività, date le caratteristiche di queste tecnologie, che impiegano una contrattazione telematica, sulla base di funzioni algoritmiche.

Si consideri, a titolo esemplificativo, il seguente caso: se tramite *smart contract* si stabilisse che A riceverà 3 euro in caso di pioggia e che, diversamente, sarà B a riceverlo, a chi spetterà la somma se poi grandinerà? Ancora, se nello *smart contract* fosse previsto che la compagnia aerea risarcirà il passeggero in caso di ritardo del volo, salvo circostanze eccezionali, quali saranno queste circostanze?

In tutte queste ipotesi è necessario ricorrere all'adozione di criteri interpretativi, pur rimanendo remota l'eventualità che tali evenienze si verifichino.

---

[201] La questione è delineata in particolare nel contributo di L. PAROLA, P. MERATI e G. GAVOTTI, *op. cit.,* 681 ss., ma anche in quella di M. KASATKINA, *The interpretation of smart contracts in the Eu and the Usa*, in *International comparative Jurisprudence*, vol 7, 2, 2021, 1 ss., anche F. FAINI, Blockchain *e diritto: la catena del valore tra documenti informatici*, smart contract e data protection, in *Resp. civ. prev*., 1, 2020, 297, la quale, *ex multis*, "*Un'altra rilevante questione sollevata dagli* smart contract*, soprattutto laddove equiparati a veri e propri accordi negoziali, afferisce al tema dell'interpretazione del contratto e alle norme degli artt. 1362-1371, che, secondo buona fede, portano a dover cercare la comune intenzione delle parti e che non riuscirebbero a trovare applicazione, dal momento che il codice informatico eseguirà pedissequamente quanto programmato senza ambiguità e margini di interpretazione".*

[202] Come è stato notato in un interessante contributo in materia (A. CANNARSA, *op. cit*., 777 ss.): "*It is worth adding that the more complex the context surrounding the contract and the intent of the parties is, the more ambiguous or at least imprecise the contractual terms are likely to be".*

[203] Sul punto espressamente E. BIVONA, *op. cit.,* 685 ss.: "*Ridurre uno Smart contract al codice determinerebbe l'eliminazione di qualsivoglia spazio per l'interpretazione".*

Di norma, infatti, le parti utilizzano la contrattazione algoritmica in contesti vieppiù celeri e semplici e sono ben attente, soprattutto se utilizzano gli algoritmi in questione già in fase di conclusione del contratto, ad evitare lacune in sede di programmazione[204].

Ciò detto, uno dei problemi più sentiti in termini di interpretazione riguarda, in particolare, la comprensione, da parte dello *smart contract*, delle clausole elastiche, fra le quali rientrano, ad esempio, i concetti di colpa grave e buona fede.

Si pensi ad uno *smart contract* istruito nel seguente modo: paga x a Tizio se Caio non adempie con colpa grave. Il giudizio sul grado di colpa, allo stato attuale, sembra di difficile comprensione da parte dello *smart contract*; si potrebbe riflettere circa la possibilità di utilizzare un intermediario, come potrebbe essere un oracolo o un terzo indipendente che valuti lo stato soggettivo del soggetto (nell'esempio riportato, di Caio).

Ma vi è da dire, tuttavia, come tale soluzione finisca con il non valorizzare quelle che sono le principali caratteristiche dello *smart contract*.

Allo stato attuale, quindi, sembra che lo *smart contract* sia impiegabile in tutte quelle ipotesi in cui non sia necessario ricorrere all'adozione di clausole elastiche, che implichino valutazioni aventi carattere discrezionale, salva, pur sempre, l'eventuale evoluzione delle tecnologie di Intelligenza artificiale.

Un contratto tradizionale, inoltre, contiene, oltre che le clausole che esplicitano il contenuto delle obbligazioni principali e secondarie dedotte dai contraenti, anche numerose altre parti, aventi ad oggetto, ad esempio, dichiarazioni di scienza, definizioni, clausole d'uso *et cetera*. In questo senso, assumono rilievo gli articoli 1363, 1364 e 1365 c.c., che a queste ipotesi si riferiscono. Le difficoltà di adattamento dello *smart contract* a tali disposizioni normative appaiono con evidenza.

Si pensi, ad esempio, al dispositivo cui all'art. 1364 c.c., che, appunto, prevede che "*Per quanto generali siano le espressioni usate nel contratto, questo non comprende che gli oggetti sui quali le parti si sono proposte di contrattare*".

Ebbene, appare di difficile accertamento la presenza di situazioni connotate da clausole generali nella contrattazione *smart*: le ragioni sono state già ampiamente descritte. In particolare, va posto l'accento sul fatto che le espressioni generali sono difficilmente traducibili in linguaggio algoritmico.

Pur essendo astrattamente applicabile, anche l'art. 1363 c.c., che fa riferimento alla possibilità di utilizzare un'interpretazione di carattere sistematico, sembra avere una portata quantomeno attenuata. Infatti, di regola, gli *smart contract* sono strutturati attraverso uno schema

[204] Sul punto in via specifica E. BIVONA, *op. cit*., 786.

minimo, anche in presenza di operazioni complesse, con l'unico requisito del possesso di tutti gli elementi essenziali prescritti e previsti dalla legge, senza quindi, dichiarazioni di scienza, clausole d'uso o dichiarazioni esemplificative. Non pare prospettarsi, nel contesto delineato, la necessità di ricorrere all'interpretazione descritta dalla norma oggetto di esame.

Analoghe considerazioni varranno per l'art. 1365 c.c., secondo il quale quando, in un contratto, si è espresso un caso al fine di spiegare un patto, non si presumono esclusi i casi non espressi, ai quali, secondo ragione, possa estendersi lo stesso patto: per lo *smart contract,* infatti, vale solo ciò che è stato programmato ed è su tale base che lo stesso si autoesegue.

Proseguendo con l'analisi delle disposizioni dettate dal Codice civile in tema di interpretazione, di difficile applicazione sembra essere anche l'art. 1368 c.c., primo comma, secondo cui le clausole ambigue s'interpretano secondo ciò che si pratica generalmente nel luogo in cui il contratto è stato concluso[205].

La difficoltà applicativa della disposizione ora citata agli *smart contract* deriva non solo dalle caratteristiche che connotato la contrattazione algoritmica – in cui non vi è spazio per la configurabilità di clausole ambigue, per il fatto che nello *smart contract* ogni elemento deve essere predefinito e programmato - ma anche per l'utilizzo stesso di una contrattazione inserita in una *blockchain*, dove le parti agiscono a distanza per mezzo di pseudonimi. In tale contesto diventa pressoché impossibile fare riferimento ed individuare il luogo in cui il contratto è stato concluso.

Le medesime considerazioni possono essere effettuate con riguardo all'art. 1371 c.c., il quale, nel nostro Codice civile, a chiusura di sistema, prevede che, qualora, nonostante l'applicazione delle altre norme dettate in tema di interpretazione, il contratto rimanga oscuro, esso debba essere inteso nel senso meno gravoso per l'obbligato, se è a titolo gratuito, e nel senso che realizzi l'equo contemperamento degli interessi delle parti, se è a titolo oneroso.

In particolare, sorgono, con la disposizione menzionata, anche problemi di comprensione da parte del programma per elaboratore, dei concetti, ad esempio, di equo temperamento (questione analoga, che si avrà modo di affrontare, a quella della comprensione del concetto di buona fede), oltre che per la remota eventualità che il linguaggio algoritmico rimanga oscuro nonostante l'operatività dei precedenti criteri ermeneutici, che già subiscono, come si è detto, nel contesto esaminato, una gradata applicabilità.

Va tuttavia osservato che le norme in materia di interpretazione contrattuale potrebbero riacquistare piena rilevanza qualora si adottasse una *soluzione* alternativa,[206], consistente

[205] Alle medesime considerazioni può giungersi per quanto riguarda l'art. 1369 c.c., secondo il quale, appunto, "*Le espressioni che possono avere più sensi devono, nel dubbio, essere intese nel senso più conveniente alla natura e all'oggetto del contratto*".

[206] Prospettata, in particolare, da A. CERRATO, *Contratti tradizionali, diritto dei contratti e* smart contract, *op. cit.,* 297: "*Aggiungiamo che vi è un'altra strada che potrebbe neutralizzare il problema del linguaggio, ma discapito della purezza dello*

nell'inserire nello *smart contract*, accanto, alle linee di codice, anche apposite righe di testo che riportino le porzioni di contratto non traducibili in istruzioni (non facenti parte, quindi, dell'algoritmo *if this then that*).

Tuttavia, una soluzione del genere comporterebbe un indebolimento della natura e delle caratteristiche dello *smart contract*, di cui si è ampiamente scritto nel corso del presente elaborato[207].

Infatti, come è stato sostenuto, il prodotto di tale interazione sarebbe un ibrido, "*in parte* smart contract *ed in parte qualcosa di probabilmente qualificabile come documento informatico*"[208], il che sembrerebbe una vera e propria forzatura di uno strumento che, al di là degli *issues* che solleva, presenta fuor di dubbio caratteristiche positive.

Discorso a parte deve essere effettuato con riguardo all'interpretazione secondo buona fede, di cui si è già discorso nel precedente paragrafo del presente capitolo.

Infatti, le locuzioni giuridiche qualitative, come già si è più volte evidenziato, difficilmente possono essere tradotte nel linguaggio dei codici impiegato negli *smart contract* e richiedono necessariamente un intervento dell'interprete che tenga conto dei diversi settori ed interessi in gioco, nonché dell'eventuale tipologia contrattuale perfezionata dalle parti[209].

Pur non potendo essere negato un ripensamento del concetto della buona fede nei contesti oggetto di disamina, vi è la necessità che in qualche modo tale criterio ermeneutico venga reso operativo attraverso il riconoscimento della garanzia di un controllo, effettuato dall'Autorità giudiziaria, che avvenga *ex post*, relativamente, quindi, ad uno *smart contract* già autoeseguito[210].

Vi è da dire che tali considerazioni hanno portato parte della dottrina a sostenere come l'impiego di un linguaggio algoritmico per esprimere anche promesse dal contenuto negoziale,

---

smart contract: *inserire nel teso di questo, oltre alle linee di codice, anche apposite righe di testo che riportino, in lingua umana, le porzioni di contratto che non consistono in istruzioni*".

[207] A. CANNARSA, *op. cit*., 777: "*On the other and quite positive aspect of computer code is that it is an universal language and could facilitate, compared to the variety of national languages, mutual understandings and contractual relations*".

[208] A. CERRATO, *Contratti tradizionali, diritto dei contratti e* smart contract, *op. cit.,* 297.

[209] V. A. CANNARSA, *op. cit.,* 779 ss.: "*These notions are quite vague and broad, and in any case not really fit for the binary approach of computer code*". Si veda sul punto F. FAINI, *Blockchain e diritto: la catena del valore tra documenti informatici*, smart contracts e data protection, in *Responsabilità civ. prev.,* 1, 2020, 297 ss.: "*Al riguardo, nella predisposizione del contratto può risultare particolarmente complesso tradurre in linguaggio algoritmico clausole generali e principi interpretabili (quali buona fede, correttezza, diligenza, ragionevolezza, giusta causa* et cetera*), in quanto elementi non sempre facilmente misurabili e, di conseguenza, non traducibili nel linguaggio informatico*".

[210] Cfr. E. BIVONA, *op. cit*., 786: "*D'altra parte, quand'anche ad essi si potesse fornire espressione algoritmica, quei canoni risulterebbero comunque inafferrabili ad opera del robot il cui processo valutativo è ancora lontano da quel* deep learning *che imita il funzionamento delle reti neuronali dell'uomo (c.d. intelligenza artificiale in senso forte o* strong A.I.): *al robot almeno ad oggi, manca il cervello e tra le molteplici sue declinazioni, la capacità di discernere, la sensibilità, la morale, il giudizio, l'equità e la discrezionalità*". Ancora, si vedano E. LABELLA, *op. cit.,* 38 ss., G. LEMME, Blockchain, smart contract, privacy *o del nuovo manifestarsi della volontà contrattuale, op. cit*., 313 ss., il quale osserva che "*i circuiti logici alla base dell'informatica ragionano in termini di algebra boleana e possono solo essere aperti o chiusi sia pure in combinazioni che assicurano la possibilità di adottare ogni possibile operatore boleano*".

abbia comportato un *indebolimento* dello schema contrattuale, ridotto, testualmente, a *linee di codice*[211].

Tuttavia, già si è avuto modo di considerare, nel precedente paragrafo, come la buona fede, secondo la dottrina maggioritaria, abbia una portata ridotta, nel senso che sarebbe destinata ad operare in modo sussidiario, allorquando, nonostante l'applicazione dei criteri ermeneutici soggettivi, non vi sia ancora certezza circa l'effettiva intenzione delle parti[212].

Tale ultima considerazione non è di certo dirimente ai fini del problema della buona fede e della comprensibilità di tale concetto da parte dello *smart contract*, tuttavia, è tale da ridurne la portata: se, infatti, la volontà delle parti dovesse essere certa, allora non ci sarà necessità di ricorrere a tale criterio elastico e generale.

Anzi, vi è da dire, ancora, come nel contesto determinatosi dallo sviluppo ed evoluzione delle tecnologie di cui trattasi, è molto difficile che la volontà delle parti risulti incerta. Infatti, essendo che tutto nello *smart contract* deve essere predefinito, così essendo, secondo i suoi sostenitori, insensibile alle differenze di interpretazioni che ciascuna mente umana può dare di un medesimo documento, è raro che la volontà delle parti presenti delle incertezze, pur non potendo, tale eventualità, essere esclusa del tutto[213].

Anche in questo contesto, quindi, la disposizione esaminata è destinata a subire un importante mutamento in termini di operatività.

Ciò detto, volendo giungere a qualche conclusione, si può considerare quanto segue.

---

[211] In tal senso sempre E. BIVONA, *op. cit.,* 786, la quale nota per l'appunto come *"un linguaggio povero che, senz'altro, compatibile con uno* smart contract *che si arrestasse ad assolvere funzioni essenziali come quella del trasferimento di valute, mal si attaglierebbe ad operazioni più complesse o destinate a protrarsi nel tempo in cui quei principi e quei valori sono destinati a rivestire importanza centrale*" e, infine, A. CERRATO*, op. cit.,* 389 ss. Ancora, A. M. BENDEDETTI, *Contratto, algoritmi e diritto civile transnazionale: cinque questioni e due scenari*, *op. cit.,* 411 ss., L. PAROLA, P. MERATI, G. GAVOTTI, *op. cit*., 687 ss. secondo i quali anche un'esecuzione in tutto aderente alla lettera del contratto, come nel caso di esecuzione automatizzata dello *smart contract*, potrebbe costituire nei fatti un inadempimento perché contraria al canone generale della buona fede. Infine, S. CRISCI, *Intelligenza artificiale ed etica dell'algoritmo*, in *Foro amministrativo*, 2018, 1787 ss., A. CUCCURU, *op. cit.,* 115 ss.: "*I* computer *hanno bisogno di proposizioni univoche e predefinite per comprendere le istruzioni loro impartite ed elaborarle autonomamente: le linee di codice non sono in grado di esprimere zone grigie o condizioni opache, ogni cosa si esaurisce nella dialettica tra 1 e 0. La logica conseguenza è che gli accordi che richiedono una certa flessibilità o discrezione rimangono al di fuori dello spettro di possibilità offerto dal codice in generale e dagli* smart contract *in particolare*". Infine, si veda C. IORIO, Blockchain *e diritto dei contratti: criticità e prospettive,* in *Actualidad Juridica Iberoamericana*, 16, 2022, 654 ss., la quale espressamente "*Si consideri, innanzitutto, il problema della lingua. Come intuitivo, l'univocità semantica del linguaggio informatico, se scongiura contrasti interpretativi, non consente l'inserimento di clausole generali, e/o concetti elastici, i quali rimandano ad un criterio di valutazione non traducibile sotto forma del codice. Ciò fa sì che, per lo meno allo stato attuale, lo* smart contract *non sia suscettibile di essere impiegato per relazioni economiche complesse, sicché non tutti i regolamenti contrattuali sono, nei fatti, automatizzabili tramite algoritmo".*

[212] V. F. CARRESI, *op. cit*., 541, il quale si dimostra infatti critico ad eventuali sviluppi, dottrinali e giurisprudenziali, volti ad affidare alla buona fede un ruolo maggiore rispetto a quello che sembra riservare la stessa disposizione codicistica. Espressamente si legge infatti che "*in genere, vi è una certa tendenza soprattutto nella nostra giurisprudenza, ad abusare di questo criterio facendone applicazione anche a casi che addirittura esorbitano al tema dell'interpretazione*".

[213] Sul punto espressamente M. MANENTE, *op. cit*., 1 ss.: "*Uno* smart contract *non è scritto in linguaggio naturale, ma unicamente in linguaggio di programmazione, il quale ha un unico significato: quello attribuito dall'elaboratore a cui il programma viene sottoposto. Se, da un lato, tale caratteristica è considerata uno degli aspetti più positivi di uno* smart contract*, per la sua capacità di essere insensibile alle differenti interpretazioni che ciascuna mente umana può dare di un medesimo documento, dall'altro non si rinviene nella norma alcuna sterilizzazione delle regole codicistiche relative all'interpretazione del contratto, la cui applicazione ad uno* smart contract, *tuttavia, non può che risultare a dir poco difficoltosa*".

Anche nel frangente considerato, l'approccio non può che essere quello di un adeguamento, non in termini di forzatura, delle disposizioni del Codice civile dettate in tema di interpretazione del contratto allo *smart contract* e alle sue caratteristiche intrinseche[214].

In ogni caso, si deve tener a mente che predicare una ridotta operatività delle normative codicistiche non significa dichiararle fuori uso: le stesse saranno infatti pur sempre destinate ad operare, seppur nel modo che si è detto, *ex post*, allorquando lo *smart contract* sarà eventualmente portato dinnanzi all'Autorità giudiziaria, chiamata, quale interprete, ad applicare i criteri ermeneutici previsti.

Se poi si tiene in considerazione che, ad oggi, lo *smart contract* è vieppiù utilizzato per garantire l'esecuzione del contratto, più che la sua conclusione, nessun problema sorge con riguardo all'interpretazione dello stesso, che verrà svolta secondo i criteri ermeneutici tradizionali, pienamente applicabili.

Ancora, si deve considerare come spesso, le parti, nel caso in cui decidessero di utilizzare lo *smart contract* anche in fase di conclusione e formazione del contratto, utilizzano, accanto al c.d. linguaggio algoritmico, anche un linguaggio naturale (si pensi al caso in cui le parti non siano periti ed esperti informatici)[215].

Ne deriva, quale logico corollario, che l'attività di interpretazione potrà essere effettuata con riguardo proprio al linguaggio naturale, non sorgendo in tale caso particolari questioni di carattere interpretativo[216].

---

[214] Conferma di quanto detto può ricavarsi anche da quanto scritto da D. FAUCEGLIA, *op. cit.,* 607, secondo il quale "*Sotto questo profilo (dell'interpretazione, ndr) giova notare che lo* smart contract *è formato da un linguaggio informatico e, dunque, da un linguaggio universale che abbattendo la torre di Babele – agevolerebbe una interpretazione letterale del testo e una comprensione reciproca delle relazioni contrattuali*". Si veda anche A. STAZI, *Automazione contrattuale e contratti intelligenti*. *Gli* smart contracts *nel diritto comparato*, Torino, 2019, 163 -164.

[215] Fermo restando che la difficile trasposizione in linguaggio macchina delle clausole contrattuali comporta anche la possibilità che si verifichino divergenze tra l'accordo e la relativa volontà delle parti, da un lato, e la traduzione nell'algoritmo dall'altro, con il profilarsi di possibili conseguenti vizi. Tali considerazioni, in ogni caso, saranno oggetto di specifico approfondimento nel corso del III capitolo del presente elaborato.

[216] Sul punto espressamente M. GIACCAGLIA, *Il contratto del futuro?, op. cit*., 142 ss.: "*Tralasciando infatti l'ipotesi in cui due conoscitori del linguaggio di programmazione decidano, per qualche ragione, di stipulare, in forma scritta, un atto giuridico avente natura patrimoniale e consistente in una serie di numeri e lettere, ipotesi che è quantomeno possibile perché la disciplina del contratto, come regola generale, non prevede che si debba utilizzare una lingua determinata, negli altri casi appare quantomeno ovvio che il contraente che riceva un'offerta in un linguaggio che non consce, non replicherà ad essa. E comunque, quantunque lo facesse, l'ordinamento giuridico stabilisce dei criteri di distribuzione del rischio linguistico, e, ovviamente, prevede una serie di rimedi di natura convenzionale e legale al fine di eliminare o modificare la situazione giuridica venutasi a creare a causa del fraintendimento, quali lo scioglimento consensuale, l'interpretazione e, qualora fosse necessaria, l'impugnativa per errore*". Anche F. FAINI, *op. cit.,* 297 ss. affronta la questione, affermando che: "*Oltre a tale aspetto gli* smart contracts*, essendo costituiti da stringhe di codice informatico, accessibili a chi conosce il linguaggio di programmazione, possono destare problemi di comprensione e intelligibilità del contenuto non solo per le stesse parti, ma anche per un eventuale giudice, che avrà bisogno di un interprete per conoscerne il contenuto"*.

CAPITOLO IV

LE FASI PATOLOGICHE DEL CONTRATTO INTELLIGENTE

1. Nullità dello Smart contract: analisi delle problematiche ed eventuali soluzioni, anche de jure condendo. - 1.2. la nullità virtuale e strutturale. - 1.3. L'illiceità della causa e dell'oggetto e la nullità testuale. - 1.4. La conversione del contratto, la nullità parziale e i programmi per elaboratore. - 2.1. Annullamento dello smart contract: in particolare, lo stata di incapacità e l'errore. - 2.2. La rettifica e gli errori di calcolo. L'errore di programmazione. - 2.3. Dolo, violenza e tecnologie algoritmiche. - 2.4. La convalida. - 3. La rescissione del programma per elaboratore.

1.*Nullità dello* smart contract*: analisi delle problematiche ed eventuali soluzioni, anche* de jure condendo.

Quando si affronta il fenomeno delle invalidità contrattuali, è proprio in relazione alla nozione di nullità che emergono i punti di maggiore attrito fra l'ordinamento giuridico tradizionale e la natura autoesecutiva dei programmi per elaboratore[217].

Essendo ben noti non serve ricordare in questa sede funzioni e scopi della nullità.

Pittosto pare opportuno evidenziare che nel contesto determinatosi dall'implementazione delle nuove tecnologie oggetto di indagine nel presente lavoro, che si sono sviluppate quelle correnti di pensiero ispirate al paradigma *Code is Law*, che è stato oggetto di trattatazione nel primo capitolo, secondo cui il codice informatico e, quindi, lo stesso *smart contract,* si autolegittimerebbe, rendendo superfluo ogni controllo esterno da parte dell'ordinamento giuridico.

Se si seguisse pedissequamente questa impostazione, si dovrebbe concludere che tutti gli istituti volti a sanzionare le invalidità dei contratti non sarebbero applicabili ai programmi per elaboratore: l'unico giudice della validità diventerebbe il *software,* con la conseguenza di trasferire la sede del potere normativo dal legislatore al programmatore[218].

Un tale rovesciamento di prospettiva, però, solleva evidenti criticità. Affidare al solo algoritmo la funzione di selezionare ed escludere le clausole illegittime significherebbe rinunciare

[217] K. WERBACH e N. CORNELL, *op. cit*., 313 ss.: "*Perhaps tautologically, a legally enforceable contract cannot effectuate an illegal purpose. Smart contracts, however, are not enforced by the legal system. Imagine, for example, a price-fixing conspiracy implemented through a series of smart contracts that adjust prices in lockstep. The participants could be prosecuted under antitrust law, but the smart contracts would continue to operate. Further, there is no mechanism to stop a smart contract from implementing an unconscionable term, or a term that incorporates liquidated damages amounting to a penalty. Because the smart contract is self-executing, an action in court finding the terms unenforceable may have no practical effect; the contract will be performed regardless"*.

[218] Interessanti le riflessioni di P. CUCCURU, *op. cit*., 116, il quale, interrogandosi si questi argomenti: "*Efficienza, automazione e semplificazione sono valori che possono di per sé giustificare un ordinamento privato potenzialmente in grado di ostacolare scelte politiche e normative, nonché la protezione delle parti e dei terzi? Può l'autonomia privata spingersi fino a ridurre drasticamente la possibilità di qualsiasi correzione post negoziale dell'accordo, preferendo la prevedibilità offerta dall'automazione? In caso di risposta negativa a tali quesiti, in che modo è possibile arrestare uno smart contract che esegue termini abusivi o che prospetta pericolosi risultati? Come impedire che un programma in attesa delle sue condizioni scatenanti, produca effetti lesivi?*". L'autore prospetta, in tale logica, una sorta di soluzione compromissoria, che permetta di mitigare la rigidità delle tecnologie distribuite tramite un'azione preventiva sul *design* dell'architettura della tecnologia *blockchain* e l'evidente bisogno di legittimazione della stessa.

alla funzione del diritto, chiamato, in questi contesti, a tutelare la prevalenza di interessi collettivi e di carattere generale. In questo senso, anche le teorie più radicali del *Code is Law* non possono prescindere dall'idea che, dietro la mera esecuzione meccanica del codice, debba pur sempre sussistere un presidio sostanziale di controllo sulla legittimità degli atti negoziali, capace di intervenire *ex post*, seppur con i dovuti e necessari adattamenti, per rimuovere quegli esiti che contrastino con le norme imperative dell'ordinamento[219].

Ciò brevemente premesso, per quanto attiene ai problemi di compatibilità tra categorie invalidanti il negozio giuridico e programmi algoritmici, appare evidente come le caratteristiche tipiche di tali tecnologie, siano tali da ostacolare i normali effetti di regola scaturenti dalla nullità dei contratti, ovverosia, la loro inefficacia; tuttavia, problemi di compatibilità sorgono anche relativamente ad altri profili.

Si pensi, a titolo esemplificativo, al caso di uno *smart contract* contrario a norma imperativa o il cui oggetto, magari *tokenizzato*, sia illecito.

Da un lato, nel primo esempio citato, lo *smart contract* non potrebbe comprendere il concetto di norma imperativa, né nella sua accezione strutturale, quale norma in grado di determinare e regolare un aspetto essenziale del contratto, né nella sua accezione più politica, quale norma che protegge un interesse generale[220]; dall'altro, nel secondo esempio, non sarebbe in grado di realizzare quella che è la caratteristica principale della nullità, ossia la mancata produzione di effetti o dell'intero contratto o di una parte di esso; infatti, come più volte sostenuto, una volta che lo *smart contract* si è auto-eseguito, non sarà più possibile arrestarne l'esecuzione[221].

---

[219] Cfr. D. FAUCEGLIA, *op. cit.,* 604: "*Se tale soluzione può essere accettata in tema di risoluzione del contratto (il riferimento, ndr, deve intendersi effettuato con riguardo all'automatismo esecutivo dello smart contract e all'operatività della clausola solve et repete), la stessa soluzione è inaccettabile in tema di invalidità contrattuale e, soprattutto, in tema di nullità del contratto. Non può essere tollerata l'esecuzione di un contratto che contrasti con interessi generali e sociali del nostro ordinamento. L'immodificabilità del contratto pone, infatti, particolari problematiche anche in tema di invalidità che, nel diritto comune dei contratti, costituisce causa di inefficacia ab origine con conseguente diritto delle parti di ripetere le prestazioni eventualmente eseguite. Un contratto che necessariamente debba essere efficace a prescindere da una portata dannosa o da una deficienza strutturale non può essere tollerato dal nostro ordinamento*".

[220] Sul punto N. GENTILE, *Vicende patologiche del contratto in forma di smart contract, op. cit.*, 317, espressamente "*Uno smart contract contrario a norme imperative sarà nullo come ogni altro contratto contrario a norme imperative: il punto sta nell'individuare la norma violata (attività interpretativa immediata, al pari di quella da condurre sugli altri contratti) e nel porlo nel nulla (mediante l'esperimento di un'azione di accertamento della nullità)*". C. IORIO, *op. cit.,* 676: "*Analoga è l'ipotesi di uno smart contract illegale o illecito, il quale sarà immediatamente eseguito e non più eliminabile su blockchain, rendendo esperibile la mera tutela restitutoria. Da ciò una duplice possibilità: a) arrendersi alla inapplicabilità dei rimedi ablativi e propugnare la generalizzazione di quello restitutorio; b) ovvero, prevedere, in sede di programmazione dell'algoritmo, un dettagliato di sopravvenienze invocabile dalle parti al fine di bloccare l'automatica esecuzione del protocollo informatico*". Ma anche A. FEDERICO, *Equilibrio e contrattazione algoritmica*, in *Rassegna diritto civile*, 2021, 509 e M. MAUGERI, *Smart Contract, op. cit*., 66. Ancora, A. STAZI, *op. cit*., 110 ss.

[221] A. D'ADDA, *op. cit.,* 105 ss. il quale, inoltre, osserva come "*interventi siffatti postulano l'intervento di istituzioni terze: e ciò potrebbe apparire in contrasto con la natura che si vorrebbe tendenzialmente disintermediata delle piattaforme DLT, luogo di naturale sviluppo dello smart contract".* Sulla stessa linea anche E. BIVONA, *op. cit.,* 330: "*Non credo che la questione possa essere risolta accogliendo gli indirizzi del Parlamento europeo che auspica l'adozione di meccanismi atti ad arrestare o invertire l'esecuzione dei contratti smart e i relativi pagamenti. Una proposta che, ove accolta, finirebbe con inficiare la peculiare tecnica che distingue i contratti smart su Blockchain, svilendone il carattere di novità che determina il successo: una tecnica che né tollera interruzioni, né interventi tesi ad invertire meccanismi già avviati e la cui prerogativa, anzi, è proprio quella di escludere la violazione di quando disposto nel codice algoritmico".*

Alla luce di quanto detto, si possono individuare alcune possibili soluzioni.

Occorre chiedersi se, anche nel frangente della nullità, sia percorribile la fase della programmazione, nel senso che lo *smart contract* potrebbe contenere in sé l'*antidoto* ad un suo malfunzionamento, che, in questo caso, sarebbe rappresentato dalla causa invalidante il contratto.

Tale tesi è stata invero appoggiata anche da una parte della dottrina, secondo la quale, la maggior parte delle questioni problematiche che possono sorgere in virtù dell'irreversibilità dei programmi per elaboratore, potrebbe essere risolta attraverso la programmazione; è infatti stato sostenuto, sul punto, che "*lo smart contract, in quanto pre - programmabile, possa contenere l'azione inversa o qualsiasi altro rimedio debba necessitare per la bonifica di quanto l'ordinamento abbia subito dall'esistenza, dall'efficacia e dall'esecuzione di un contratto gravato, per cause endogene o esogene, da una patologia*"[222].

Si tratta di una tesi, quella della programmazione, che, nel contesto in esame riguardante le invalidità contrattuali, pur potendo essere considerata corretta quantomeno a livello astratto, porta con sé conseguenze contradditorie o giunge a conclusioni scarsamente praticabili[223].

Infatti, si presume che l'autore dello *smart contract* invalido, per tale ragione ben si guarderà dal programmare egli stesso il programma in modo tale che, riconosciuto nullo, esso riduca in pristino i propri effetti e cessi di avere efficacia. Un soggetto consapevole, infatti, della contrarietà del contratto a norme imperative, ad esempio, mira ad usufruire di un risultato contrario alla legge, indebito e pertanto non sarà disposto a programmare un contratto in tal senso.

L'irreversibilità che caratterizza queste tecnologie, di conseguenza, penalizza fortemente il controllo imperativo sulla validità del contratto, in punto di vista di fattibilità degli ordinari rimedi che, nei contesti esaminati, saranno costretti ad operare per lo più *ex post*, e, spesso, in una logica puramente compensativa.

Si consideri, ad esempio, il caso dell'invalidità di uno *smart contract*, inserito in *blockchain*, che trasferisca un *token* rappresentativo di un bene non fungibile; la nullità determinerebbe, di norma, il 'ritrasferimento' del bene al venditore, ma, data l'irreversibilità di tutto ciò che viene inserito in *blockchain,* tale effetto non risulterebbe possibile.

Ne deriva come l'unica soluzione, sarebbe quella di limitarsi ad una tutela, come detto, di carattere risarcitorio/compensativo.

---

[222] N. GENTILE, *op. cit.,* 318.

[223] M. F. TOMMASINI, *op. cit.,* 831 ss., sulla stessa linea: "*Un caso limite è rappresentato dallo smart contract contrario a norme imperative. Si presume, infatti, che in tale circostanza l'autore si guarderà bene dal programmare il suo smart contract in modo tale che esso cessi di avere efficacia, se non altro perché la sua intenzione, con molta probabilità, era quella di conseguire, a mezzo del contratto, un risultato contrario a norme di legge*".

Si tratta, "*di fattispecie in cui si avverte nitida la distinzione tra produzione automatica di effetti giuridici ed attuazione successiva delle conseguenti modificazioni della realtà naturale*"[224].

Distinzione che viene avvertita in misura minore quando la fattispecie di *smart contract* riguardi l'esecuzione di prestazioni solo pecuniarie, per il fatto che, non essendoci, nella specie, la presenza di prestazioni infungibili, anche una tutela compensativa o restitutoria si traduce, di fatto, nella dazione di una somma di denaro, al pari della prestazione originale.

Un'altra soluzione percorribile parrebbe essere quella consistente in una transazione uguale e contraria rispetto a quella che si è determinata con il contratto invalido: ciò postula, di fatto, che le parti abbiano deciso di dare spontanea esecuzione ad una eventuale pronuncia giudiziale che, *ex post*, abbia accertato la nullità dello *smart contract*, o che le stesse, resesi conto dell'invalidità del contratto, abbiano spontaneamente provveduto ad una rinnovazione dello stesso. Tale transazione uguale e contraria dovrà essere ovviamente inserita nella catena *blockchain*, affinché quest'ultima sia messa in grado di comprenderla e di darne esecuzione[225].

Ancora, rimane ferma la possibilità, come già si è detto in tema di gestione delle sopravvenienze, di utilizzare algoritmi di autodistruzione dello *smart contract* o comunque funzioni, come ad esempio quelle di "*callcode*" o "*enum*" che consentono di intervenire direttamente sul codice informatico, modificandone il contenuto[226].

Altre soluzioni, all'avanguardia, che sono state prospettate per cercare di meglio governare il tema della gestione della nullità sono quelle del c.d. *programma ponte* e dello Stato *super - user.*

Nel primo caso, si immagini che Tizio e Caio, o un programmatore, impostino un codice auto esecutivo che regoli il rapporto in essere. Una volta realizzato, questo viene setacciato da un altro programma che ha l'obiettivo di evidenziare l'ipotetica violazione di una norma imperativa o qualche altra forma di "*impaccio giuridico*"[227].

---

[224] A. D'ADDA, *op. cit.,* 105 ss.

[225] Salva l'eventuale possibilità, radicale, di interventi tecnici sulla *Blockchain*. V. O MEYER, *Stopping the unstoppable: Termination and Unwinding of smart contracts*, in *Journal of European Consumer and Market Law (EuCML*) 2020, 20 ss.: "*If, from the outset, there was no legal basis for performance of the contract or if such basis subsequently ceased to exist, the question arises as to how performance – that is nevertheless carried out by the computer program – can subsequently be returned. In principle, this can be done in three ways. Firstly, the parties can, of course, unwind the legal contract in the old-fashioned way by refunding what they have received from the other party, be it voluntarily or with judicial coercion. It would be closer to the spirit of the fully automated contract, if the termination of the contract and the mechanisms for its unwinding could also be recorded in the computer code itself and thus carried out automatically. The final option, technical modifications to the smart contract in the blockchain, will only be feasible in exceptional cases".*

[226] V. D. FAUCEGLIA, *op. cit.,* 605. Enums, or Enumerations, are a fundamental concept in smart contract development that simplify the management of complex states within smart contracts. An enum is a user-defined data type that consists of a set of named values, allowing Smart Contract Developers to work with a predefined list of constants rather than arbitrary numbers or strings. This enhances code readability and reduces the likelihood of errors. The purpose of utilizing enums is to provide a structured and efficient way to manage and represent various states or conditions within a contract. Enums, or enumerations, allow smart contract developers to define a set of named constants, making the code more readable and easier to maintain. By using enums, developers can clearly specify the different states a contract can be in—such as Active, Paused, or Closed—which helps prevent errors and ensures that only valid state transitions occur.

[227] Termine utilizzato da T. PELLEGRINI, *op. cit*., 873.

Questo secondo programma ha la funzione di mettere in comunicazione ordinamento e *smart contract*. L'uso di un tale strumento potrebbe anche essere facoltativo, per permettere alle parti di diminuire il rischio dell'operatività di un rimedio giudiziale *ex post*; si potrebbe ipotizzare, *de jure condendo*, anche la possibilità che il programma in esame possa essere imposto dall'ordinamento, affinché lo stesso possa garantirsi una sorta di controllo *ex ante.*

Questa soluzione potrebbe essere impiegata in tutti quei settori nei quali la predeterminazione non si pone in contrasto con la natura degli *smart contract* e con il volere delle parti. In ogni caso, anche per il costo che la progettazione del *programma ponte* può comportare, si potrebbe immaginare la possibilità di un suo utilizzo in tutti quei settori standardizzati, nei quali i contratti sono spesso realizzati attraverso l'impiego di condizioni generali e di formulari[228].

Nel secondo caso, una via sperimentabile potrebbe essere quella dello Stato *super user*; si tratterebbe, in particolare, di un accesso speciale, una sorta di *backdoor*, che permetterebbe all'Autorità pubblica di intervenire sulle transazioni operanti sulla *blockchain* per correggerne i risultati sgraditi. Chiaramente, i benefici di tale soluzione sarebbero quelli di garantire in prima battuta l'effettività del diritto, per cui eventuali profili di illegalità sarebbero destinati a svanire non appena intervenga tale controllo centralizzato, con conseguente simultaneo adeguamento di ogni profilo di contrasto tra clausole dello *smart contract* e ordinamento. Il problema principale, e anche quello per cui, a parere di chi scrive, tale soluzione non può essere considerata percorribile, salvo situazioni limite di cui si dirà, è che verrebbe meno la principale caratteristica delle tecnologie esaminate, ossia la loro disintermediazione[229].

Si tratta di soluzioni, quest'ultime, che meglio di altre esprimono l'esigenza di un controllo ordinamentale rispetto allo sviluppo delle nuove tecnologie, secondo l'approccio *Law is Code.*

Ciò descritto, la logica che caratterizza le considerazioni del presente paragrafo è chiaramente di carattere compromissorio, essendo volta a garantire un bilanciamento di opposti interessi.

È vero che, se da un lato non è possibile applicare in modo rigido gli istituti del diritto civile, in quanto si tratterebbe di frenare fenomeni, quali sono gli *smart contract*, che sono espressione del progresso e dell'evoluzione della realtà economica, dall'altro non può essere

---

[228] A rigore, nota T. PELLEGRINI, *op. cit.,* 873 ss., come "*Oltre lo standardizzato, là dove perciò le parti intendano dare pieno sfogo alla loro creatività regolatoria, il programma-ponte non appare più abile al suo scopo non potendo assumere le vesti – fin tanto che sulla scena non compariranno i famosi giudici-robot – di un contenitore giuridico onnisciente. Il programma ponte non risolve comunque tutte le zone di attrito tra ordinamento e smart contract, lasciando fuori tutto ciò che non si collega ad un'illegalità del contratto stesso. In altre parole, per fare un esempio, un programma ponte non appare abile – come invece sarebbe uno stato-super user – ad incardinare un'azione revocatoria operativa su una blockchain*".

[229] Sottolinea, infatti, T. PELLEGRINI*, op. cit.,* 872, come "*Compiuto questo passo bisognerebbe certificare la fine dell'esperimento blockchain per come fin qui si è andato strutturando. Una volta poi che venissero configurate queste blockchain sotto – controllo, tutte le altre potrebbero poi essere avvolte da una diffidenza sufficiente alla loro messa al bando"*. Sulla stessa linea anche A. SAVELYEV, *op. cit.,* 131 e P. CUCCURU, *op. cit.,* 117.

considerato ammissibile un sistema di contrattazione esclusivamente disciplinato dalle regole informatiche. Come scrive un'Autrice, "*la scelta di collocare un accordo nella blockchain non può invero di per sé implicare l'affievolirsi degli interessi che storicamente fondano discipline in tema di contratto, come quello ad impedire la circolazione di ricchezza "in grado di ledere l'ordine pubblico economico, il buon costume o i valori tutelati dall'ordinamento tramite le norme imperative*"[230].

Ecco allora che il paradigma prospettato nel presente lavoro è quello di una struttura a doppio livello: da un lato, infatti, si trova il sistema *blockchain*, ordinato dalle sue regole, le quali, come si è visto, spesso si pongono in contrasto con gli istituti tradizionali; dall'altra, nel secondo livello si pongono i sistemi, di carattere esterno rispetto allo *smart contract* e alla *blockchain*, e successivi, i quali mirano a ripristinare la legalità perduta[231].

Effettuate queste premesse in termini generali, occorre ora soffermarsi sulle diverse tipologie di nullità.

1.2 La nullità virtuale e strutturale.

Si prende in considerazione il caso della nullità virtuale, che si concretizza allorquando il contratto sia contrario a norme di carattere imperativo. Lo stesso concetto di norma imperativa risulta essere alquanto complesso anche nella realtà tradizionale, indagato da dottrina e giurisprudenza con pronunce dagli esiti alterni; in ogni caso, pare che lo *smart contract* non possa, allo stato attuale di avanzamento della tecnologia algoritmica, essere programmato nel senso di comprendere concetti dalla portata non delimitata, data la rigidità e inflessibilità che caratterizza i programmi per elaboratore[232]; ragionando diversamente, infatti, il sistema *blockchain* verrebbe oltremodo sovraccaricato, diminuendone celerità ed efficienza.

---

[230] E. BIVONA, *op. cit*., 331, M. MAUGERI, *Smart contracts e disciplina dei contratti, op. cit.,* 395, L. RUGGIERI*, Mercato telematico ed autonomia privata, un nuovo ruolo per la lex mercatoria*, in *Rass. dir. civ.,* 2002, 305 ss., A. U. JANSSEN e F. P. PATTI, *Demistificare gli smart contracts, op. cit.,* 41.

[231] Osserva infatti E. BIVONA, *op. cit.,* 331 come "*Ove cioè un contratto si conservi e produca effetti nel primo (livello, ndr), ciò non esclude che possa poi essere posto nel nulla o provato degli effetti nel secondo, rimanendo salve le azioni davanti all'autorità giudiziaria ordinaria".*

[232] Ad esempio, si pensi alla giurisprudenza in tema di mutuo fondiario, indagato oltremodo da dottrina e giurisprudenza; sul punto, le SS.UU. n. 33719 del 16 novembre 2022, chiamate a pronunciarsi sulla natura di norma imperativa o meno, hanno affermato che, per norma imperativa, deve intendersi quella che *disciplina direttamente e chiaramente il contenuto specifico ed essenziale del contratto, prima di ogni valutazione inerente alla caratura dell'interesse protetto ed eventualmente leso …In altri termini, una norma prima di essere imperativa dev'essere prescrittiva di un contenuto, specifico e caratterizzante, inerente al sinallagma contrattuale che possa definirsi essenziale, la mancanza del (o difformità dal) quale renderebbe nullo il contratto (ex art. 1418, commi 1 e 2, in relazione agli artt. 1343,1345 e 1346 c.c.)".* Sul punto si vedano anche Cass. n. 26672 del 28 novembre 2013, 17352 del 13 luglio 2017, n. 4117 del 9 febbraio 2022, Cass. n. 1720 del 24 gennaio 2025, tutte reperibili in *dejure.it*; in dottrina, *ex multis,* A. M. BENEDETTI ed E. PESCE, *Mutuo fondiario, superamento del tetto di finanziabilità e nullità strutturale*, in *Giur. it*., 2020, 1528 ss., A. CHIANALE, *La nullità del mutuo fondiario per superamento del limite di finanziabilità*, in *Banca borsa tit. cred*., 2019, 583 ss. E V. SANGIOVANNI, *Superamento del limite di finanziabilità, nullità del mutuo fondiario e possibile conversione del contratto nullo*, in *Corr. giur*., 2020, 1231 ss.

Con riguardo, invece, alla nullità strutturale, che consegue, principalmente, in mancanza degli elementi principali del contratto (forma scritta, causa, oggetto e accordo) occorre evidenziare quanto segue.

La forma scritta non sembra essere particolarmente problematica; infatti, occorre primariamente chiedersi se lo *smart contract* soddisfi il requisito della forma scritta. Si tratta di un tema indagato, anche con soluzioni discordanti, stante il fatto che non sono ancora state emanate le Linee Guida dell'Agid, nel primo capitolo, al quale si rinvia[233].

Il tema della causa di uno *smart contract*, non risulta in sé problematico, se non per quanto attiene alla sua documentazione. Infatti, un programma per elaboratore è scritto in linguaggio non naturale, ma di programmazione e conterrà, pertanto, solo istruzioni di tipo esecutivo. Difficilmente, esso conterrà anche istruzioni di tipo "descrittivo" in quanto esse non sono istruzioni. Di certo non è tenuto a contenerle, sia in quanto non necessarie per l'elaborazione da parte del calcolatore, sia in quanto non previste dalla definizione del legislatore italiano, il quale si limita a fare riferimento ai soli *effetti voluti dalle parti*, senza aggiungere altro.

Ne consegue che non sempre uno *smart contract* sarà idoneo a documentare anche la causa del contratto, pur essendo essa presente. A titolo esemplificativo, si pensi ad uno *smart contract* che contenga la sola istruzione di pagamento di una somma da un soggetto ad un altro; pagamento che potrebbe in astratto trovare la propria causa in molteplici tipologie negoziali (prezzo di una compravendita? mutuo? pagamento di una obbligazione? liberalità?).

Sarà dunque lecito ipotizzare che la soluzione possa risiedere nel ricorso all'inserimento volontario in uno *smart contract* di informazioni "descrittive", non necessarie ai fini dell'esecuzione informatica, ma imprescindibili ai fini della qualificazione e documentazione della causa. Ciò potrebbe avvenire mediante l'adozione di modelli standardizzati e predefiniti, la cui causa risulti previamente determinata, oppure attraverso l'integrazione dello *smart contract* con un documento contrattuale distinto e separato, contenente gli elementi omessi.

Nel contesto degli *smart contract*, in sintesi, la problematica relativa alla carenza di causa pare emergere in tutte quelle ipotesi in cui risulta impossibile documentare la funzione economico

[233] N. GENTILE, *Vicende patologiche del contratto in forma di smart contract, op. cit.,* 319, prende in considerazione anche, ai fini di ritenere se lo *smart contract* soddisfi o meno la forma scritta, il requisito dell'intellegibilità. Forma scritta è quella forma intellegibile che consente la conservazione, su un supporto durevole, della rappresentazione della volontà delle parti. La prova che il requisito della forma scritta deve superare, allora, è primariamente quello della intellegibilità da parte dell'interprete, cioè di colui che, anche in sede giurisdizionale, o della parte o di un terzo interessato a qualsiasi titolo, possa comprendere quale sia stata la volontà delle parti relativamente ad un determinato assetto di interessi. *"Quindi, quid iuris, dell'utilizzo, al posto di un linguaggio fatto di lemmi verbali, di un linguaggio fatto di lemmi informatici che, al pari di quelli verbali -noti e riconosciuti nella comunità di chi utilizza, per uso o nazionalità, una certa lingua -siano anche essi noti e riconosciuti nella comunità di chi li utilizza? Peraltro – e trattasi, a parere di chi scrive, di un vantaggio, dato l'ambito di cui si discetta – il linguaggio informatico è, invero, codificato: ad un comando, ad un elemento, corrisponde un significato, un effetto; le sfumature non sono contemplate, gli usi locali, i differenti intendimenti nel significato di un termine, o il differente senso di una preposizione o di una locuzione a seconda della punteggiatura o del posizionamento delle parole, sono ipotesi non date, o date con minore flessibilità, dal che deriva la ragionevole conclusione che sempre di linguaggio si tratti e sempre di scritto si tratti".*

– sociale del programma. Tali criticità, evidentemente, si presentano con particolare intensità nei casi in cui allo *smart contract* venga affidato l'intero *iter* contrattuale, senza che sia fornita alcuna traduzione in linguaggio naturale, dalla quale possa evincersi la causa giustificativa del programma negoziale.

Fortunatamente, nella prassi, tali situazioni risultano alquanto circoscritte, poiché l'impiego dei programmi algoritmici si limita sovente alla fase esecutiva del rapporto; laddove, invece, lo stesso *smart contract* venga utilizzato anche per la conclusione del negozio, le parti tendono a predisporre una versione in linguaggio naturale, che si affianca a quella codificata.

Alla luce di quanto esposto, qualora si ritenesse che lo *smart contract* sia effettivamente privo di causa, l'unico rimedio plausibile parrebbe essere quello dell'operatività del regime dell'azione di nullità, da esercitarsi esternamente rispetto al programma e successivamente alla sua esecuzione.

Infatti, ragionando diversamente, immaginando quindi di poter programmare tale forma di nullità strutturale, si creerebbe un cortocircuito, che porterebbe ad esiti illogici e contradditori, come già evidenziato nelle prefate considerazioni.

Le parti, infatti, consapevoli della mancanza di una funzione sociale ed economica riconosciuta dall'ordinamento, dovrebbero prevedere nello *smart contract* un meccanismo che consenta allo stesso di rendersi nullo, cioè di contenere una funziona inversa, nella quale emerga una funzione economico sociale suffragata dall'ordinamento. Si tratta di un'operazione illogica.

Con riguardo al caso della mancanza dell'oggetto, esso rappresenta per lo più un caso di scuola, dal momento che lo *smart contract* raffigura strumento idoneo a documentare l'oggetto del contratto, inteso come l'insieme delle prestazioni convenute dalle parti. Ciò è ricavabile anche dalla stessa definizione italiana di *smart contract*, nella parte in cui prescrive che il programma per elaboratore agisca sulla "*base di effetti predefiniti*" dalle parti, ma lo testimonia anche la funzione stessa del programma, il cui scopo primario è proprio quello di realizzare la prestazione voluta dalle stesse.

Quanto alla mancanza dell'accordo, è opportuno procedere ad alcune considerazioni preliminari.

Consideriamo dapprima l'ipotesi di uno scambio tra proposta e accettazione, ovvero tra proposta e controproposta, e si immagini di trasporre tali meccanismi in codici autoeseguibili.

Nel caso in cui uno *smart contract* contenga una proposta, il programma deputato a gestire l'accettazione deve essere in grado di interagire con il codice – contratto originario.

Diversamente, nel paradigma proposta – controproposta non è necessario un dialogo diretto tra i due codici: ad ogni nuova controproposta seguirà infatti un distinto *smart contract*, in grado

a sua volta di comunicare con quello che ha generato la proposta iniziale. Per dialogo si intende qui la capacità del *software* di riprodurre in modo integrale il contenuto dell'altro *smart contract*, interpretandolo e facendolo coincidere esattamente con il proprio assetto interno.

In conclusione, in un contesto di programmi per elaboratore nei quali ogni dettaglio dev'essere preventivamente codificato per garantirne il corretto funzionamento, non sembra plausibile prospettare una situazione priva di accordo fra le parti: la volontà negoziale risulta infatti desumibile sin dal momento iniziale in cui i contraenti optano per l'uso dello strumento tecnologico al fine di realizzare l'attività contrattuale[234].

1.3. L'illiceità della causa e dell'oggetto e la nullità testuale.

Complesso appare anche il tema della illiceità della causa e dell'oggetto, per le medesime considerazioni in punto di nullità virtuale e per la contraddizione che si prospetterebbe nel caso di programmazione.

Si ricordi che la nullità del contratto può essere affermata quando la causa è illecita, in quanto contraria a norme imperative, di ordine pubblico o al buon costume: si tratta di concetti difficilmente comprensibili da un programma per elaboratore e la cui valutazione sarà pertanto destinata ad operare in un momento successivo, quando l'Autorità giudiziaria dovrà vagliare lo *smart contract*, auto-eseguito, alla luce dei canoni menzionati.

Predeterminare i concetti di ordine pubblico, buon costume o di norma imperativa, pare allo stato un'operazione disfunzionale.

Circostanza che emerge in modo ancora più evidente in relazione al disposto dell'art. 1345 c.c.: ossia della norma secondo la quale il contratto è illecito quando le parti si sono *determinate* a concluderlo *esclusivamente* per un motivo illecito *comune* ad entrambe[235].

Relativamente a tale norma, è stata prospettata la tesisecondo cui si potrebbe ipotizzare l'operatività di un oracolo; quest'ultimo, in particolare, sarebbe chiamato a rilevare tali forme di illiceità, di modo che lo *smart contract* possa dialogare con il mondo esterno, garantendo così che le informazioni utilizzate dal programma siano giuste e veritiere. A parere di chi scrive appare difficile però che le parti, le quali condividono un proposito illecito comune, siano indotte ad inserire un oracolo che rilevi l'illiceità dei motivi comuni ad entrambe.

---

[234] M. F. TOMMASINI, *op. cit.,* 831 ss.

[235] R. SACCO, *Motivo, fine, interesse*, in *Digesto disc. priv., sez. civile, VII Aggiornamento*, 2012, Torino, 1 ss., L. GARDANI CONTURSI LISI, *Presenza del motivo e volontà di donare nella donazione: brevi riflessioni*, in *Giur. it*, 2005, 1 ss., P, PIRRUCCIO, *La nullità del contratto tra causa illecita e motivo illecito comune*, in *Giur. it.,* 2005, I, 203 ss., M. AMBROSOLI, *Il motivo tra i vizi del consenso e causa del contratto*, in *Contratti,* 1995, 362 ss.

Le medesime argomentazioni, inoltre, possono essere formulate anche con riguardo alla norma di cui all'art. 1344 c.c., contenente la disciplina del contratto in frode alla legge[236].

Qualche considerazione deve essere effettuata in merito al caso dell'illiceità e dell'impossibilità dell'oggetto, nonché al requisito della determinazione del medesimo. Nell'ambito della disciplina dettata sul punto dal Codice civile italiano, l'oggetto si considera lecito se non è contrario a norma di legge, all'ordine pubblico e al buon costume; è possibile quando sia effettivamente reperibile in natura e determinato se i suoi confini e contenuti risultano espressamente definiti, infine è determinabile qualora tali elementi non siano esplicitati ma possano essere desunti indirettamente[237].

Sotto questo profilo, non vi sono ragioni particolari per escludere che, nel contesto oggetto di disamina nel presente lavoro, possa concretizzarsi l'eventualità che si perfezioni uno *smart contract* avente oggetto illecito, analogamente a quanto può avvenire nel contratto tradizionale.

Al contrario, l'ipotesi dell'oggetto impossibile – inteso quale impossibilità naturale e non giuridica, risulta implausibile, poiché un codice programmato non potrebbe dar luogo ad una esecuzione effettiva: il programma medesimo si bloccherebbe, impedendo il verificarsi di qualsivoglia effetto.

Parimenti, non è rinvenibile lo spazio per uno *smart contract* con oggetto indeterminato, attesa la natura stessa della tecnologia *smart:* la definizione dell'oggetto costituisce, infatti, presupposto imprescindibile dell'operatività del programma, come suffragato dalla disciplina dettata dal legislatore italiano[238]. Pertanto, tale tipologia di nullità, attinente ai requisiti dell'impossibilità e dell'indeterminatezza dell'oggetto, appare, nel contesto dei programmi per elaboratore, di scarsa rilevanza.

Problematica, inoltre, risulta l'operatività nel contesto degli smart contract della disposizione di cui all'art. 1347 c.c., secondo la quale "*Il contratto sottoposto a condizione sospensiva o a termine è valido, se la prestazione inizialmente impossibile diviene possibile prima*

---

[236] *Ex multis*, S. PAGLIANTINI (a cura di), *Abuso del diritto e buona fede nei contratti*, Torino, 2010, F. M. GIULIANI, *Elusione fiscale, frode alla legge e causa concreta del contratto*, in *Contratto e Impresa*, 2007, 2, 455, A. MANNETTA – G. SCHETTINO, *Negozio in frode alla legge e poteri d'indagine del giudice*, in *Giust. civ*., 2007, I, 471 ss., V. VELLUZZI, *Il contratto in frode al terzo: individuazione della fattispecie e rapporti con la frode alla legge,* in *Rass. dir. civ*., 2004, 183 ss.

[237] Valgono fuor di dubbio le considerazioni di N. GENTILE, *op. cit.* 323: "*Pertanto, anche in questi casi si ha la riprova che tutto ruota intorno alle specificità della forma scritta e del linguaggio informatico, che sono aspetti che riescono a sposarsi in maniera adeguata alle categorie generali degli elementi contrattuali, che da tale matrimonio non escono danneggiante, né sono impossibilitate a contrarlo. È solo una questione di forme, non di sostanza del contratto*". V. anche G. FINOCCHAIRO, *op. cit.,* 442 ss.

[238] Espressamente N. GENTILE, *op cit.,* 322: "*Ciò, in verità, allo stesso modo di quanto può avvenire in un contratto tradizionale: nessuno mi vieta di mettere in forma scritta verbale un contratto avente oggetto indeterminato; la differenza, però, sta nella fase che, nello smart contract, è propria ed intrinseca e nel contratto tradizionale, invece, è rimessa all'esterno, è successiva ed è eventuale, ossia quella dell'esecuzione. Difatti, mentre l'esecuzione deterministica di uno smart contract non consente che la fase del conseguimento delle azioni attese (e dei loro risultati) venga spostata nell'ambito dell'eventualità e dell'interpretazione supplettiva a cui solo successivamente segua l'azione vera e propria, questo è, al contrario, quanto di più comune possa avvenire in un contratto avente poggetto interminato e, ancor più, nel caso di oggetto indeterminabile"*.

dell'avveramento della condizione o della scadenza del termine" e che esprime il concetto per cui, nel contratto condizionato o sottoposto a termine, le parti hanno inteso posticipare gli effetti del contratto, pertanto è logico che la valutazione circa la possibilità o meno dell'oggetto sia anch'essa posticipata al medesimo momento di produzione degli effetti.

Chiaro che la vicenda impossibilità – possibilità dell'oggetto non dipende dallo *smart contract*, essendo condizione esterna rispetto allo stesso programma; affinché quest'ultimo possa comprendere tale evenienza, è necessario che la stessa venga portata a conoscenza del contratto "intelligente". In questo senso, se si tratta di un'impossibilità che le parti possono prospettare come sanabile, si potrebbe procedere come segue.

Lo *smart contract*, cioè, che voglia poter godere di un tale adattamento, deve essere a ciò istruito, divenire operativo e superare il blocco che si determina in virtù dell'impossibilità della prestazione. Sarà a tal fine opportuno che ogni programma per elaboratore venga istruito in tal senso, sia per evitare che lo stesso rimanga bloccato, sia per mitigare il costo di realizzazione che ogni programma, soprattutto se implementato su *blockchain,* comporta[239].

Si deve infine esaminare l'ipotesi della nullità di tipo testuale, che si ha quando la stessa sia comminata dalla legge. Non sembra vi sia spazio, in questa sede, per la programmazione di una tal fattispecie di nullità; vi sarebbe, infatti, il solito esito contraddittorio di cui si è scritto poc'anzi[240].

Il tema della nullità testuale sembrerebbe richiamare quello dell'integrazione di carattere cogente, la cui operatività è stata esclusa nel contesto degli *smart contract*, quantomeno nei termini tradizionali in cui tale istituto opera, cioè come strumento esterno rispetto al contratto (capitolo III del presente elaborato). Relativamente a questi limitati contesti si ritiene auspicabile l'adozione di programmi che consentano all'ordinamento di reagire, facendo uso di programmi ponte o di accessi *backdoor*, già previamente esaminati, che consentano di recuperare la legalità perduta in modo più efficace rispetto ad una tutela successiva, nonostante tale soluzione potrebbe minare la disintermediazione che caratterizza le catene di blocchi.

1.4. La conversione del contratto, la nullità parziale e i programmi per elaboratore.

Si devono ora esaminare gli istituti connessi alla nullità: il riferimento è, in particolare, alla nullità parziale, nonché al meccanismo di conversione del contratto nullo, ex art. 1424 c.c.[241].

---

[239] Sul punto cfr. N. GENTILE, *op. cit.,* 323.

[240] *Contra* la teoria ivi prospettata sempre N. GENTILE, *op cit*., p. 323: "*Anche in questo caso, la forma informatica non va in corto circuito con l'istituto previsto dalla legge per i contratti pre - smart contract".*

[241] S. D'ADDA, *Nullità parziale del contratto e tecniche di adattamento del contratto*, Padova, 2008, 1 ss., M. TAMPONI, *Contributo all'esegesi dell'art. 1419 c.c.,* in *Riv. trim. dir. proc. civ.,* 1978, 109, S. MONTICELLI, *Considerazioni in tema di nullità parziale, regole di comportamento e responsabilità del notaio*, in *Riv. dir. priv*., 2009, 103 ss., G. GIAMO, *Conversione del contratto nullo*,

Innanzitutto, ove le parti avessero provveduto ad una sorta di programmazione della nullità, attività limitata, come visto, a poche ipotesi, questa può facilmente essere progettata per operare o come nullità totale o parziale.

Ricordo che l'art. 1419 c.c. afferma che la nullità parziale di un contratto o la nullità di singole clausole non comporta nullità dell'intero contratto, "*se risulta che i contraenti non lo avrebbero concluso senza quella parte del suo contenuto che è colpita dalla nullità"*[242]. Viene quindi dato ampio margine di rilevanza alla volontà delle parti; ove queste avessero programmato una nullità totale dello *smart contract*, allora vuol dire che le stesse non avrebbero concluso il contratto senza quella parte colpita da nullità, dato il suo carattere di essenzialità.

Per tutti gli altri casi in cui la programmazione finirebbe per creare un esito contraddittorio o nel caso in cui le parti siano rimaste del tutto inerti, invece, è necessario verificare la volontà delle parti in sede giudiziale, demandando tale compito all'Autorità giudiziaria.

A tal fine, in primo luogo dovrà essere oggetto di indagine il testo contrattuale.

Spesso, infatti, gli *smart contract,* non sono conclusi in contrattazione algoritmica; pertanto, l'attività ermeneutica dell'interprete non incontrerà particolari ostacoli.

Diverso è invece il caso in cui la modalità algoritmica sia stata adoperata anche per la fase di formazione del contratto: in tale frangente le lingue sono due, quella informatica, alla quale viene affiancata quella di una traduzione in linguaggio naturale. È chiaro che il giudice dovrà fare riferimento alla seconda, tenendo a mente tale dualità, se del caso con l'ausilio di un programmatore o esperto informatico.

Quanto all'operatività dell'istituto della conversione, regolato dall'art. 1424 c.c., occorre ricordare che il contratto nullo, non potendo essere sanato, può tuttavia produrregli effetti di un contratto diverso, del quale contenga i requisiti di sostanza e di forma, qualora, avuto riguardo allo scopo perseguito dalle parti, debba ritenersi che esse lo avrebbero voluto se avessero conosciuto la nullità.

Si tratta, invero, di istituto difficilmente conciliabile con le tecnologie quali *smart contract* e *blockchain,* soprattutto per il fatto che è impossibile ipotizzare la conversione di un contratto sì nullo, ma già autoeseguito.

Al massimo, in sede di operatività della declaratoria di nullità, da effettuarsi *ex post*, si potrà verificare l'effettiva volontà delle parti nel volere gli effetti di un altro e diverso contratto;

---

in *Il codice civile. Commentario Schlesinger – Busnelli*, Milano, 2013, S. PAGLIANTINI, *Autonomia privata e divieto di convalida del contratto nullo,* Torino, 2007.

[242] Non si intende in questa sede soffermarsi sul secondo comma, il quale prevede che "*La nullità di singole clausole non importa la nullità del contratto, quando le clausole nulle sono sostituite di diritto da norme imperative*", posto che si tratta di argomenti già diffusamente trattati nel capitolo III allorquando si è discorso di integrazione dello *smart contract.*

non si tratta, tuttavia, tecnicamente, di convertire un contratto nullo, ma di costituire un rapporto contrattuale nuovo e diverso.

Non ha senso, in questa sede, discorrere di programmazione, come alcuni Autori hanno invece evidenziato[243].

Bisognerebbe, infatti, immaginare uno scenario particolare, nel quale le parti, conoscendo la causa di nullità, istruiscono lo *smart contract* a convertirsi in un altro e diverso contratto, attraverso specifici *input.* Dovrebbero, quindi, immaginare, anche il diverso tipo contrattuale nel quale lo *smart contract* dovrebbe convertirsi, verificando *ex ante* i contenuti essenziali di un altro e diverso contratto. Tali operazioni, oltre a essere contraddittorie, non paiono essere conformi al dato testuale della norma cui all'art. 1424 c.c., allorquando la stessa, imponendo di indagare la volontà delle parti con giudizio prognostico (come emerge dal testo "*se avessero conosciuto la nullità del contratto*"), fa riferimento al fatto che le parti non sono consapevoli, al momento della conclusione del negozio, della nullità che inficia il medesimo.

2.1. Annullamento dello smart contract*: in particolare, lo stato di incapacità e l'errore.*

Nella presente sezione sarà oggetto di indagine la figura – che riguarda pur sempre la patologia del contratto - dell'annullabilità[244].

La specificità di *DLT* e degli *Smart contract* pone questioni con riguarda anzitutto gli effetti, retroattivi, che conseguono di norma ad una pronuncia di annullamento del contratto: per esse si rinvia alle soluzioni prospettate già avanzate e trattate nel precedente paragrafo in tema di nullità. Altra criticità riguarda le stesse cause che possono determinare l'annullamento del negozio giuridico, che meritano di essere ripensate nel rispetto del mutato contesto tecnologico; si consideri, a titolo esemplificativo, la possibile rilevanza dell'errore di programmazione o l'effettiva portata applicativa dei concetti di dolo e violenza[245].

---

[243] N. GENTILE, *op. cit.,* 326: "*Si pone, a tal riguardo, l'opportunità della verifica, in sede di scrittura degli elementi dello smart contract -sia nel documento di background scritto che nei comandi di codice informatico – che detti elementi possano essere, appunto, passibili di convalida, ossia di essere, tal quali sono, considerati addendi di un diverso e non inteso ab initio, accordo contrattuale. Lo smart contract dovrà quindi contenere anche una valvola di apertura che consenta il possibile innesto di un negozio di conversione, sempre in forma di codice*".

[244] In tema di annullamento del contratto si vedano R. TOMMASINI, *Invalidità (Diritto privato)*, in *Enc. dir*., XXII, Milano, 1972, 575 ss., ID, *Annullabilità ed annullamento*, in *Enc. giur. Treccani*, Roma, 1988, 2 ss., F. LUCARELLI, *Lesione d'interesse e annullamento del con*tratto, Napoli, 2009, R. TOMMASINI – E. S. LA ROSA, *Dell'azione di annullamento*, in *Il Codice civile. Commentario*, fondato da Schlesinger, diretto da Busnelli, Milano, 2009, M. FRANZONI, *Dell'annullabilità del contratto, ibidem*, Milano, 2005.

[245] G. SALITO, *op. cit*., 398, la quale espressamente "*In siffatti casi, l'automatica esecuzione assicura ugualmente l'adempimento del contratto, pur a dispetto della reale intenzione di uno o di entrambi i contraenti, e rimette, in definitiva, il rispetto della normativa di cui agli artt. 1427 c.c. e ss. al ricorso alle ordinarie vie giudiziarie*".

Principiando dall'incapacità, legale e naturale del contraente, non si può non tenere in considerazione il tema della complessa identificazione delle parti, nonché dell'imputazione della volontà alle medesime.

È necessario osservare che, nella pratica degli *smart contract*, gli attori coinvolti vengono di norma riconosciuti unicamente tramite chiavi di crittografia asimmetrica; ciò significa che dietro lunghe stringhe alfanumeriche è spesso impossibile verificare l'esistenza di eventuali cause di incapacità. Se a ciò si aggiunge l'uso diffuso di tecniche di pseudonimizzazione dei dati, risulta particolarmente arduo sia accertare la capacità giuridica delle parti, sia individuare con certezza il soggetto da convocare in giudizio, qualora si rendesse necessario intraprendere un'azione legale[246].

Gli *smart contract* costituiscono una forma di automazione contrattuale senza precedenti: l'intero processo negoziale – dalla formazione dell'accordo all'esecuzione delle obbligazioni – è demandato al codice informatico, eliminando ogni interazione verbale o contatto diretto tra le parti. In tale prospettiva, la dichiarazione di volontà si traduce in un flusso di istruzioni, che il *software* interpreta ed esegue in modo meccanico, finendo con il configurare un modello contrattuale radicalmente diverso da quelli tradizionali.

Una delle questioni più dibattute in dottrina riguarda l'attribuzione di tali manifestazioni di volontà e, più in generale, l'identificazione dei contraenti. Se nel contratto classico la capacità di agire è verificata attraverso documenti di identità e formalità convenzionali, negli *smart contract* non esiste un equivalente scambio di attestazioni personali[247].

L'ordinamento giuridico intende dare rilevanza solo a dichiarazioni rese da soggetti pienamente capaci, come emerge dalla disciplina in tema di annullabilità del contratto per incapacità; tuttavia, non può non assumere rilevanza la circostanza che, nel caso delle tecnologie

---

[246] Relativamente al tema dell'identificazione delle parti si veda, *ex multis*, G. FINOCCHIARO, *Il contratto nell'era dell'Intelligenza Artificiale*, in *Riv. trim. dir. proc. civ*., 2, 2018, 441 ss., la quale approfondisce le tematiche in esame; tematiche approfondite anche dallo *Study on Blockchains. Legal, governance and interoperability aspects*, reperibile in https://www.eciia.eu/2020/03/study-on-blockchains-legal-governance-and-interoperability-aspects/: *"The legal literature has indicated potential difficulties for smart contracts to comply with requirement regarding the capacity to contract and the protection of minors. For instance, it can be problematic to ensure that when concluding a smart contract all the parties have a legal capacity. This is because as seen above, some smart contracts providers do not check for identity. The contracting parties to a smart contract are, at a technical level, not legal or natural persons but rather pseudonymous cryptographic public keys which may represent persons, firms or machines*"; cfr. anche L. PAROLA, P. MERATI e G. GAVOTTI, *op. cit*., 686. Si veda anche quanto scritto da F. FAINI, *op. cit.,* 297: "*Una problematica può essere ravvisata nell'identificazione dei contraenti, proprio in considerazione del meccanismo di funzionamento della blockchain basato sulla pseudonimizzazione dei soggetti. In considerazione dei requisiti che caratterizzano giuridicamente il contratto, è necessario che le parti siano identificate; nel caso dei contratti intelligenti, rischia di permanere il pericolo che il soggetto non sia chi afferma di essere e l'assenza di mezzi per verificare la capacità, con il conseguente rischio di annullabilità del contratto".*

[247] Come confermato dal contributo di K. WERBACH e N. CORNELL, *op. cit*., 313 ss., secondo i quali "*A smart contract is computer code representing an agreement between two or more parties, so one question might be whether it truly represents a meeting of the minds. Computers, after all, do not have minds, at least not outside the realm of science fiction. But this objection is quickly overcome. In modern contract law, offer and acceptance are evaluated objectively; that is, we allow evidence that both parties intend to be bound, and discard evidence about indicia of internal mental states. The fact that parties submit their cryptographic private keys to commit their resources to the smart contract is proof of such an intent".*

oggetto di trattazione nel presente elaborato, ambedue le parti si affidino ad una modalità di conclusione del contratto che non permette di ottenere un'identificazione soggettiva certa del dichiarante.

E ciò non è possibile nemmeno nel caso in cui venga utilizzata la firma digitale, qualora il titolare del certificato consenta ad un terzo di utilizzarlo, e quest'ultimo ne faccia un uso improprio.

In tale situazione, il contratto resta valido ed efficace, e il titolare del certificato potrà chiedere il risarcimento dei danni solo nei confronti di colui che abbia utilizzato impropriamente il certificato, sostituendosi al titolare, abusando o eccedendo rispetto alle istruzioni ricevute. In questo contesto, assume rilievo il principio di autoresponsabilità, secondo cui l'impiego degli strumenti informatici implica anche l'assunzione dei rischi connessi, determinando così il superamento della rilevanza del profilo soggettivo.

Il tema della capacità risulta quindi assorbito nell'identificazione soggettiva[248]. Posto che il certificato di firma digitale può essere rilasciato solo a chi è maggiorenne, si presume che chi contratta utilizzando la firma digitale abbia la capacità di agire e sia in grado di intendere e volere[249].

Ciò detto quanto alla fattispecie dell'incapacità, si deve proseguire con l'ipotesi dell'errore, sottolineando quanto segue[250].

Quest'ultimo, per inficiare lo *smart contract,* ai sensi dell'art. 1428 c.c., deve essere essenziale e riconoscibile. Essenziale è l'errore che incide su un elemento determinante del

[248] K. WERBACH e N. CORNELL, *op. cit.,* 313 ss. "*The issues with legal capacity are somewhat different. Here, the question is not what the contract includes, but who it binds. Those without legal capacity, including children, people with significant mental impairments, and the excessively intoxicated, are excused from contractual performance. As with consideration, smart contracts have no means to test for capacity. There is no legal limitation on minors having private encryption keys or owning Bitcoins, as they are currently restricted from having credit cards or accounts on payment services like PayPal. And if someone digitally signs a smart contract while dead drunk, or another person exploits those circumstances to get them that person do so, there is no future opportunity for subjective evaluation by the other party. The absence of a capacity test raises a deeper set of issues for smart contracts. The parties to a smart contract, at a technical level, are not people. They are cryptographic private keys. The secret private key represents the individual, based on a mathematical relationship with the associated public key. It is virtually impossible for someone who does not possess the private key to generate a valid digital signature that matches a given public key. This allows cryptographic keys to form the basis for digital identity systems".*

[249] Cfr. K. WERBACH e N. CORNELL, *op. cit.,* 313 ss.: "*The Blockchain does not have any context regarding why parties provide private keys to authorize a smart contract, only that they did. And no one can ask an arbiter to excuse performance because she signed with a gun to her head, because there is no arbiter. The arbiters are the computers operating the blockchain, and they only listen to the code of the smart contracts themselves".* Sul punto si veda C. IORIO, *op. cit.,* 674, S. NARDI, *Accordo concluso online dal minore d'età*, in www. *Comparazioneedirittocivile.it*, gennaio 2019, R. CLARIZIA, *Informatica e contratto: la identificazione dei contraenti*, in *Dialoghi con Guido Alpa,* Roma, 2018, 93 ss. In particolare, C. IORIO, *op. cit*., 674 espressamente osserva come "*La questione, in effetti, non è nuova, essendosi già posta -in termini essenzialmente assimilabili- con riferimento alla contrattazione telematica: anche in questo caso, l'assenza di un incontro tra persone reali ha condotto da tempo la dottrina a prospettare una più intesa tutela dell'affidamento, con conseguente impossibilità di invalidare il contratto concluso dall'incapace online. Come nel caso del contratto telematico, allora, anche nello smart contract concluso on chain "ciò che appare deve considerarsi reale*".

[250] Di tale tematica si sono occupati anche K. WERBACH e N. CORNELL, *op. cit*., 313 ss.: "*A second problem related to meeting of the minds arises when the contract itself is clear, but does not represent the intent of the parties, for example, if a party enters into an agreement due to fraud or duress. In such a situation, performance may be excused. The contract itself is valid; it is simply not enforceable. Yet, the distinction between validity and enforceability is precisely the one that smart contracts elide. A smart contract is valid if it is accepted as part of the consensus process on the blockchain ledger. Once that happens, it is ineluctably enforced, even if fraudulently induced".*

contratto; a tal fine, l'art. 1429 c.c. contiene un'utile elencazione delle tipologie di errore che devono essere ritenute tali[251]. È riconoscibile, invece, quando una persona di normale diligenza avrebbe potuto rilevarlo, tenendo conto delle circostanze del caso concreto[252].

Tra i due requisiti, è chiaro che, quando si utilizza la contrattazione algoritmica anche per la fase di conclusione del contratto, appare maggiormente complessa la verifica non tanto del requisito dell'essenzialità, quanto quello della conoscibilità da parte dell'altro contraente dell'errore.

In particolare, nel caso in esame, momento centrale della contrattazione algoritmica è la fase c.d. di *coding*, nella quale si ha la redazione in linguaggio informatico delle linee di codice contenenti le istruzioni per il corretto funzionamento del *software.* Si tratta di una fase particolare e delicata, al termine della quale l'algoritmo e le istruzioni in esso contenute divengono immodificabili e irretrattabili.

Nell'ambito delle operazioni di traduzione della volontà contrattuale in codici informatici, si distinguono due diverse fasi; la prima è quella di formazione della volontà, la seconda quella relativa alla sua esternazione – informatica, quale dichiarazione codificata.

Quando si parla di *smart contract*, non è tanto l'errore che incide sulla formazione della volontà ad essere rilevante, quanto quello riguardante l'esternazione di tale determinazione volontaria, cioè la divergenza tra volontà e dichiarazione, e, di conseguenza, ciò che comunemente viene descritto come errore ostativo, al quale il Codice civile, all'art. 1433 dedica la stessa disciplina dell'errore vizio, disponendo espressamente che "*Le disposizioni degli articoli precedenti si applicano anche al caso in cui l'errore cade sulla dichiarazione, o in cui la dichiarazione è stata inesattamente trasmessa dalla persona o dall'ufficio che ne era stato incaricato*"[253].

---

[251] Espressamente l'art. 1429 c.c., secondo cui "*L'errore è essenziale: 1) quando cade sulla natura o sull'oggetto del contratto; 2) quando cade sull'identità dell'oggetto della prestazione ovvero sopra una qualità dello stesso che, secondo il comune apprezzamento o in relazione alle circostanze, deve ritenersi determinante del consenso; 3) quando cade sull'identità o sulle qualità della persona dell'altro contraente, sempre che l'una o le altre siano state determinanti del consenso; 4) quando, trattandosi di errore di diritto, è stata la ragione unica o principale del contratto".*

[252] L. BARCHIESI, *L'errore di diritto nel contratto: storia e sistematica di una nozione nella riflessione dottrinale*, in *Riv. dir. civ.,* 2012, I, 167 ss., E. LECCESE, *Sulla scusabilità dell'errore tra Codice civile e principi sovranazionali del diritto dei contratti*, in *Obbl. e Contr*., 2008, 50 ss., A. LUCCA, *La riconoscibilità dell'errore e il principio dell'affidamento,* in *Nuova giur. civ. comm*., 1990, II, 353 ss., G. VILLA, *Errore riconosciuto, annullamento del contratto ed incentivi alla ricerca di informazioni*, in *Quadrimestre,* 1988, 286, G. CRISCUOLI, *Errore di diritto e riconoscibilità*, in *Riv. dir. civ*., 1986, 383 ss.

[253] Cfr. M. GIACCAGLIA, *Il contratto del futuro*, *op. cit*., 161 ss.: "*Premesso che non si ritiene possano essere sollevati dubbi sull'applicazione della menzionata disciplina anche alle ipotesi di contrattazione smart, e ritenuto che quelle del dolo e della violenza rappresentino fattispecie difficilmente verificabili e comprovabili in giudizio, ci si permette di soffermarsi brevemente sull'errore, che, invece, come già si è detto, potrebbe essere statisticamente più plausibile nell'alveo della contrattazione basata sull'automazione e il linguaggio informatico, e sarebbe decisamente più dannoso in quanto gli smart contract si prestano ad una ripetizione seriale e ad una maggiore velocità degli scambi, con il risultato che una clausola mal formulata o mal rappresentata in codice informatico potrebbe rendere annullabile un numero assai elevato di contratti, a meno che, come noto, prima che ad una parte possa derivare pregiudizio, l'altra offra di eseguirlo in modo conforme al contenuto e alle modalità del contratto che quella intendeva concludere"*. G. FINOCCHIARO, *op. cit,* 455 ss., la quale, espressamente: "*Il che diviene ancora più complesso qualora il programma sfrutti un sistema di auto-apprendimento e dunque "impari", per così dire, dalle circostanze. L'oggetto del contratto in questo caso certamente non è determinato. Esso è determinabile, ma non sempre prevedibile, sulla base di criteri e di parametri*

Formulate queste considerazioni, al fine di meglio comprendere l'effettiva portata applicativa dell'errore descritto nel contesto dei *contratti intelligenti*, si rende necessario distinguere a seconda che la parte possegga o meno conoscenze informatiche tali da comprendere il funzionamento e la logica dell'algoritmo.

In particolare, nel caso in cui, com'è di norma, i soggetti non abbiano competenze informatiche di alto livello, e si affidino, ai fini della contrattazione in modalità algoritmiche, ad esperti programmatori, è chiaro che la conoscibilità dell'errore non potrà mai essere accertata, in quanto la media diligenza e le circostanze del caso concreto sono tali da far propendere per un mancato riscontro di tale requisito; in altri termini, la mancata coincidenza tra volontà dichiarata e la sua trasmissione non può essere rilevata dalla parte con immediatezza, stante l'assenza di competenze tecniche, ma solo successivamente, cioè, *ex post,* quando il programma per elaboratore, sia esso inserito o meno in una *blockchain*, si sia già auto eseguito[254].

In tale frangente, non risulta possibile invocare l'annullamento del contratto, mancando uno dei requisiti all'uopo richiesti. Il rischio di eventuali discrepanze fra la volontà originaria e quella tradotta nel programma informatico ricadrà pertanto sul cosiddetto *dominus del computer*, in ossequio del principio *cuius commoda eius incommoda.* Tale onere si giustifica in considerazione dei vantaggi offerti dalle tecnologie algoritmiche, in particolare sotto il profilo dell'efficienza esecutiva e dell'ottimizzazione delle risorse[255].

Insomma, nel bilanciamento tra tutela del contraente caduto in errore e tutela dell'affidamento della controparte che quell'errore non è in grado di riconoscerlo, prevale, considerate anche le caratteristiche proprie della *blockchain*, la logica dell'affidamento, secondo il principio di autoresponsabilità.

Nel caso in cui, invece, il contraente fosse un professionista, e quindi la diligenza lui richiesta fosse quella di un soggetto "qualificato", è chiaro che al fine di analizzare il requisito della riconoscibilità, sarà esigibile nei suoi confronti uno sforzo maggiore, per il fatto che il

---

che in taluni casi non consentono una rappresentazione anticipata. In questo caso, il contraente potrebbe non essere in condizione di conoscere in modo compiuto anticipatamente il contenuto del contratto che andrà a concludere. Ma avrà comunque espresso rispetto alla conclusione del contratto la propria dichiarazione positiva di volontà".

[254] Espressamente A. D'ADDA, *op. cit*., 105 ss. "*Anche qui l'accertamento successivo dell'errore nulla può contro l'irreversibilità della transazione operata sulla Blockchain, sicché anche in tal caso, fuori dalla spontanea ottemperanza della parti sulla Blockchain, il rimedio attivabile risulta essere quello risarcitorio e compensativo*". Sul punto, fra gli altri G. SALITO, *op. cit*., 395: "*Il controllo, in altri termini, avviene ex post, nel momento in cui, appunto, lo smart contract ha già dato esecuzione alle istruzioni ricevute*".

[255] Espressamente M. F. TOMMASINI, op. cit., 831 ss.: "*…omissis…va sottolineato come esista negli smart contracts un rischio più elevato per i contraenti non professionisti, che, comunque, è consapevolmente accettato nel momento della scelta di affidare la conclusione di una transazione ad un elaboratore*". Anche M. GIACCAGLIA, *Il contratto del futuro, op. cit*., 161, il quale espressamente: *"...omissis… sarà comunque necessario che esso sia, ai sensi dell'art. 1428 c.c., riconoscibile, e pertanto rilevabile da una persona di norma diligenza (art. 1431 c.c.), ed essenziale, e quindi attinente agli elementi individuati espressamente dal legislatore*".

contraente professionale può comprendere con più facilità i procedimenti sottesi e il funzionamento stesso di queste nuove tecnologie.

Pertanto, l'utente professionale ha la possibilità di rilevare, in maniera più o meno agevole la presenza di eventuali vizi, ed in particolare, di errori ostativi, il che apre alla possibilità di richiedere l'annullamento del contratto; annullamento che, allo stato, per le considerazioni già effettuate anche in punto di nullità e risoluzione del contratto, non può che avvenire, per lo più, esternamente rispetto al funzionamento del programma per elaboratore.

2.3. La rettifica e gli errori di calcolo. L'errore di programmazione.

Ciò detto, occorre in questa sede interrogarsi circa la compatibilità tra tecnologie algoritmiche e rettifica del contratto, disciplinata dall'art. 1432 c.c., secondo la quale "*La parte in errore non può domandare l'annullamento del contratto se, prima che ad essa possa derivarne pregiudizio, l'altra offre di eseguirlo in modo conforme al contenuto e alle modalità del contratto che quella intendeva concludere"*[256].

Innanzitutto, l'istituto in esame, per poter assumere una qualche rilevanza nel contesto degli *smart contract*, dovrebbe essere predefinito all'interno del programma. Attraverso l'operatività di un oracolo, in particolare, sarebbe possibile per la parte il cui errore era conoscibile (se l'errore non è conoscibile, infatti, non si può procedere all'annullamento del contratto, neppure se in forma di *smart contract*), introdurre un'offerta "*di eseguirlo in modo conforme al contenuto e alle modalità del contratto che quella intendeva concludere* (cioè, la parte caduta in errore)[257].

Quanto, invece, agli errori di calcolo, occorre osservare come sia difficile che si verifichino errori di tal genere; soprattutto se si considerano i meri errori di carattere aritmetico, il programma è in grado in modo autonomo, essendo il suo funzionamento basato su algoritmi e indici matematici, di correggerli in modo automatico.

Nel caso si trattasse, invece, di un errore di calcolo fatto *a monte,* non qualificabile quale errore aritmetico, pare difficile che il codice possa autocorreggersi; pertanto, o le parti, in sede di programmazione, hanno aggiunto la possibilità di rettificare il contratto, eventualmente anche utilizzando gli oracoli, oppure lo *smart contract* si auto-esegue sulla base delle istruzioni programmate, nonostante la presenza degli errori suddetti[258].

---

[256] In tema di rettifica del contratto si veda V. E. QUADRI, *La rettifica del contratto*, Milano, 1973, 1 ss., V. PIETROBON, *L'errore nella teoria del negozio giuridico*, Padova, 1963, 1 ss., M. ALLARA, *La teoria generale del contratto*, Torino, 1955, 711 ss.

[257] Fra gli altri, espressamente, M. F. TOMMASINI, *op. cit*., 831 ss.: "*Uno smart contract aperto ad una proposta di modifica unilaterale consentirà di salvaguardare l'attività contrattuale svolta e le intenzioni delle parti*". Contra, invece C. IORIO, *op. cit.,* 676: "*La rettifica del contratto annullabile in caso d'errore,… omissis…, sembra difficilmente conciliabile con l'immutabilità del sistema dei Registri Distribuiti*".

[258] M. F. TOMMASINI, *op. cit.,* 831 ss. ammette espressamente che, con riguardo alle operazioni effettuate dall'elaboratore sulla base delle istruzioni impartite dal programma "*anche in questo caso può procedersi a semplice rettifica del contratto*".

A completamento di quanto appena scritto, giova ora riflettere circa una particolare tipologia di errore, che assume rilevanza all'interno delle tecnologie in esame, conosciuta come *errore di programmazione*.

In presenza di gravi errori di programmazione o anche di malfunzionamenti del programma stesso, con particolare riguardo ai sistemi *blockchain*, si può verificare l'evenienza che i contraenti siano chiamati a confrontarsi con risultati non attesi rispetto ai loro *desiderata*[259].

Quando le parti non possiedono conoscenze tecniche sufficienti per programmare un contratto intelligente, devono affidarsi ad un intermediario: il necessario intervento di un tecnico rischia di reintrodurre un elemento di intermediazione, che, di fatto, si contrappone alla logica delle tecnologie in esame.

Non solo, il programmatore potrebbe commettere degli errori durante la sua attività informatica (c.d. errore di programmazione, appunto).

In tal caso, il risultato, che, di fatto, verrebbe a prodursi, si risolve in una divergenza fra voluto e dichiarato, al pari della disciplina dell'errore tradizionale e, in particolare, di quello ostativo.

Si deve rilevare come tale forma di errore possa assumere rilevanza quando: a) il tecnico mal traduce in codice l'intento di una parte, la quale, poi, si troverà di fronte all'esecuzione di una prestazione difforme da quanto desiderato; b) ci dovessero essere malfunzionamenti connessi con l'utilizzo di oracoli[260].

Innanzitutto, analizzando il rapporto intercorrente tra le parti e il programmatore, questo potrebbe facilmente essere sussunto all'interno della fattispecie contrattuale atipica del "*contratto di sviluppo del software",* da ricondursi nell'ambito del contratto di appalto o della prestazione d'opera.

Laddove la parte (o anche entrambe) dovesse essere danneggiata da un errore di programmazione, potrà essere richiesto un risarcimento nell'ambito di una responsabilità di carattere contrattuale ex art. 1218 c.c.[261].

Si immagini il caso in cui, a subire un pregiudizio, sia esclusivamente una delle parti.

---

[259] M. F. TOMMASINI, *op. cit.,* 831 ss.: "*In presenza di gravi errori di progettazione (bugs) del programma o se la Blockchain non sia perfettamente funzionante tanto da ingenerare errori di programmazione, lo smart contract potrebbe portare i contraenti (o anche uno di essi) a confrontarsi con risultati molto dissimili da quelle che erano le loro (sue) iniziali previsioni. Che la Blockchain, pur sottoposta a pesanti sessioni di testing, possa essere malfunzionante nonostante ne siano sottolineati i caratteri di sicurezza ed inalterabilità dei dati, è un fatto pressoché condiviso*".

[260] Diverso è il caso, che in questa sede non si intende analizzare, "*in cui l'oracolo erri nel comunicare l'avvenuta realizzazione di un presupposto cui le parti avevano rimesso la conclusione del contratto. Fattispecie, questa, che – riguardando il perfezionamento di un accordo sulla base di un presupposto di fatto non esistente – richiama l'istituto della presupposizione, che dovrebbe condurre alla risoluzione dello smart contract*"; sul punto cfr. C. IORIO, *op. cit.,* 675.

[261] P. G. CASALI, *Il contratto di sviluppo di software alla luce della disciplina sull'appalto,* in *I Contratti*, 1, 2025, 62 ss.

Non appare plausibile, in un simile contesto, ritenere configurabile l'annullamento del contratto, non soltanto in ragione del fatto che l'errore – pur concretizzandosi in una divergenza fra la volontà e la dichiarazione – costituisce il prodotto di un'anomalia nella programmazione, e non un errore imputabile alla parte che ne risulta pregiudicata, ma anche perché occorre tutelare l'affidamento che l'altra parte ha riposto nell'accordo. Quest'ultima, infatti, non essendo dotata delle competenze tecniche necessarie, non è in grado di individuare l'errore di programmazione, con conseguente assenza di uno degli elementi richiesti per legittimare l'annullamento del contratto.

Si consideri un'ulteriore fattispecie nella quale le parti, prive di specifiche competenze in materia di contrattazione algoritmica, abbiano congiuntamente scelto un programmatore e l'errore di quest'ultimo, in sede di codifica, abbia prodotto un danno ad entrambe.

Tralasciando per il momento gli aspetti risarcitori già menzionati, si potrebbe prospettare, *de jure condendo*, la caducazione del contratto mediante annullamento, da legittimarsi unicamente sulla circostanza che l'errore di programmazione – pur non imputabile alle parti contraenti – incida su un requisito essenziale dell'accordo. In tale contesto, non sembrerebbe necessario tutelare alcun affidamento, atteso che ambedue le parti si trovano a confrontarsi con un esito difforme rispetto a quello desiderato e ne risultano danneggiate.

Da tenere distinta rispetto alla responsabilità del programmatore, è l'ipotesi della responsabilità del gestore – creatore della piattaforma *blockchain,* nel caso di suoi malfunzionamenti. Nonostante i vari *testing* cui è sottoposto il registro distribuito, infatti, potrebbero pur sempre verificarsi malfunzionamenti in grado di arrecare un danno economico alle parti che operano sulla piattaforma. La materia non ha ancora trovato un adeguato apparato normativo, il che accresce le difficoltà nell'individuare chi deve rispondere e a che titolo.

Tuttavia, che vi sia un problema riguardante la responsabilità del gestore – creatore della piattaforma lo dimostra anche il fatto che, quando gli utenti decidono di effettuare il *download* del programma che consente poi di utilizzare la piattaforma, devono accettare e sottoscrivere alcune clausole di integrale esonero da responsabilità del gestore: clausole della cui validità è lecito dubitare, sia nell'ambito dell'art. 1229 c.c., che in quello della disciplina consumeristica sulle clausole vessatorie.

Si è evidenziato, tra l'altro, come uno dei problemi sia proprio quello relativo all'individuazione del responsabile. Non sembra, infatti, che il gestore creatore della piattaforma possa essere assimilato ad un *internet provider*, il quale pure gestisce piattaforme in cui v'è un flusso continuo di dati.

La struttura intrinsecamente decentralizzata dei registri distribuiti impedisce infatti qualsiasi forma di controllo sulle operazioni illecite poste in essere dagli utenti, contrariamente a quanto avviene nel caso degli *internet provider*, soggetti all'obbligo di rimozione dei contenuti illeciti. I gestori della piattaforma *blockchain,* pur essendo tenuti a rimuovere le informazioni illecite di cui vengano a conoscenza, non dispongono delle risorse tecniche necessarie per eliminare da ciascun nodo un contratto invalido, né possiedono l'autorità per intervenire sui rapporti giuridici intercorrenti tra terzi.

Tale impossibilità di controllo esclude l'applicabilità di un regime di responsabilità basato sulla colpa: nondimeno, è ragionevole attribuire agli stessi gestori l'onere di rispondere dei danni subiti dagli utenti a seguito di un malfunzionamento delle piatteforme, considerato che essi erano gli unici in grado – e quindi tenuti – a evitarlo. Questa considerazione giuridica fonda la configurazione di una responsabilità oggettiva. Il creatore e manutentore del *software,* mettendo a disposizione il programma, si assume il rischio di eventuali danni derivanti dall'uso della tecnologia, rispondendo delle conseguenze a prescindere da un giudizio sulla diligenza impiegata e, quindi, a titolo di responsabilità oggettiva[262].

2.4. Dolo e violenza e tecnologie algoritmiche.

Quanto, invece, ai vizi del dolo e della violenza, va osservato che questi risultano scarsamente verificabili nel mondo della contrattazione algoritmica, in virtù dell'automazione che caratterizza tali ambienti. Al massimo, parrebbero ipotizzabili nel preliminare che le parti potrebbero aver concluso quando hanno scelto la contrattazione algoritmica come mezzo per regolare i loro interessi[263].

Tuttavia, anche le categorie di dolo e violenza richiedono un riesame alla luce della contrattazione algoritmica, poiché tali vizi possono riverberarsi non direttamente sulle parti contraenti, bensì sul professionista incaricato della programmazione.

Si prenda in considerazione, in via esemplificativa, il caso in cui gli artifici o inganni vengano indirizzati nei confronti del programmatore: qui occorre innanzitutto individuare il

---

[262] Cfr. C. CASTRONOVO, *La responsabilità del prestatore di servizi nella proposta di direttiva comunitaria*, in *Foro.it*., 1994, V, 273 ss., G. WAGNER, *Robot liability*, in *https://www.rewi.hu-berlin.de,* 2019, 36, C. LEANZA, *Intelligenza artificiale e diritto: ipotesi di responsabilità civile nel terzo millennio*, in *Resp. civ. prev*., 2021, 3, 1011 ss., N. BUONANNO, *La responsabilità civile nell'era delle nuove tecnologie: l'influenza della blockchain*, in *Resp. civ. prev*., 2020, 1618 ss., G. FINOCCHIARO, *Intelligenza artificiale e responsabilità,* in *Contratto e impresa*., 2020, 713 ss.

[263] C. PAULICELLI, *Il dolo omissivo quale causa di annullamento del contratto*, in *Contratti,* 2012, 681 ss., I. FEDERICI, *Dolo incidente e regole di correttezza*, Napoli, 2010, 1 ss., G. SCHIAVONE, *Dolo (raggiro) e responsabilità precontrattuale*, in *Resp. civ. prev*., 2008, 786 ss., F. CEPPI, *Il dolo nei contratti*, Padova, 2001, M. DELLA CHIESA, *Violenza relativa e stati emotivi interni del contraente*, in *Contratti,* 2008, 1115 ss., F. RIMOLDI, *La violenza quale vizio del consenso contrattuale*, in *Contratti*, 2007, 1054 ss., A. FIGONE, *La violenza – Artt. 1434 – 1438 cod. civ*., in *Il Codice civile. Commentario Schlesinger – Busnelli,* Milano, 2005, 1 ss., C. CICERO, *La violenza nel negozio giuridico*, Padova, 2000, 1 ss., G. D'AMICO, *Violenza generale (diritto privato),* in *Enc. Dir*., XLVI, Milano, 1993 ss.

soggetto responsabile dell'illecito. Qualora risulti che una delle parti abbia indotto in errore il tecnico addetto – e ciò sia stato determinante ai fini della conclusione dell'accordo – si potrà invocare l'annullamento del contratto ai sensi dell'art. 1439, comma 1 c.c.

Se, al contrario, l'autore del dolo sia un terzo estraneo al rapporto, si applicherà l'art. 1439, comma 2, c.c.

Quanto alla valutazione circa la distinzione tra dolo incidente e dolo determinante, la stessa non è di agibile valutazione, nell'ambito e nel contesto della contrattazione algoritmica, in quanto si tratta pur sempre di verificare un atteggiamento interno della parte che ha subito il raggiro, soprattutto nel caso in cui le parti abbiano deciso di procedere direttamente alla fase di contrattazione, senza affidarsi ad un programmatore; infatti, la verifica della circostanza per cui la parte avrebbe sì concluso il contratto, *"ma a condizioni diverse*" appare verificabile solo nel caso limite in cui la stessa abbia dato istruzioni e le stesse siano state consegnate al programmatore. Solo in tal modo potrà essere indagata l'effettiva volontà delle parti, salvi, ovviamente, gli eventuali rimedi esterni e successivi di cui si è detto.

Anche in ordine alla violenza è utile qualche precisazione.

La violenza morale – consistente nella costrizione a rendere una dichiarazione negoziale sotto la minaccia di un danno, assume caratteristiche originali quando si applica alla contrattazione algoritmica.

In primo luogo, se l'intimidazione è rivolta al programmatore incaricato della messa a punto del *software*, il contraente non subisce direttamente alcuna pressione: in tal caso, la minaccia non è rivolta alla sua persona, con la conseguenza che la parte non può richiedere l'annullamento del contratto.

Se, invece, la violenza morale colpisce direttamente il contraente (trattasi, per lo più di un caso di scuola, se si tiene in considerazione che spesso le parti, soprattutto in caso di transazione inserite on *chain*, sono molto distanti tra loro, non si conoscono e magari agiscono per mezzo di pseudonimi), la disciplina codicistica tradizionale, seppur con i dovuti adattamenti, è integralmente richiamabile, in quanto la pressione grava effettivamente sulla capacità della parte contraente di esprimere una volontà negoziale genuina[264].

2.5 La convalida.

[264] Sul punto si veda anche M. IECHER, *I vizi del consenso nel contratto cibernetico*, in *https://www.jet.it/approfondimenti-giuridici*, consultato in data 27 marzo 2024 e G. SALITO, op. cit., 399.

È ora il momento di analizzare l'istituto della convalida, regolata dall'art. 1444 c.c.: ben si sa che il contratto annullabile possa essere convalidato dal contraente al quale spetta l'azione di annullamento, in modo espresso o tacito[265].

Non pare possibile, nel contesto delineato dalle nuove tecnologie, e, in particolare, dagli *smart contract,* applicare la sanatoria prevista per il contratto annullabile*;* se infatti, il programma si autoesegue, dando esecuzione alle prestazioni ivi dedotte a prescindere, inoltre, dalla volontà delle parti stesse, anche in presenza di una causa di annullamento, allora il contratto è, in un certo senso, per sua natura già convalidato[266].

Non si tratta di una convalida vera e propria, bensì di un risultato equivalente ad una convalida, derivante dall'automatica esecuzione della prestazione, secondo il paradigma *if this then that.*

Ad esempio, si supponga che una delle parti, dopo l'esecuzione dello *smart contract*, resasi conto del proprio errore o di essere stata raggirata, decida di non agire con l'azione di annullamento, da esercitarsi *ex post*.

Non sembra che in un contesto del genere possa predicarsi la possibilità di convalidare il contratto; la parte, infatti, dovrebbe dichiarare di voler dare comunque esecuzione ad uno *smart contract*, che per sua natura si è già eseguito.

In tal caso, allora, la convalida può essere interpretata come istituto rimediale *ex post*, cioè come volontà della parte di non voler dare seguito alla richiesta di annullamento del contratto o come messa in atto di comportamenti contrari rispetto alla volontà di agire in giudizio (così realizzando una sorta di convalida tacita).

3. La rescissione del programma per elaboratore

Una piccola chiosa, a completamento del discorso e dell'analisi del presente elaborato, deve essere effettuata con riguardo ad un istituto dalla rara applicazione pratica, ma che, nel contesto degli *smart contract*, è destinato a sollevare problemi e questioni non dissimili da quelli derivanti dalla risoluzione; il riferimento è all'istituto della rescissione del contratto[267].

---

[265] Sul punto, in generale si vedano M. FRANZONI, *Il recupero dell'efficacia del contratto invalido*, in *Diritto privato*, 2000, 113 ss., R. TOMMASINI, voce *Sanatoria (dir. priv.),* in *Enc. Giur*., XLI, Milano, 1989, 230 ss., S. PAGLIANTINI, *Autonomia privata e divieto di convalida del contratto nullo*, Torino, 2009; G.B. FERRI, *Il c.d. recupero del negozio invalido*, in *Riv. dir. comm. e dir. gen. obbl*., 1986, 1 ss.;

[266] Argomentazioni contrarie, in questo senso possono essere ricondotte a diverse voci della dottrina, fra cui N. GENTILE, *op. cit*., 317 ss. secondo il quale "*Non si intravede alcuna problematica particolare per l'adattamento allo smart contact della vicenda relativa alla convalida di un contratto annullabile. E difatti, nulla quaestio per la volontaria esecuzione che venga fatta conoscendo il motivo di annullabilità (si pensi alla notifica intra smart contract di un motivo di annullabilità che venga superata da una successiva esecuzione del contratto) e parimenti, per il comando, intra smart contract, che contenga, come prescrive la norma, la menzione del contratto e del motivo di annullabilità e la dichiarazione che s'intende convalidarlo*".

[267] Sembra condividere le riflessioni del presente elaborato anche C. IORIO, *op. cit.,* 676: "*Va, infine, precisato che la rescindibilità dello smart contract appare difficilmente ipotizzabile. E ciò, non tanto in astratto, potendosi programmare nell'algoritmo un nutrito ventaglio di ipotesi configurabili come stato di necessità o di pericolo, azionabili dal contraente all'occorrenza, onde*

Quest'ultima opera quando il contratto sia stato concluso in stato di pericolo o con sproporzione tra le prestazioni, quando tale divario sia dipeso dallo stato di bisogno di una delle parti contraenti[268].

Quanto alla prima ipotesi, la stessa sembra difficilmente realizzabile, per il fatto che il dialogo tra *computer,* con la conseguente apposizione di firma o codici identificativi a sancirne la validità, non può essere subordinato al riconoscimento di uno stato soggettivo di pericolo. Né pare ipotizzabile la creazione, pur sempre programmata, di una *library* che contenga ogni variabile immaginabile di un tale *status*[269].

Maggiormente verificabile nel contesto dei programmi per elaboratore pare essere l'ipotesi della rescissione cd. *in stato di bisogno,* in quanto la valutazione circa la sproporzione delle prestazioni dedotte nel contratto si presta in misura maggiore ad essere apprezzata in termini oggettivi. Le funzioni dello *smart contract*, cioè, potrebbero essere attivate per riconoscere la lesione *ultra dimidium*, nel caso in cui le parti la predefinissero.

Tuttavia, così ragionando, si determinerebbe una sorta di contraddizione in termini, posto che non avrebbe senso, per una parte, abusare dello stato di bisogno e al contempo costruire uno *smart contract* con previsione di una sua rescissione nel caso si determini una lesione *ultra dimidium*, cui la stessa ha contribuito e profittato. Sembra che ad essere incompatibile con il congegno dei programmi per elaboratore, in questo caso, sia non tanto la sproporzione delle prestazioni, la quale, effettivamente, può essere astrattamente compresa dall'algoritmo, ove programmata, quanto la stessa natura della rescissione, che richiede che una parte si approfitti dello stato di bisogno del contraente in modo volontario e consapevole.

Al di là di queste osservazioni, quindi, o la lesione viene programmata, e allora la funzione algoritmica riesce a procedere alla rescissione o il rimedio in esame non può che operare *ex post*[270].

In ogni caso, anche chi sostiene l'operabilità di una rescissione del contratto in stato di bisogno in presenza di un programma per elaboratore, incontra difficoltà nel conciliare lo *smart contract* e la norma cui all'art 1450 c.c., che prevede che il contraente contro il quale è domandata

---

bloccare l'esecuzione di un contratto; così come pure potrebbe impostarsi un parametro oggettivo per la misurazione della iniquità della prestazione. Tuttavia, la circostanza che il negozio sia concluso sulle piattaforme da utenti individuati mediante il riferimento ad una mera stringa di codice, rende in concreto, difficilmente configurabile il requisito soggettivo dell'approfittamento".

[268] Sulla rescissione si vedano M. DE POLI, *La rescissione del contratto*, Napoli, 2011, 1 ss. G. BENEDETTI, *La rescissione nell'orizzonte della fonte e del rapporto giuridico,* in *Riv. trim. dir. proc. civ*., 2007, 15, R. LANZILLO – A. RICCIO, *Rescissione del contratto*, in *Commentario del Codice civile Scialoja Branca,* a cura di Galgano, Bologna – Roma, 2005, 1 ss., B. G. CARPINO, *La rescissione del contratto*, in *Il Codice civile. Commentario*, diretto da Schlesinger, Milano, 2000, 1 ss.

[269] V. F. M. TOMMASINI, *op. cit.,* 831 ss.

[270] Ammette tale forma di rescissione, ad esempio, M. F. TOMMASINI*, op. cit.,* 831 ss., secondo la quale le funzioni dello *smart contract* potrebbero essere attivate per riconoscere la lesione *ultra dimidium*, la quale, essendo elemento misurabile, una volta calcolato, potrebbe attivare la funzione che rescinde il contratto.

la rescissione possa evitarla offrendo una modificazione del contratto sufficiente a ricondurlo ad equità[271].

Il sistema al quale viene inviata la domanda di rescissione, quindi, potrebbe evitarla proponendo una modifica del contratto tale da ricondurlo ad equità. Il problema, com'è evidente, sta nell'impiego di concetti elastici, fra cui rientra quello in esame, che non possono essere allo stato compresi dallo *smart contract* in modo autonomo.

Le parti possono ovviare a questo problema prevedendo, in particolare, la predeterminazione del giusto prezzo che deve essere corrisposto a fronte di una determinata prestazione[272].

Verrebbe in ogni caso, a concretizzarsi quella contraddizione di cui già si è detto nelle prefate considerazioni.

[271] In tema di riduzione ad equità si veda F. CARNELUTTI, *Preclusione dell'offerta di riduzione ad aequitatem del contratto rescindibile, in Giust. Civ*., 1979, I, 1091 ss., A. DALMARTELLO, *Lesione, riduzione del contratto all'equità e svalutazione monetaria,* in *Temi,* 1948, 37 ss., E. GABRIELLI, voce *Offerta di riduzione ad equità del contratto*, *in Digesto IV, sez. civ. Aggiornamento*, Torino, 2003, 972.

[272] Superato il termine di un anno dalla conclusione del contratto, la funzione si disattiva, ferma comunque la possibilità di riattivarla nel caso in cui ci si trovi dinnanzi ad una fattispecie di reato, nel qual caso il termine di prescrizione sarà diverso, ex art. 1449 c.c. Sul punto si legga quanto descritto da F. M. TOMMASINI, *op. cit*., 831 ss.

CAPITOLO V

LA GESTIONE DELLE SOPRAVVENIENZE CONTRATTUALI

1.1. Il tema delle sopravvenienze: breve inquadramento. – 1.2. Ipotesi di rimedi a carattere manutentivo. – 1.3. Gli eventi sopravvenuti negli smart contract. – 1.4. Regolamento UE 2854/2023, c.d. Data Act. – 1.5. Alcuni aspetti pratici. - 1.6. Brevi riflessioni, de jure condendo, sulla rinegoziazione del contratto. - 2. Riflessioni sull'esecuzione automatizzata: è sempre in grado di garantire l'adempimento dello smart contract? - 2.2. L'adempimento dello Smart contract e le relative disposizioni codicistiche; 2.3 Rapporti con la clausola solve et repete. - 2.4. La risoluzione del contratto per inadempimento: possibile convivenza con i programmi per elaboratore. 2.5. lo smart contract e la risoluzione stragiudiziale; 3. Brevi riflessioni sulla tutela c.d. ex post.

1.1. Il tema delle sopravvenienze: breve inquadramento.

Il dibattito circa le modalità di gestione delle sopravvenienze contrattuali risulta, ad oggi, fra i temi maggiormente indagati dalla dottrina civilistica del nostro Paese[273].

Tra gli altri, si pensi al caso di un contratto a prestazione corrispettive, a esecuzione continuata, periodica ovvero a esecuzione differita, allorché un evento renda impossibile o eccessivamente onerosa la prestazione dedotta nel contratto a carico di una delle parti.

Per ipotesi del genere, il nostro Codice civile, pur contemplando la possibilità di adottare istituti di carattere manutentivo, prevede in genere il rimedio della risoluzione del contratto: noti sono gli istituti, a titolo esemplificativo, della risoluzione per impossibilità sopravvenuta e, rispettivamente, per eccessiva onerosità sopravvenuta[274].

La visione codicistica, incentrata sul rimedio caducatorio, manifesta la difficoltà di adattamento del regolamento contrattuale rispetto agli eventi sopravvenuti nel corso dell'esistenza del rapporto negoziale. In mancanza di una esplicita previsione convenzionale, che, a titolo esemplificativo, contempli la rinegoziazione del contratto o altre soluzioni (come clausole di indicizzazione o l'utilizzo della condizione *ex* art. 1353 c.c.), il rimedio che l'ordinamento predispone consiste nello scioglimento del vincolo, con esonero della parte inadempiente dalla

---

[273] *Ex Multis*, F. MACARIO, *Adeguamento e rinegoziazione nei contratti a lungo termine*, Napoli, 1996, 15 ss., ID., *Rischio contrattuale e rapporti di durata,* in *Riv. dir. civ*., 2002, 69, R. SACCO, *I rimedi per le sopravvenienze*, in R. SACCO e G. DE NOVA, *Il contratto*, 4ª ed., Torino, 2016, 1708, M. BARCELLONA, *Appunti a proposito di obbligo di rinegoziazione e gestione delle sopravvenienze*, in *Eur. dir. priv.*, 2003, 46, P. RESCIGNO, *L'adeguamento del contratto nel diritto italiano*, in *Inadempimento, adattamento, arbitrato: patologie dei contratti e rimedi,* a cura di U. DRAETTA e C. VACCÀ, Milano, 1992, 299, S. P. CERRI, *Conservazione e adeguamento del contratto*, Napoli, 2020, G. LA ROCCA, *Appunti sulla tutela dell'obbligo di concludere un contratto,* in *Dir. e Giur*., 1984, 299.

[274] Si vedano sul punto A. BARBIERA, *Risoluzione per impossibilità sopravvenuta e causa concreta del contratto a confronto*, in *Contratti,* 2008, 786 ss., C. UNGARI TRASATTI, *La risoluzione del contratto per impossibilità sopravvenuta della prestazione ed il requisito dell'imputabilità,* in *Riv. not.,* 2004, 753 cc., F. DELFINI, *Dell'impossibilità sopravvenuta*, in *Il Codice civile. Commentario* diretto da Schlesinger, continuato da Busnelli, Milano, 2003, P. ABAS, *Errore di previsione e sopravvenienza contrattuale: un'indagine comparatistica,* in *Riv. trim. dir. proc. civ.,* 2011, 787 ss., A. RICCIO, *Eccessiva onerosità,* in *Commentario del cod. civ. Scialoja – Branca*, a cura di Galgano, Bologna – Roma, 2010, G. MARASCO, *La rinegoziazione del contratto. Strumenti legali e convenzionali a tutela dell'equilibrio negoziale*, Padova, 2006, R. TOMMASINI (a cura di), *Sopravvenienze e dinamiche di riequilibrio tra controllo e gestione del rapporto contrattuale,* Torino, 2003.

responsabilità, in ragione dell'impossibilità o dell'eccessiva onerosità sopravvenuta della prestazione.

1.2.Ipotesi di rimedi a carattere manutentivo.

Tuttavia, il dibattito odierno in tema di sopravvenienze è volto a dimostrare come spesso le parti, pur in presenza di una sopravvenienza che pur incide sul programma negoziale, non perdano interesse rispetto all'attuazione del programma contrattuale globalmente considerato: il contratto, per loro, o, quantomeno, per una di esse, figura ancora utile, seppur bisognoso di adeguamento.

Si comprende, allora, la discussione sviluppatasi in dottrina circa la necessità di riformare l'impostazione codicistica, protesa applicazione di rimedi risolutori, al fine di confezionare rimedi che abbiano anche carattere manutentivo o conservativo[275].

Del resto, già l'attuale assetto normativo prevede, pur come strumenti eccezionali, istituti codicistici che permettono di salvaguardare il contratto. Si consideri, tra le altre, l'art. 1467, comma 3 c.c., secondo il quale la parte contro la quale è domandata la risoluzione può evitarla offrendo di modificare equamente le condizioni del contratto, o ancora l'art. 1450 c.c., che, consente al contraente contro il quale è domandata la rescissione di evitarla offrendo una modificazione del contratto sufficiente per ricondurlo ad equità[276].

Logica manutentiva che non è sconosciuta nemmeno al regime della risoluzione per impossibilità sopravvenuta: infatti, nel caso di impossibilità parziale per una parte, la controparte, se ha ancora interesse all'adempimento parziale del contratto, ha diritto a chiedere una riduzione proporzionale della prestazione da essa dovuta (art. 1464 c.c.).

Conferma dell'interesse sul tema oggetto della presente analisi può riscontrarsi in un alquanto recente intervento dell'Ufficio del Massimario della Corte di cassazione. L'Ufficio si è soffermato, auspicando una riforma del Codice civile in tal senso, sull'importanza della buona fede integrativa ex art. 1375 c.c., quale strumento per addivenire a rimedi conservativi dell'equilibrio contrattuale, da attuarsi, in particolare, attraverso l'obbligo di rinegoziazione del contratto[277].

---

[275] F. MACARIO, *Adeguamento e rinegoziazione nei contratti a lungo termin*e, Napoli, 2006, 1 ss.; ID, *Per un diritto dei contratti più solidale in epoca di 'coronavirus'*, in *giustiziacivile.com,* 17 marzo 2020; E.TUCCARI, *Sopravvenienze e rimedi nei contratti di durata,* Padova, 2018, 1 ss. In giurisprudenza, si veda la sentenza del Tribunale di Roma, n. 29683 del 27 agosto 2020, nella quale il dovere di buona fede e correttezza è definito come "*un obbligo delle parti di contrattare al fine di addivenire ad un nuovo accordo volto a riportare in equilibrio il contratto entro i limiti dell'alea normale del contratto"*.

[276] Per una trattazione compiuta del tema, si vedano, G. AMADIO, Inattuazione e risoluzione: la fattispecie, in Trattato del contratto. Rimedi, a cura di Roppo, II, Milano, 2006, 3 ss.; M. DELLACASA e F. ADDIS, Inattuazione e risoluzione: i rimedi, ivi, 145 ss.

[277] Esauriente sul punto la Relazione dell'Ufficio del Massimario n. 56/2020: "*La risposta all'esigenza manutentiva del contratto e di rinegoziazione necessaria del suo contenuto va ritrovata nell'attuale diritto dei contratti riletto al lume del principio di solidarietà e rivitalizzato in un'ottica costituzionalmente orientata attraverso la clausola di buona fede, che di quel principio è il portato codicistico. La clausola generale di buona fede diviene, in questa prospettiva, garanzia di un comportamento corretto nella fase di attuazione delle previsioni contrattuali. In virtù della valutazione economico-giuridica del criterio della bona fides e degli obblighi di cooperazione fra le parti nella fase esecutiva del contratto, l'adeguamento del contenuto di quest'ultimo connesso*

Secondo l'impostazione indicata, il rimedio risolutorio dovrebbe considerarsi confinato a tutte quelle ipotesi e situazioni nelle quali le parti non hanno più interesse a mantenere in vita il contratto, o quando la rinegoziazione non sia possibile, ad esempio, in ragione dell'oggettiva difficoltà ad attuare le opportune modificazioni del regolamento negoziale[278].

1.3. Gli eventi sopravvenuti negli smart contract.

Premesso quanto, il tema degli eventi sopravvenuti, se rapportato agli *smart contract* e alle tecnologie a registro distribuito, diventa ancor più problematico e, per certi versi, interessante.

Se da un lato, infatti, può essere apprezzata la *flessibilità* di tali strumenti, nella misura in cui, in fase di programmazione (e, quindi, *ex ante*) le parti possono ipotizzare un ampio ventaglio di variabili ed eventi futuri potenzialmente rilevanti ai fini dell'assetto negoziale e dei relativi dei rimedi civilistici , dall'altro, emergono rilevanti criticità nel caso si verifichi una sopravvenienza non preventivata, e, come tale non contemplata all'interno della logica algoritmica *if/then*.: gli *smart contract*, infatti, non sono in grado, allo stato attuale, in linea generale, di recepire gli strumenti civilistici della risoluzione del contratto[279].

Le caratteristiche descritte emergono anche dalla definizione normativa introdotta dall'art. 8 *ter* del D.L. 135/2018, nel quale vengono evocati i concetti di *immodificabilità* delle pattuizioni, di *esecuzione automatica* e di *predeterminazione* degli effetti; trattasi di caratteristiche tutte volte

---

all'obbligo di rinegoziare non contraddice l'autonomia privata, in quanto adempie alla funzione di portare a compimento il risultato negoziale prefigurato ab initio dalle parti, allineando il regolamento pattizio a circostanze che sono mutate. Gli obblighi di cooperazione consentono di appianare "l'apparente antinomia fra l'obbligo di rinegoziare e la libertà di autodeterminazione, poiché la rinegoziazione tende, non a comprimere, bensì a realizzare la volontà delle parti" 74. In buona sostanza, ove le parti non abbiano previsto l'obbligo di rinegoziazione, il male minore non consiste nel soggiogarle all'incidenza di una regola ch'esse avrebbero respinto se solo avessero saputo, ma piuttosto nell'avviarle verso l'itinerario che, se informate, avrebbero trovato normale e fisiologico".

[278] Anche la stessa gestione convenzionale delle sopravvenienze risulta essere obiettivamente problematica: se da un lato, infatti, le parti potrebbero addivenire ad una predeterminazione quantomeno delle sopravvenienze che abbiano i caratteri dell'astratta prevedibilità e che siano facilmente ipotizzabili, ad esempio, utilizzando l'istituto della condizione, come già si è detto nel secondo capitolo del presente elaborato, al quale, di conseguenza, si rimanda, dall'altro è anche vero che non sempre le parti hanno tale capacità e, soprattutto, gli eventi che potrebbero concretizzarsi in sopravvenienze, per la loro aleatorietà e incertezza, sono spesso troppo imponderabili per poter essere governati dalle parti.

Appartengono a tale logica, ad esempio, le clausole di indicizzazione, che, in ogni caso, sono poco utili quando si ha a che fare con prestazioni che richiedono una variazione qualitativa della prestazione. Ancora, le parti possono farsi virtuose e individuare strumenti specifici di gestione di sopravvenienze tipiche e atipiche, entro clausole contrattuali, maggiormente confacenti agli interessi che animano il contratto. Con tali strumenti convenuti in contratto, le parti possono predisporre l'adeguamento o attribuire lo *ius variandi* o addirittura la rinegoziazione. V. E. DEL PRATO, *Sulle clausole di rinegoziazione del contratto*, in *Riv. dir. civ.,* 2016, 3, 801; P. GALLO, *Revisione e rinegoziazione del contratto*, in *Dig. disc. priv.,* Agg. VI, Torino, 2011, 804; A. ROMEO, *Recesso e rinegoziazione. Riflessione sui potenziali rimedi nel caso di sopravvenienze nei contratti di durata*, Pisa, 2019, 93.

[279] Sul punto espressamente D. DI SABATO, *op. cit*., 378 ss."*…omissis, si può, per il momento, indagare sull'utilizzazione degli smart contract e interrogarsi sulla possibilità di attuare, tramite questi nuovi strumenti tecnologici, una gestione più efficiente dell'esecuzione del contratto che, mediante la previsione di un'innumerevole varietà di eventi tradotti nella formula if then, consenta di contenere in modo significativo il problema delle sopravvenienze e di assicurare la conservazione dell'equilibrio contrattuale originariamente programmato*". Cfr. D. DI SABATO, *op. cit.,* 378 ss. A proposito, infatti, della gestione del rischio si veda anche G. ALPA, voce *Rischio,* in *Enciclopedia del diritto,* 1989, vol. 40, 1144 ss., il quale mette in evidenza come l'esigenza di calcolare le sopravvenienze "*imporrebbe alle parti di elaborare una lista completa di tutte le possibili conseguenze che possono risultare dal loro accordo, e di stabilire cosa debba accadere in ciascuna ipotesi*". Per poi concludere come "*in pratica, però, una procedura di questo genere sarebbe estremamente lenta e dispendiosa*".

a garantire una riduzione dei margini di indeterminatezza, anche di carattere interpretativo, garantendo, così, maggiore certezza nei rapporti giuridici.

Occorre allora interrogarsi su come lo *smart contract* possa adattarsi alle sopravvenienze che incidono sul programma negoziale[280].

Innanzitutto, vi è da dire come, fintantoché la tecnologia sulla quale è implementato il contratto intelligente non sarà in grado di auto-apprendere e far fronte da sé alle sopravvenienze, attraverso, principalmente, meccanismi di intelligenza artificiale, le strade astrattamente praticabili paiono essere le seguenti e verranno di seguito prospettate.

Chiaramente, risulta percorribile la soluzione c.d. convenzionale, consistente nella predeterminazione delle variabili che possono determinare una sopravvenienza, in particolare, anche utilizzando l'istituto della condizione, che almeno in certi frangenti ben si adatta al meccanismo *if this then that* sotteso allo *smart contract*. Del tema si è trattato nel capitolo II del presente lavoro, al quale, di conseguenza, si rinvia.

Su un piano non dissimile da quello appena considerato, essendo pur sempre opzione accessibile solo in caso di programmazione su impulso delle parti, possono essere utilizzate anche le cc.dd. funzioni di *kill code*: le parti possono cioè, dedurre nel codice una clausola *kill* che, al verificarsi di eventi non programmati e, quindi, imprevedibili e/o straordinari, trasmetterebbe al sistema l'*input* di autodistruzione dello *smart contract*.

Nella pratica, in particolare, sono state sperimentate alcune funzioni che permetterebbero allo *smart contract* di interrompere l'esecuzione dell'algoritmo o di modificarne il contenuto. Il riferimento è alle opzioni di "multifirma" e, in particolare, di "autodistruzione".

Con riguardo alle ipotesi di multifirma, o "*multisign*", essa consente, in particolare, l'interruzione dell'esecuzione di uno *smart contract* fino a quando le parti non abbiano firmato la transazione con le proprie chiavi private[281]. Le parti possono decidere di affidare le loro chiavi private anche ad un terzo, affinché quest'ultimo vigili sulla esecuzione del contratto, eventualmente bloccandola.

Ancora, negli *smart contract* può essere inserito un c.d. *kill switch*, il quale permette un'operazione chiamata di "autodistruzione", in grado di rimuovere il codice dello *smart contract* dalla *blockchain*[282].

---

[280] A. D'ADDA, *op. cit.,* 2 mette in evidenza come la rigidità del modello oggetto dell'analisi del presente lavoro, potrebbe evidenziare una scarsa aderenza dello *smart contract* rispetto alla realtà, in particolare per quanto attiene alle sopravvenienze; ne deriva "*la difficoltà di correggere in via rimediale transazioni che si rivelano ex post non giustificate*".

[281] "*Parties can use multisig, for example, to maintain some control over the execution of the contract",* scrivono K. WERBACH e N. CORNELL, *op. cit*., 313 ss.

[282] A. STAZI, *Automazione del contratto, accordo telematico e smart contracts*, in *Smart. Le persone e l'infosfera. Atti del Convegno 30 settembre – 2 ottobre 2021 a Catania*, a cura di U. SALANITRO, Pisa, 2022, 337, K. D. WERBACH e N. CORNELL, *Contracts ex Machina*, in *Duke Law Journal*, 2017, vol 67, 313 ss.

La funzione di autodistruzione è stata prospettata e sperimentata anche per esigenze strutturali della *blockchain*, con lo scopo di aumentarne la *performance*. Infatti, vi è da considerare come, una volta esaurita la propria funzione, lo *smart contract* si disattiva, pur non viene completamente eliminato, continuando a occupare spazio nel blocco in cui era stato originariamente registrato. Per tale motivo, le piattaforme più avanzate, come *Ethereum*, prevedono di introdurre una funzione di *autodistruzione*, intesa a rimuovere dalla *blockchain* i programmi non più impiegati. Tale funzione può essere attivata esclusivamente dal nodo che ha creato lo *smart contract* oppure mediante l'inoltro di una transazione contenente il codice corrispondente elettronicamente firmato dalle parti. In alternativa, può essere predisposto un accordo *a latere* con il quale i contraenti stabiliscano i casi di attivazione della funzione di autodistruzione[283].

1.4. Regolamento UE 2854/2023, c.d. Data Act.

Ancora, sempre sul tema delle azioni che potrebbero essere attivate all'interno dei programmi algoritmici al fine di una migliore gestione delle sopravvenienze, è intervenuto di recente lo stesso legislatore europeo, con il Regolamento UE 2854/2023, c.d. *Data Act*, che definisce i criteri d'accesso ai dati generati dai prodotti connessi. Il Regolamento garantisce agli utenti, alle imprese e alle pubbliche amministrazioni più controllo sui propri dati e ha, allo stesso tempo, l'obiettivo di renderli più accessibili per scopi ben delineati, in linea con il *GDPR*[284].

L'art. 36 paragrafo 1 lett. b) prevede, in riferimento ai "*Requisiti essenziali relativi ai contratti intelligenti per l'esecuzione degli accordi di condivisione dei dati*", per il caso dei contratti "intelligenti", come "*i venditori di applicazioni che utilizzano contratti intelligenti o, in loro assenza, la persona la cui attività commerciale, imprenditoriale o professionale comporti l'implementazione di contratti intelligenti per altri nel contesto dell'esecuzione di un accordo, o parte di esso, di messa a disposizione dei dati*", siano tenuti ad assicurare, oltre "*alla robustezza ed il controllo dell'accesso*", anche la "*cessazione e interruzione sicure, per garantire che esista un meccanismo per cessare l'esecuzione continua delle transazioni e che il contratto intelligente comprenda funzioni interne che possano reimpostarlo o trasmettergli l'istruzione di fermare o interrompere il proprio funzionamento, in particolare per evitare esecuzioni accidentali future*".

---

[283] Sul punto A. CONTALDO, F. CAMPARA, *Blockchain, criptovalute, smart contract, industria 4.0. Registri digitali, accordi giuridici e nuove tecnologie*, Pisa, 2019, 9.

[284] V. Regulation (EU) 2023/2854 of the European Parliament and of the Council of 13 December 2023 on harmonized rules on fair access to and use of data and amending Regulation (EU) 2017/2394 and Directive (EU) 2020/1828 (Data Act), reperibile nel sito ufficiale *https://eur-lex.europa.eu/*. Per un approfondimento A. RICCI, *Introduzione al Regolamento europeo sull'accesso equo ai dati e sul loro utilizzo,* in *Nuove Leggi Civili Commentate*, n. 4, 2024, 99 ss., M. BOTTARI, *Regolamentazione e governance dell'intelligenza artificiale nelle smart cities: metodi e strumenti per un approccio utile e sicuro,* in *AziendItalia,* n. 3, 2024, 393 ss.

La fonte regolamentare, oltre a prevedere espressamente l'esigenza che vengano introdotti strumenti che permettano di bloccare l'esecuzione del contratto intelligente, non fornisce indicazioni sulle modalità operative attraverso cui tale operazione possa essere compiuta. Si tratta, invero, di una norma che ha il pregio di sollevare il tema e di delineare possibili soluzioni, ma che appare criticabile in punto di fattibilità e di impiego di tali strumenti di blocco. Non sorprende, infatti, che, ad oggi, siano rarissimi i casi di *smart contract* contenenti clausole in grado di consentire la sospensione o il blocco dell'esecuzione prospettato dalla Regolamento europeo. Probabilmente, l'effettiva realizzazione di tale obiettivo richiederà l'evoluzione di tecnologie avanzate di Intelligenza Artificiale, in grado di intervenire per arrestare l'esecuzione di uno *smart contract* anche dall'esterno, indipendentemente, cioè, dalla preventiva previsione di clausole dedicate da parte dei contraenti [285].

Le medesime considerazioni possono essere avanzate anche nei confronti della Risoluzione del Parlamento europeo del 20 ottobre 2020 (pur se si tratta, com'è noto, solo di atto non vincolante esprimente la posizione politica del PE): risoluzione che formula un vero e proprio invito ad individuare "*misure atte ad assicurare che i contratti intelligenti siano dotati di meccanismi in grado di arrestarne e invertirne l'esecuzione, in particolare alla luce delle preoccupazioni private della parte debole o delle preoccupazioni pubbliche […]"*.

1.5 Alcune ipotesi pratiche.

Un'ulteriore soluzione che potrebbe essere prospettata per dare risposta agli interrogativi oggetto di disamina nel presente lavoro è rappresentata dalla possibilità di intervento degli oracoli, ossia di validatori esterni. Costoro potrebbero assolvere la funzione fondamentale di dare ingresso ad elementi ed informazioni estranee allo *smart contract* e alla *blockchain*. Tuttavia, anche il ricorso a un oracolo resta subordinato a una scelta convenzionale delle parti, le quali devono prevederne espressamente l'impiego all'interno dell'accordo contrattuale.

Per capire come un oracolo possa contribuire alla gestione delle sopravvenienze, si pensi al caso di uno *smart contract* che abbia ad oggetto il trasferimento di un bene, il quale, a propria volta, sia stato *tokenizzato*, ossia rappresentato all'interno dello *smart contract* da un *token*. Le parti, nella fase di formazione e conclusione del contratto, possono convenzionalmente prevedere

[285] Si tratta, comunque, di una soluzione non priva di critiche, come si legge da alcuni contributi, e, in particolare sul sito *https://it.cointelegraph.com/*, consultato in data 3 aprile 2025, ove viene espressamente descritto che "*l'atto ha attirato pesanti critiche da parte della crypto community a causa delle proposte riguardanti gli smart contract e della loro genericità.*
L'atto contiene disposizioni per l'imposizione di requisiti di modifica per gli smart contract, compresi i kill switch che consentono di terminarli in modo sicuro. L'atto stabilisce regole per gli smart contract per le parti che forniscono dati condivisibili, tra cui la "terminazione e l'interruzione sicura", e integra salvaguardie per preservare i segreti commerciali e prevenire i trasferimenti illeciti di dati. Molti fautori delle criptovalute ritengono che la nuova legislazione dell'UE costringerebbe gli sviluppatori di smart contract a progettare possibilità di reset per consentire la cessazione o l'interruzione delle transazioni. Ciò potrebbe limitare l'innovazione o rendere difficile la conformità degli smart contract nel settore delle criptovalute".

l'integrazione di un oracolo, al fine di consentire al contratto intelligente di interagire con il mondo esterno e recepire eventuali modificazioni intervenute nella realtà giuridico-materiale del bene. Così, ad esempio, nell'ipotesi in cui il bene venga a perire, sarà sufficiente darne comunicazione all'oracolo, il quale provvederà a trasmettere tale informazione al sistema algoritmico, rendendo possibile l'adeguamento automatico delle prestazioni contrattuali.

Con riferimento all'esempio ora prospettato, si rammenta che il Codice civile italiano stabilisce che nei contratti a prestazioni corrispettive, nel caso di impossibilità totale e irreversibile della prestazione, l'altra parte sia liberata dall'effettuazione della controprestazione, e sarà obbligata a restituire quanto abbia eventualmente ricevuto (1463 c.c. e seguenti).

È evidente che, qualora le parti decidano di affidare a un oracolo il compito di comunicare allo *smart contract* l'eventuale perimento del bene, ciò implichi, quale corollario logico, che esse abbiano altresì disciplinato preventivamente le conseguenze giuridiche derivanti da tale evento. In tal caso, la comunicazione ricevuta comporterà l'esecuzione automatica delle misure pattuite, incluse eventuali restituzioni, totali o parziali, in conformità alle regole sancite dagli articoli 1463 e 1464 del Codice civile[286].

Occorre però formulare alcune precisazioni. Quanto alla disposizione normativa contenuta nell'art. 1464 c.c., nella parte in cui consente alla parte obbligata di recedere dal contratto qualora non permanga un interesse apprezzabile all'adempimento parziale, si profilano evidenti problemi di compatibilità con la logica sottesa ai programmi per elaboratore. La difficoltà principale risiede nell'incapacità dello *smart contract* di cogliere e valutare autonomamente concetti giuridici indeterminati, come quello di *apprezzabile interesse*, la cui valutazione richiede un apprezzamento discrezionale che mal si concilia con l'automatismo proprio delle soluzioni algoritmiche.

Deve ritenersi, di conseguenza, come la disposizione citata, nel contesto delle tecnologie algoritmiche, sia destinata ad avere una portata operativa piuttosto limitata: una sua applicazione sarà prospettabile nel solo caso in cui le parti si sforzino di predefinire tale concetto (con aggravio di una tecnologia pensata per la conclusione di affari connotati dalla previsione di clausole *standard*) e di predeterminare anche le eventuali conseguenze, ossia la possibilità, per la parte interessata, di esercitare il diritto di recesso[287].

Sempre da un punto di vista operativo, meno problematica appare l'applicazione dell'art. 1464 c.c. per la parte in cui ammette, come rimedio alternativo al recesso dal contratto, la

[286] Su questa linea, M. F. TOMMASINI, *op cit.,* 831 ss.

[287] Sul punto espressamente anche N. GENTILE, *Vicende patologiche del contratto in forma di smart contract*, *op. cit*., 341, secondo cui "*Corrispondente riduzione è un ordine di misura e grandezza, quindi, è in sé traducibile in linguaggio per calcolatori e, più semplicemente, in numeri e proporzioni. Così non è per l'apprezzabilità dell'adempimento parziale, salvo che esso venga imbrigliato in ipotesi contrattualmente previste (ma ferma la possibilità di ricorrere ad un terzo che giudichi, o guidi, nell'individuazione di ciò che sia o non sia apprezzabile)".*

possibilità di ottenere un'equa riduzione del prezzo. Un meccanismo del genere si presta difatti ad essere implementato all'interno dello *smart contract* potendo essere oggetto di una predeterminazione algoritmica del paradigma *if this then that*, che consente l'automatica esecuzione di clausole condizionate al verificarsi di determinati eventi.

Quanto, infine, ai contratti con effetti traslativi o costitutivi, occorre rilevare quanto segue.

L'art. 1465 c.c., nella parte in cui dispone che "*nei contratti che trasferiscono la proprietà di una cosa determinata ovvero costituiscono o trasferiscono diritti reali, il perimento della cosa per una causa non imputabile all'alienante non libera l'acquirente dall'obbligo di eseguire la controprestazione, ancorché la cosa non gli sia stata consegnata*" esprime in modo esemplare il principio *res perit domino*. La previsione normativa, almeno in questa prima parte, parrebbe conciliarsi con le logiche sottese agli *smart contract,* nella misura in cui l'automatismo dell'esecuzione contrattuale può riflettere l'impianto oggettivo della norma. Tuttavia, permane una significativa criticità in merito all'accertamento dell'imputabilità del *perimento*, operazione che difficilmente può essere gestita in modo automatico, salvo che le parti non abbiano preventivamente individuato, secondo il modello della c.d. predeterminazione, ipotesi specifiche in grado di essere riconosciute e processate dallo *smart contract* stesso.

Per il resto, si è lumeggiato come la norma contenga concetti e premesse che sono suscettibili di adattarsi all'ambiente degli *smart contract*: dall'obbligo di eseguire la controprestazione, all'individuazione di una cosa determinata solo nel genere, alla consegna del bene, nonché alla verifica di una condizione e di un termine.

Si considerino, a tal fine, i commi successivi dell'art. 1465 c.c., i quali estendono l'applicabilità della regola di cui al primo comma al caso in cui l'effetto traslativo o costitutivo sia differito sino allo scadere di un termine e prevedono inoltre che l'alienante "*sia in ogni caso liberato dalla sua obbligazione, se il trasferimento era sottoposto a condizione sospensiva e l'impossibilità sia sopravvenuta prima che si sia verificata la condizione"* (art. 1464, ult. comma, c.c.). Si tratta di fattispecie che risultano in linea di principio suscettibili di essere comprese e codificate in logica algoritmica, con un grado di difficoltà variabile in funzione della specificità e della determinazione degli eventi condizionanti.

Alla luce di quanto osservato in relazione alle sopravvenienze in grado di determinare la risoluzione per impossibilità sopravvenuta della prestazione, può ritenersi che un analogo impianto logico e operativo sia applicabile anche per quanto riguarda il tema della risoluzione per eccessiva onerosità sopravvenuta. In entrambi i casi, la linea di demarcazione resta quella della predeterminazione o meno delle condizioni che possono astrattamente integrare una sopravvenienza "eccessivamente onerosa". Lo *smart contract*, infatti, può acquisire le

informazioni necessarie sempre attraverso un oracolo, il quale, a sua volta, recepita la notizia del verificarsi dell'evento, procede a elaborare, sulla base di parametri preventivamente concordati dalle parti e codificati nel meccanismo *if this then that*, una valutazione automatica del valore della prestazione, verificando così l'eventuale superamento della soglia di onerosità prefissata[288].

Più complessa appare l'applicazione dell'art. 1468 c.c., nella parte in cui, nei contratti a prestazioni unilaterali, consente la riduzione della prestazione secondo criteri di equità. La difficoltà principale risiede, come noto, nell'intrinseca indeterminatezza del concetto di "equità", che mal si presta a essere interpretato dalle tecnologie algoritmiche, se non attraverso una preventiva – e assai complessa – predeterminazione delle circostanze rilevanti e dei parametri valutativi da applicare. L'elasticità semantica di tali nozioni giuridiche rende quindi problematica una loro traduzione in chiave automatica, se non a prezzo di una significativa semplificazione[289].

Ciò premesso, è lecito interrogarsi su quali conseguenze derivino dall'ipotesi in cui le parti non abbiano predisposto, in sede di programmazione, alcuna clausola relativa alla gestione degli eventi sopravvenuti. In tale evenienza, non resta che intervenire in un momento successivo alla fase esecutiva, facendo ricorso ai rimedi ordinari, giudiziali o stragiudiziali, come verrà approfondito nell'ultimo paragrafo del presente capitolo.

Ne consegue che le parti si troveranno vincolate all'automatismo tipico degli *smart contract*, e ogni tentativo di adeguare il regolamento contrattuale all'emersione di sopravvenienze potrà avvenire esclusivamente *ex post*, mediante rimedi tradizionali di carattere restitutorio e compensativo[290].

---

[288] Sul punto anche N. GENTILE, *op. cit.,* 342, secondo il quale *"non pare negabile che, intra smart contract, possa offrirsi la modifica delle condizioni del contratto a fronte di una domanda di risoluzione avanzata automaticamente, sempre intra smart contract (nulla toglie la proponibilità delle azioni giudiziali, ndr), in forza di un'eccessiva onerosità sopravvenuta conseguente ad un evento imprevedibile importato nello smart contract da un oracolo che, automaticamente, abbia assunto l'informazione del verificarsi di detto evento ed abbia perciò ricalcolato il valore di una certa prestazione qualificandola come eccessivamente onerosa (valutando il superamento di una o più soglie o indici ed escludendo che, invece, il mutamento dell'onerosità ricada nelle ipotesi di legittima alea)".* Nel caso in cui il contratto sia unilaterale, con obbligazioni, cioè, a carico del solo proponente, lo stesso può chiedere una riduzione della sua prestazione ovvero una modificazione sufficienti a ridurla ad equità. Anche in questo caso la riduzione della prestazione o la modificazione delle modalità di esecuzione possono essere predeterminate per il caso di eventi imprevedibili. Sottolinea l'Autore a tal proposito, come "*stiamo commentando l'ipotesi che le parti abbiano convenuto dei criteri opzionali e, per la cui attivazione, serva l'accordo esplicito, se non altro perché le parti li avranno individuati prima dell'evento imprevedibile"*. Non c'è spazio, inoltre, per la comprensione da parte dello *smart contract* del concetto di equità: deve ritenersi tuttavia che l'eventuale predeterminazione effettuata dalle parti possa andare a sostituire, in termini di equivalenza, il concetto di equità previsto dalla norma codicistica.

[289] Non pare, invece, addurre particolari problematiche M. F. TOMMASINI, *op. cit*., 831 ss., secondo la quale "*La riduzione della prestazione o la modifica "nelle modalità di esecuzione, sufficienti per ricondurla ad equità" può essere richiesta anche se si tratta di un contratto nel quale una sola delle parti abbia assunto obbligazioni":*

[290] *Ex multis*, E. BIVONA, *Tutele preventive e tutele successive negli smart contracts* in *Pactum,* 3, 22, 475 ss., "*Appare allora ragionevole ricostruire le contrattazioni smart quale sistema articolato su un "doppio livello": nel primo, situato all'interno della Blockchain, l'esecuzione del codice posto dalle parti è automatica ed irreversibile; nel secondo, che invece si muove al di fuori della Blockchain, sopravvivono gli ordinari rimedi successivi e ripristinatori fondati sul sistema delle rivalse e sull'esercizio della condictio indebiti. Ove, cioè un contratto si conservi e produca effetti nel primo, questo non esclude che possa poi essere posto nel nulla o privato degli effetti nel secondo, rimanendo salve le azioni davanti all'autorità giudiziaria ordinaria. Non possono certo sottacersi gli oneri connessi a tempi e costi di un'azione tesa al recupero delle somme, né può ignorarsi la sfiducia che un sistema fondato sul contenzioso giudiziario a posteriori è in grado di determinare negli utenti. Ma, soprattutto, non può essere sottaciuto il rischio che le somme indebitamente incamerate da creditori siano di fatto recuperabili, anche per l'essere questi ultimi non facilmente identificabili.*

1.6. Brevi riflessioni, de jure condendo*, sulla rinegoziazione del contratto.*

Occorre tornare a fare brevemente riferimento al concetto di rinegoziazione del contratto, di cui si è già scritto nell'introduzione del precedente paragrafo.

Nel contesto delle tecnologie in esame, tale possibilità appare di difficile praticabilità, non tanto per ragioni teoriche quanto per motivi pratici. Come già più volte sottolineato, ciò deriva non solo dalla mancata capacità, da parte dello *smart contract* di comprendere concetti qualitativi - fra cui rientra a pieno titolo quello di buona fede, paradigma su cui si basa l'istituto della rinegoziazione - ma anche dall'estrema rigidità che contraddistingue la struttura di *DLT* e *smart contract*.

Ad oggi, l'unica via percorribile per ipotizzare una rinegoziazione del contratto, sembra la stipulazione di uno nuovo *smart contract*; stipulazione, intensa come programmazione effettuata dalle parti in sede di contrattazione, - sia essa espressa in termini algoritmici o meno. Analizzando la struttura intrinseca dello *smart contract,* si osserva come essa sia fondata sulla logica condizionale della clausola *if this then that,* la quale implica che l'effetto giuridico si produca esclusivamente al verificarsi della condizione prestabilita. Ne deriva che la predisposizione di un differente programma informatico, pur riferito al medesimo oggetto, ma caratterizzato da condizioni divergenti rispetto a quelle originarie, debba essere considerata a tutti gli effetti quale rinegoziazione dello *smart contract*[291].

Infatti, quest'ultimo*,* pur collocandosi a pieno titolo nel novero delle tecnologie intelligenti, mantiene la propria natura di protocollo informatico, privo di autonomia decisionale e incapace di adattarsi in modo autonomo ai mutamenti del contesto reale[292].

2. Riflessioni sull'esecuzione automatizzata: è sempre in grado di garantire l'adempimento dello smart contract?

La rigidità che caratterizza lo *smart contract* è tale da determinare un rilevante impatto in tema di adempimento del contratto: sovente, infatti, è in uso, allorquando si scrive di *contratti intelligenti*, affermare come l'utilizzo di queste tecnologie, data la loro esecuzione automatica, precluda la possibilità di non adempiere[293].

---

[291] E. MAIO, *La gestione dell'inadempimento contrattuale negli smart contract*, in *Actualidad Jurídica Iberoamericana*, 16, 2022, 1340 ss.

[292] Come scrive G. ARNONE, *Breve guida agli smart contracts: disciplina giuridica e limiti dei "contratti intelligenti"*, in *DirittoFuturo,* 2021, consultato in data 4 aprile 2025. Si pensi, ad esempio, alla prestazione contrattuale che, in un contratto di durata ad esecuzione differita, diventi eccessivamente oneroso ai sensi dell'art. 1467 c.c.: lo *smart contract* non potrebbe sospendere autonomamente l'esecuzione, se non in presenza di una specifica istruzione che disponga una disattivazione dello *script* imponendo una rinegoziazione dei termini contrattuali.

[293] E. BIVONA, *Smart contracts, diritto nazionale e discipline eurounitarie*, in *Smart, la persona e l'infosfera*, *Argomenti del Diritto civile*, a cura di U. Salanitro, Pisa, 2022, 319 ss.: "*Il carattere automatico ed irreversibile dell'esecuzione nei contratti smart è*

Il contratto tradizionale, pur essendo vincolante per le parti, come si desume dall'art. 1372 c.c., non garantisce invero la certezza dell'adempimento: nel caso in cui una parte non adempia all'obbligazione assunta in contratto, l'ordinamento prevede una specifica reazione imperniata sul risarcimento del danno per il debitore responsabile, sull'esecuzione in forma specifica o sul rimedio contrattuale della risoluzione del contratto per inadempimento[294].

Si può dunque sostenere che, nel nostro ordinamento, una parte contrattuale sia, in un certo senso, libera di non adempiere, purché sia disposta a sopportarne le conseguenze giuridiche. Questa impostazione riflette una concezione patrimonialistica dell'inadempimento, secondo la quale l'obbligazione non è rafforzata da un vincolo coercitivo assoluto, ma da un sistema di rimedi volti a riequilibrare la posizione della parte lesa. A conferma di tale impostazione, si possono richiamare le disposizioni che riconoscono validità e operatività a strumenti quali la clausola penale o la caparra confirmatoria, i quali presuppongono e regolano contrattualmente l'eventualità di un futuro inadempimento, prevedendone in anticipo le conseguenze economiche[295].

La caratteristica principale dello *smart contract*, invece, consiste nella sua esecuzione automatica, posto che lo stesso inizia a produrre effetti dal momento in cui si verifica un evento futuro dedotto dalle parti, sicché l'adempimento della prestazione risulta del tutto scollegato dalla volontà delle stesse. Lo *smart contract*, infatti, come si è più volte evidenziato, non fa affidamento sulla vincolatività legale del suo contenuto, ma sul funzionamento dell'algoritmo stesso. Non c'è spazio, di regola, nello *smart contract* per la volontaria violazione dei termini contrattuali, nel

connesso all'adozione del modello logico if-then. Al contrario di quanto avviene nelle piattaforme proprietarie, in cui pur sempre è dato un intervento umano intenso a bloccare l'adempimento, l'esecuzione dello smart contract lanciato nella blockchain è irreversibile: alla semplice trasmissione di un impulso, gli effetti, né giusti né ingiusti, si daranno automaticamente, impermeabili alla volubilità umana ed indifferenti a vicende successive che ne inficino la fase esecutiva o financo costitutiva". In tal senso anche E. BATTELLI e E. INCUTTI, *Gli smart contract nel diritto bancario tra esigenze di tutela e innovativi profili di applicazione*, *op. cit*., 929, G. LEMME, *Blockchain, smart contract, privacy, o del nuovo manifestarsi della volontà contrattuale*, in *Analisi giur. econ*., 2019, 312.

[294] Sulla risoluzione del contratto e sui suoi effetti si rinvia a M. AMBROSOLI, *Le restituzioni nella risoluzione del contratto per inadempimento*, in *Riv. dir. priv.,* 2012, 39 ss., A. GNANI, *Il contratto divisibile. Frazionabilità del sinallagma e risoluzione del contratto*, Napoli, 2012, 1 ss., F. P. PATTI, *Autonomia privata ed effetti della risoluzione del contratto ad esecuzione continuata e periodica*, in *Contratti*, 2012, 123 ss., A. LUMINOSO, *Risoluzione per inadempimento e risarcibilità del danno per le spese fatte per il contratto,* in *Riv. giur. sarda*, 2011, 113 ss., P. LUCANTONI, *L'inadempimento di non scarsa importanza nell'esecuzione del contratto c.d. quadro tra teoria generale della risoluzione e statuto normativo dei servizi di investimento*, in *Banca borsa e tit. cred*., 2010, II, 783 ss., A. MONTANARI, *Risoluzione del contratto e risarcimento dell'interesse negativo,* in *Europa e dir. priv*., 2010, 785 ss., P. TRIMARCHI, *Il contratto. Inadempimento e rimedi,* Milano, 2010, L. NANNI, M. COSTANZA, U. CARNEVALI, *Risoluzione per inadempimento, Artt. 1455 – 1459,* in *Commentario del cod. civ. Scialoja-Branca*, diretto da Galgano, Bologna, 2007, G. SICCHIERO, *La risoluzione per inadempimento*, in *Il Codice civile. Commentario* fondato da Schlesinger, diretto da Busnelli, Milano, 2007, 1709 ss., S. PAGLIANTINI, *La risoluzione dei contratti di durata*, Milano, 2006, 1 ss.

[295] G. FIENGO, *Clausola penale per il ritardo e usura*, in *Giur. merito*, 2012, 2041 ss., G. PARDI, *Osservazioni e spunti critici in tema di clausola penale,* in *Giust civile*, 2011, II, 511 ss., M. COGNOLATO, *La caparra confirmatoria e la rinuncia all'effetto risolutorio secondi le Sezioni Unite*, in *Obbl. e Contr*., 2010, 107, F. P. PATTI, *Clausola penale e caparra confirmatoria*, in *Contratti,* 2010, 777 ss., E. LUCCHINI GUASTALLA, *Caparra confirmatoria, recesso e risoluzione del contratto*, in *Riv dir. civ*., 2009, II, 327, G. SCHIAVONE, *Funzione della clausola penale e potere di riduzione da parte del giudice*, in *Resp civ. prev*., 2006, 1, 61 ss.

senso che l'effettività e la garanzia dell'esecuzione derivano in modo diretto dalla struttura tecnologica che li ospita[296].

Riflessioni, queste, che portano ad interrogarsi circa la possibilità di applicare, nel contesto in esame, istituti quali la clausola penale o la caparra confirmatoria, che rappresentano rimedi inseriti dalle parti già durante la conclusione del contratto, in vista di un eventuale e futuro inadempimento, data la natura automatica dell'esecuzione della prestazione, allorquando essa sia immessa in uno *smart contract* e, a maggior ragione, se quest'ultimo è inserito in *DLT*, che rende irreversibile e immodificabile quanto inserito nel codice[297].

Tuttavia, giova fin dal subito effettuare una importante precisazione. Affermare che l'esecuzione automatica tipica della contrattazione algoritmica escluda del tutto il rischio di inadempimento non si dimostra del tutto conforme al vero.

Certo, decisamente ridotta appare la possibilità che si avveri un inadempimento nel caso di *smart contract* del tutto inseriti in *blockchain*; ivi, infatti, la fase esecutiva risulta integralmente automatizzata, mentre tutte le informazioni circa l'avveramento delle condizioni che innescano il contratto "intelligente" sono reperibili all'interno dello stesso registro distribuito. Tuttavia, anche in relazione a siffatti *smart contract*, potrebbe pur sempre porsi il problema dell'inadempimento di obblighi ulteriori rispetto a quelli concordati dai contraenti; si pensi ad esempio, agli obblighi strumentali nascenti dal dovere, per le parti, di comportarsi secondo buona fede ex art 1375 c.c. o ad altre forme di integrazione suppletiva o cogente. Né possono escludersi malfunzionamenti o *bug* di sistema del *software* che impediscano l'"esatta" auto-esecuzione dello *smart contract*.

---

[296] M. GIACCAGLIA, *Il contratto del futuro*, *op. cit.,* 159 ss.: "*Poiché con lo smart contract cambia, come abbiamo visto, la modalità di esecuzione del contratto, che diventa automatica, si modifica in radice il concetto stesso di inadempimento, il quale non è più semplicemente atto dovuto, ma diviene inevitabile, non essendo consentito, in linea di principio, eludere l'esecuzione della prestazione così come prestabilita nel codice informatico. Le parti, in sostanza, non hanno alcuna libertà di decidere se, come e quando adempiere, ma è il meccanismo dello smart contact che le vincola all'esecuzion*e". A. STAZI, *Automazione del contratto, accordo telematico e smart contracts*, in *Persona e Infosfera*, *op. cit*., 314: "*Dal punto di vista dell'esecuzione, contrariamente ai contratti tradizionali, in cui le parti possono decidere se adempiere o meno alle proprie obbligazioni, lo smart contract non può essere violato.*

[297] In tal senso espressamente P. CUCCURU, *op cit.,* 112, secondo il quale "*sempre in virtù dell'elevato grado di certezza e sicurezza offerto dagli smart contract, è ragionevole ritenere che le parti non avrebbero ragione di stipulare nel dettaglio clausole penali e/o meccanismi di monitoraggio dell'accordo, con evidente semplificazione delle negoziazioni e risparmio nell'economia generale dell'accordo*". M. F. Tommassini sembra invece non ravvisare particolari problematiche rispetto all'inserimento di una clausola penale per gestire la fase successiva risarcitoria, dal momento che osserva come "*Anche il risarcimento del danno potrà essere integrato con tali mezzi; si pensi alla stipulazione di una clausola penale ed alla possibilità di ridurla se l'obbligazione principale sia stata in parte eseguita, o alla individuazione di somme messe a disposizione (in riserva di eventuali danni) che possano essere liberate una volta che il sistema abbia accertato il diritto della parte ad ottenerle*". Anche F. FAINI, *op. cit*., 297: "*Un'altra criticità riguarda l'applicazione delle disposizioni in materia di inadempimento, dal momento che in tale fattispecie l'adempimento è automatico e prescinde dal comportamento delle parti, impossibilitate a tenere comportamenti scorretti e a violare l'accordo. In merito rileva anche l'art. 1375 c.c. secondo cui l'esecuzione del contratto deve avvenire secondo buona fede (quindi con una valutazione equitativa) e questo non è detto significhi sempre un'esecuzione letterale dell'accordo, come avviene nel caso dell'esecuzione automatica". Contra*, tuttavia, si veda C. ATTANASIO, *Inadempimento dello smart contract, sistema rimediale e tutela effettiva*, in *Riv. dir. civ.,* 4, 2024, 742, secondo il quale, espressamente: "*Pertanto, di fronte a smart (legal) contract che sottende fattispecie non eccessivamente complesse, la soluzione più adeguata sembrerebbe quella della preventiva programmazione nel codice informatico dei rimedi che l'ordinamento riconosce a fronte dell'inadempimento e, in particolare, di quelli che operano in via stragiudiziale (clausola risolutiva espressa o condizione risolutiva d'inadempimento, termine essenziale, eccezione "contrattualizzata ex ante"– d'inadempimento, clausola penale). Si esclude infatti, in questo modo, l'intervento di soggetti terzi che possano in tradurre ulteriori elementi di incertezza nel sistema".*

Diversa è invece la situazione di quegli *smart contract off chain*, che non risultano quindi inseriti in una *blockchain*; ivi, e, in particolare, per quelli strutturati in modo tale che la prestazione di uno dei contraenti debba eseguirsi al di fuori di una *DLT* e rappresenti l'evento in grado di dare l'*input* per l'attivazione dello *smart contract*. In questi casi, la necessità di riportare all'interno del programma per elaboratore informazioni estranee allo stesso può aprire la strada ad ipotetici malfunzionamenti o errori dell'oracolo prescelto.

Si pensi, a titolo esemplificativo, ad uno *smart contract* che preveda, alla consegna di un determinato bene materiale *off-chain (if),* il trasferimento automatizzato del corrispettivo determinato in criptovaluta sul *wallet* del venditore (*then*). La consegna del bene potrà essere comunicata alla *blockchain* direttamente da parte del vettore (che in tal caso funge da oracolo umano), oppure tramite un *database* messo a disposizione da questi, al quale lo *smart contract* potrà accedere al fine di verificare i dati e importarli nella catena di blocchi (oracolo *software*). Nell'ipotesi di cui sopra, se il vettore comunicasse erroneamente alla *blockchain* la ricezione del bene dal venditore e la seguente consegna dello stesso all'acquirente (ovvero se ciò risultasse erroneamente dal suddetto database), lo *smart contract* eseguirebbe senz'altro i termini del codice, con la conseguenza che il venditore riceverebbe nel proprio *wallet* il corrispettivo in criptovaluta, senza avere in realtà consegnato il bene, mentre l'acquirente si troverebbe privato del bene e senza criptovaluta.

Si tratta, in sintesi, nel caso ivi prospettato a titolo esemplificativo, di una classica ipotesi di inadempimento contrattuale, per cui la prestazione auto-eseguita dovrà essere considerata senz'altro indebita, con operatività dei rimedi civilistici, su cui il presente elaborato si soffermerà in seguito.

Inoltre, deve evidenziarsi come in alcune occasioni, un'esecuzione perfettamente aderente alla lettera del contratto potrebbe comunque determinare un inadempimento, in tutti quei casi in cui, violato l'obbligo strumentale di adempiere seconda buona fede ex art. 1375 c.c., la prestazione oggetto di adempimento non sia conforme all'interesse del creditore[298].

Come sottolineato dalla dottrina, infatti, "*Invero, chi sostiene che, in presenza di smart contract, non possa più esserci un problema di inadempimento non tiene conto che le parti, almeno in Italia, sono vincolate non solo a quello che è previsto nell'accordo, ma anche a tutto ciò che dallo stesso deriva secondo la legge o, in mancanza, dagli usi e l'equità. Ciò significa che la corretta esecuzione del Code potrebbe non tradursi nella corretta esecuzione del contratto*"[299].

[298] Cass., 18 settembre 2009, n. 20106, su *iusexplorer.it*, Cass. 22 gennaio 2009, su *iusexplorer*, Cass. 1166 del 16 gennaio 2023, Cass. 26568/2020. M. MAUGERI, *Smart Contract e disciplina dei contratti, op. cit.,* 55.

[299] Sul punto si leggano anche le riflessioni di K. WERBACH e N. CORNELL, *op. cit.,* 313 ss., secondo i quali "*There are significant practical limitations in replacing human enforcement of agreements with software running on the blockchain. Things simply do not always go according to plan. Anyone who has seen an error code on their computer knows that sophisticated software-based*

Giova in ogni caso precisare come le considerazioni che precedono non mirano a snaturare l'effettiva efficienza dello *smart contract*, il quale, con la sua esecuzione automatizzata, è fuor di dubbio in grado di limitare in gran parte il rischio dell'inadempimento, soprattutto in settori quali il mercato assicurativo e finanziario, ma semplicemente a precisare l'effettiva portata di tale automatica esecuzione.

Sul punto, infatti, è stato osservato come l'adempimento automatico che caratterizza le nuove tecnologie abbia comportato una diminuzione del numero di frodi *online*, traendo lo *smart contract* la sua forza direttamente dall'algoritmo. Pertanto, se l'adempimento di A è subordinato ed inscindibile rispetto a quello di B, l'esecuzione dei termini dell'accordo risulta per lo più simultanea, sicché, non sarebbe possibile che una delle parti trattenga il pagamento senza adempiere alla propria prestazione (ad esempio, la consegna di un bene).

Ancora, la garanzia che l'accordo verrà adempiuto nelle modalità che sono state dalle parti preventivate, riduce fortemente la probabilità che possa insorgere una disputa giudiziale. Ciò permette di diminuire o, in talune circostanze, di rendere irrilevanti, l'apposizione di clausole attinenti all'eventualità che possa insorgere una controversia e che possono rilevarsi estremamente problematiche nella contrattazione *online* (si consideri, a titolo esemplificativo, il caso delle clausole che disciplinano il foro di competenza o la legge applicabile).

Ancora, l'utilizzo delle tecnologie in esame comporta una riduzione della necessità di fare affidamento ad intermediari e prestatori di servizi: ciò determinerebbe una riduzione dei costi e delle possibilità di errore.

2.2. L'adempimento dello Smart contract *e le relative disposizioni codicistiche.*

Alla luce di quanto esposto, è opportuno sottolineare come l'adempimento dello *smart contract*, sebbene caratterizzato da un elevato grado di automazione, non si discosti nella sostanza dall'adempimento previsto nei contratti tradizionali. L'esecuzione automatica delle prestazioni,

---

systems are imperfect. Even if the underlying blockchain consensus mechanisms are reliable, the smart contract applications running on top of them may not be. The failure of The DAO should be a cautionary note for smart contract developers. Even without bugs, there are reasons to doubt smart contracts will always operate as desired. First, they require reduction of human readable language to machine-readable code. This limits their scope to those subjects and activities that can readily be specified. For example, a contract to unlock my connected car upon presentation of a certain cryptographic key can easily be encoded through a programming language such as Ethereum's Solidity. The network address for the car lock, the desired key, and the action to be taken, are all subject to precise definition. At the other extreme, some contractual terms simply cannot be expressed through formal logic, because they imply human judgment. A machine has no precise way to assess whether a party used "best efforts," for example…omissis….Even if the smart contract operates exactly as designed, it may produce suboptimal results, either in the minds of one or both parties, or as a matter of economic efficiency, because it is fixed. Sometimes, for example, nonperformance is the desirable outcome. Much has been made of the idea of efficient breach.224 If a builder contracts with a carpenter to make custom woodwork for a new home but notifies the carpenter that the home will not be built before initiation of that work, nonperformance and compensation to the carpenter may be the best result. One interpretation is that contract law is designed to facilitate such nonperformance, assuming the legal default rules for contractual remedies stood behind the parties' negotiation.225 But, one need not accept the theory that the law sanctions efficient breach to appreciate that the law does not lock parties into performance". Le riflessioni riportate nel presente paragrafo sono di M. MAUGERI, *op. cit.,* 1 ss.

infatti, non incide sulla natura giuridica dell'obbligazione né sui principi generali che regolano l'adempimento. Di conseguenza, restano pienamente applicabili le disposizioni codicistiche in materia, a partire dall'art. 1173 c.c., che individua le fonti dell'obbligazione, fino agli articoli successivi che ne disciplinano le modalità di esecuzione, i requisiti, e gli effetti in caso di inadempimento.

Sul tema, si profilano tuttavia una serie di interrogativi. Solo alcuni di essi saranno oggetto di analisi in questa sede.

Con riferimento al luogo dell'adempimento, troverà applicazione il primo comma dell'art. 1182 c.c. in tutti i casi in cui la prestazione possa essere eseguita automaticamente, senza richiedere un intervento materiale o altra attività in modalità *offline*. Qualora le parti non abbiano pattuito convenzionalmente il luogo dell'esecuzione e quest'ultimo non sia altrimenti determinabile, occorre fare ricorso ai criteri sussidiari previsti dai commi successivi della medesima disposizione.

Analogamente, anche la determinazione del tempo dell'adempimento, disciplinata dall'art. 1183 c.c., non pare sollevare particolari criticità interpretative, dal momento che il parametro principale resta la volontà negoziale espressa dalle parti e, stante la natura dello *smart contract*, questo corrisponderà generalmente al momento in cui il codice informatico accerterà l'avveramento della condizione. Nel caso in cui si rendesse necessaria, invece, un'attività materiale del contraente, sia essa tale da poter essere immessa nella rete o nel mondo fisico, in caso di mancanza di accordo, potrebbe essere necessario ricorrere all'intervento giudiziale

L'istituto della prestazione in luogo di adempimento, invece, disciplinato dall'art 1197 c.c., secondo cui "*Il debitore non può liberarsi eseguendo una prestazione diversa da quella dovuta, anche se di valore uguale o maggiore, salvo che il creditore vi consenta*", non sembra poter trovare applicazione nel contesto degli *smart contract*, per i motivi che verranno di seguito esposti[300].

L'accettazione richiesta dalla norma potrebbe essere inserita da un oracolo; tuttavia, è l'intendimento del meccanismo di "*diversa prestazione*" che non può essere compreso, allo stato, dalla tecnologia in esame. Si potrebbe riflettere circa la praticabilità della strada della programmazione, in virtù della quale, all'interno dell'algoritmo, il programmatore inserisce la possibilità, per il debitore, di poter offrire una prestazione diversa da quella dedotta e l'accettazione, come detto, potrebbe facilmente essere compresa dall'algoritmo per mezzo di un oracolo.

Tuttavia, si altererebbe la *ratio* dell'art. 1197 c.c., quale istituto che mira a produrre un effetto *novativo* successivo rispetto ad un contratto già precedentemente concluso, rappresentando

[300] E. BILOTTI, *La prestazione in luogo di adempimento*, in *Trattato delle obbligazioni Garofalo – Talamanca*, III, Padova, 2008, 19; A. ZACCARIA, *La prestazione in luogo dell'adempimento*, in *Studium Iuris*, 2007, 163 ss.

una sorta di sopravvenienza rispetto ai termini originari del regolamento contrattuale voluto dalle parti; così ragionando, inoltre, sarebbe di difficile comprensione la differenza con le obbligazioni di carattere facoltativo.

Consideriamo ora alcune specie di obbligazioni. Una questione particolare concerne la compatibilità tra *smart contract* e obbligazioni aventi natura complessa, fra le quali quelle alternative e facoltative[301].

In questi casi, tuttavia, si potrebbe riflettere circa la possibilità di utilizzare gli oracoli. Si consideri l'ipotesi di un'obbligazione con scelta alternativa: le parti possono prevedere l'aggiunta di un oracolo, che comunichi la scelta del contraente al congegno algoritmico.

Più complessa della precedente, ma comunque teoricamente realizzabile, appare l'ipotesi dell'obbligazione facoltativa, nella quale è prevista una sola prestazione come oggetto dell'obbligazione, mentre al debitore è riconosciuta la facoltà di liberarsi eseguendo una prestazione diversa. Anche in tale contesto, lo strumento tecnologico dello *smart contract* può essere adattato alla struttura dell'obbligazione, prevedendo un meccanismo che consenta di rilevare la scelta effettuata dal debitore. A tal fine, potrebbe essere impiegato un oracolo — ossia un'interfaccia che collega il mondo esterno alla *blockchain* — incaricato di trasmettere al protocollo informatico la volontà espressa dal soggetto obbligato, così da attivare la prestazione alternativa nei termini stabiliti contrattualmente.

Inoltre, nel caso, di obbligazione facoltativa, deve ritenersi che anche lo *smart contract* debba essere programmato, dovendosi pur sempre pianificare l'ipotesi di un adempimento diverso e facoltativo rispetto a quello originariamente previsto dalle parti[302].

2.3 Rapporti con la clausola solve et repete.

[301] D. RUBINO, *Delle obbligazioni. Obbligazioni alternative, obbligazioni in solido, obbligazioni divisibili e indivisibili. Artt. 1285-1320* , in *Commentario del codice civile*, a cura di A. Scialoja e G. Branca, Bologna-Roma 1968, 130 ss., A. SMILORDO, voce *Obbligazione alternativa e facoltativa*, in *Nov. D.,* XI, Torino 1965, 630; N. DISTASO, voce *Somma di danaro (debito di*), in *Nov. D.,* XVII, Torino 1970, 869; C.M. MAZZONI, *Obbligazioni alternative*, in *Trattato di diritto privato,* 9, I, 2a ed., Torino 1999, 728, S. CHERTI, *Le obbligazioni alternative*, in *Trattato delle obbligazioni Garofalo – Talamanca*, V, Padova, 2010, 633 ss., ID, *L'obbligazione alternativa e l'obbligazione con facoltà alternativa*, in *Studium Iuris*, 2010, 503 ss.

[302] Ancora, si legga quanto scritto da M. GIACCAGLIA, *Il contratto del futuro, op. cit.,* 160, il quale espressamente: "*Ancora meno problematica, poi, fatte salve le ipotesi in cui tali attività giuridiche vengano poste in essere nel mondo fisico, sembra porre il rispetto dei requisiti oggettivi dell'adempimento, in quanto questo, essendo automatico, è fondamentalmente irrealizzabile nei confronti di soggetto diverso rispetto al creditore (art. 1188 c.c.), sia esso soggetto non legittimato o creditore apparente (art. 1189 c.c.). Ad analoga conclusione si può giungere per le ipotesi dell'adempimento del terzo (art. 1180 c.c.), che è possibile solamente qualora si verifichi una duplice attribuzione a favore del creditore, una mediante smart contract e l'altra, quella del terzo, mediante altri canali fisici o digitali. L'automatismo nell'esecuzione, poi, fatte salve le ipotesi in cui siano le parti a prevederlo espressamente inserendole nel codice informatico, o decidessero di intervenire sul codice ex post, impedisce anche che possa eseguirsi un pagamento con cose altrui (art. 1192 c.c.), che venga eseguita una prestazione diversa rispetto a quella pattuita (art. 1197 c.c.) o che venga ceduto un credito in luogo dell'adempimento (art. 1198 c.c.)*".

Ciò premesso in termini generali in punto di adempimento, occorre ora affrontare il meccanismo delineato dall'art. 1462 c.c., c.d. clausola *solve et repete*[303], per le ragioni che verranno esposte nel corso del presente lavoro.

Innanzitutto, si rende necessario effettuare una breve disamina dell'istituto, la cui funzione è quella di tutelare il creditore contro quelli che potrebbero essere semplici pretesti dilatori del debitore; così, la norma codicistica permette di evitare che quest'ultimo possa esercitare, in contrasto con la domanda del creditore, quei mezzi di difesa che possono differire l'esecuzione della sua prestazione[304].

Si ritiene che la clausola in esame abbia un rapporto di stretta parentela con gli *smart contract*.

Infatti, l'automatica esecuzione che li caratterizza è tale da mettere fuori uso le eccezioni dilatorie: non sarebbe possibile, per le parti, far valere un'eccezione di inadempimento o l'eccezione cui all'art. 1461 c.c., posto che l'adempimento è sottratto alla volontà delle parti e viene invece affidato direttamente all'algoritmo, il quale si auto - esegue.

Dal punto di vista pratico, è come se lo *smart contract* rendesse inviolabile la regola sottesa all'art. 1372 c.c., *pacta sunt servanda*[305], quantomeno nei termini di una drastica *riduzione* del

---

[303] Come espressamente ammesso da D. FAUCEGLIA, *op. cit*., 604: "*Il contratto in esame, eseguendosi automaticamente, opera con le stesse modalità di una clausola solve et repete che limiterebbe, nel diritto comune dei contratti, la facoltà di proporre eccezioni".* E. BIVONA, *op. cit*., 325: "*D'altra parte anche a non voler considerare l'ambito dei contratti standard o quello dei contratti tra professionista e consumatore, in cui le clausole che limitano la facoltà di opporre eccezioni sono espressamente considerate vessatorie, non può sfuggire come nel contratto smart non si dia un ordinario operare della clausola solve et repete: travalicando i limiti inderogabili seganti dall'art. 1462 c.c., il meccanismo if/then paralizza tutte le possibili eccezioni dell'onerato*." . Cfr. anche D. DI SABATO, *op. cit.,* 378: "*Ai fini della tutela delle ragioni delle parti coinvolte nell'esecuzione automatizzata si crea, infatti, una condizione simile a quella derivante da una clausola solve et repete, limitativa della facoltà di proposizione delle eccezioni. I contraenti, adottando lo smart contract accettano convenzionalmente tale modalità di esecuzione, con ciò rinunciando agli strumenti di autotutela che l'ordinamento mette generalmente a loro disposizione. Peraltro, nel caso di specie, entrambi i contraenti si trovano nella medesima condizione di impedimento a far valere le proprie lamentele nel corso dello svolgimento del rapporto"*. L'Autrice conclude, in seguito affermando come, pur residuando uno spazio di valutazione della conformità del regolamento contrattuale nel suo complesso e delle singole pattuizioni tradotte in altrettante formule *if then* ai canoni della buona fede, della correttezza, della ragionevolezza, della proporzionalità et cetera, lo *smart contract* scoraggi l'insorgere della lite, ma non la possa di certo escludere del tutto. L'algoritmo, infatti, è pur sempre frutto della mente umana; pertanto, può sempre verificarsi un'eventualità che il programmatore non aveva previsto e che possa essere qualificata come sopravvenienza.

[304] Sulla clausola *solve et repete* si vedano E. LECCESE, *La clausola solve et repete*, Milano, 1998, T. ASCARELLI, *Clausola solve et repete nei contratti*, in *Foro it.,* 1929, I, 290 ss., M. LA TORRE, *Sulla clausola solve et repete nei contratti e inspecie nelle locazioni*, in *Riv. Dir. comm*., 1932, II, 494 ss., G. MIRABELLI, *Dei contratti in generale*, Torino, 1980, 638 ss., A. *Dalmartello,* voce *Solve et repete (patto o clausola del),* in *Noviss. Dig. It*., XVII, Torino, 1970, 855 ss., C. CARAVELLI, *La clausola solve et repete nel diritto privato,* in *Foro. It*., 1930, I, 629 ss. Con riguardo al tema della c.d. autotutela L. BIGLIAZZI GERI, *Eccezione di inadempimento*, in *Dig. Civ.,* VII, Torino, 1991, 331 ss., E. GABRIELLI, *Il contratto e i rimedi: la sospensione dell'esecuzione,* in *Jus civile,* 2014, 18 ss., G. SCADUTO, *L'exceptio non adimplenti contractus nel diritto civile italiano*, in *Ann. Univ. Palermo,* VII, 1921, 225 ss., T. ASCARELLI, *Ancora sulla validità della clausola "solve et repete" nei contratti*, in *Riv. dir. comm*., I, 1933, 424 ss.

[305] Sul punto T. PELLEGRINI, *Prestazioni auto-esecutive. Smart contract e dintorni*, in *Comparazioni e Diritto civile*, 2019, 843 ss., secondo il quale "*Il rapporto tra smart contract e Stato è caratterizzato da una doppia autonomia: funzionale, giacché lo smart contract fa a meno dell'enforcement pubblico; tecnica, perché, anche volendo, le mani dello Stato non possono arrivare a toccare ciò che gira in un registro distribuito…omissis….In concordanza con l'annotata duplice autonomia, uno solo appare il rimedio esperibile contro lo smart contract illegale: il ripristino ex post dello stato del mondo violato, ossia il rimedio restitutorio/risarcitorio chiaramente attuato nel vecchio stile, ossia andando da un giudice, invocando una condanna e, se del caso, eseguendola sui beni fisici dell'obbligato. Il che presuppone, chiaramente, che l'obbligato sia visibile e determinato e non cripto-anonimo come invece la tecnologia permetterebbe di fare….omissis… l'intento di emancipare la circolazione delle utilità dall'enforcement pubblico non significa costruire una zona franca inaccessibile all'ordinamento*".

rischio di inadempimento. Ne deriva come l'inserimento della clausola *solve et repete* si riveli del tutto inutile e superfluo nel caso degli *smart contract*, posto che questi ultimi, infatti, *vi sia o meno* la previsione della clausola suddetta, sono destinati in ogni caso ad auto-eseguirsi.

Asserire come lo *smart contract* muti, di fatto, il meccanismo della clausola *solve et repete*, non risulta, tuttavia, privo di conseguenze, in riferimento ai problemi di compatibilità che tale affermazione solleva con riguardo alla disposizione cui all'art. 1462 c.c., nella parte in cui esclude espressamente che una siffatta clausola possa operare quando l'eccezione riguarda l'invalidità del contratto, e, in particolare, i casi della nullità, dell'annullabilità e della rescissione.

Non sembra, infatti che, allo stato attuale, lo *smart contract* possa essere dotato di un programma in grado di comprendere una tale limitazione, in virtù del fatto che è il suo stesso funzionamento a richiamare il meccanismo sotteso alla clausola *solve et repete*[306]; meccanismo che concerne ogni tipologia di eccezione che le parti possono prevedere.

A ciò si aggiunge il fatto che le limitazioni sottese all'art. 1462 c.c. hanno natura di norma imperativa, mirando a saggiare la tutela di un interesse generale, alla stregua delle norme in tema di nullità di protezione: si vogliono evitare abusi da parte del contraente più forte[307]. L'unica via percorribile, anche in questo frangente, parrebbe quindi essere quella della predeterminazione della possibilità di introdurre la limitazione cui all'art. 1462 c.c. secondo comma, già in fase di programmazione.

Tuttavia, questa soluzione, che concede alle parti di disporre di un meccanismo che ha le caratteristiche dell'imperatività, come tale sottratto, di regola, alla disponibilità delle parti[308], si pone in contrasto, evidentemente, con le logiche e i principi ordinamentali.

---

[306] C. IORIO, *op. cit*., 676: "*Si generalizza, in tal senso, l'operatività della clausola solve et repete, pure al di fuori dei limiti dettati dall'art. 1462 c.c.; l'adempimento dello smart contract, invero, è inevitabile anche nel caso in cui l'accordo sia nullo, annullabile o rescindibile*".

[307] A conferma, in un certo senso, del sospetto che la disciplina dettata dall'art. 1462 c.c. evoca nel legislatore un certo "sospetto", anche la disciplina consumeristica, relativamente alla quale opera la presunzione di vessatorietà, come evidenziato dagli artt. 33, comma 2 lett. r) e t). Entrambe le disposizioni sottolineano, appunto, la diffidenza dell'ordinamento nei confronti della clausola *solve et repete*. Cfr. sul punto V. T. ASCARELLI, op. cit., 290, D. POLETTI, *Sub art. 1462*, in *Commentario del codice civile*, diretto da E. Gabrielli, Torino, 2011.

[308] Nello stesso senso anche C. IORIO, *Blockchain e diritto dei contratti: criticità e prospettive*, in *Actualidad Jurídica Iberoamericana*, 2022, 654 ss.: "*Si generalizza, in tal senso, l'operatività della clausola "solve et repete", pure al di fuori dei limiti dettati dall'art. 1462 c.c.: l'adempimento dello smart contract, invero, è inevitabile anche nel caso in cui l'accordo sia nullo, annullabile o rescindibile*". Ma anche D. DI SABATO, *op cit*., 401 e P. CUCCURU, *op. cit.,* 116. E. BIVONA, *op. cit*., 325: "*Di là della preclusione de facto di un ricorso all'exceptio doli, al contraente né è data l'eccezione di risoluzione, ammesso che superando quel principio di tassatività delle fattispecie di risoluzione di diritto le si annetta cittadinanza nelle trame dei rimedi risolutori; né sono concesse quelle di nullità, annullabilità, e rescissione, in contrasto con la natura inderogabile che si suole riconoscere alla regola dell'art. 1462 c.c. …omissis….Altresì sono precluse all'onerato le eccezioni che, toccando anch'esse il piano dell'esistenza e della validità, vengono equiparate a quelle espressamente escluse dalla lettera dell'art. 1462 c.c.: come l'eccezione di avvenuto pagamento, di novazione, di remissione, di compensazione, di conclusione e di impossibilità sopravvenuta*". Sul punto si legga quanto descritto da A. M. BENEDETTI, *La autodifese contrattuali*, in *Comm. cod. civ*. *Commentario Schlesinger, Artt. 1460-1462*, Milano, 2011, 128, il quale sottolinea come le ragioni di esclusione delle eccezioni tese a contestare la validità del contratto siano agevolmente ravvisabili nel rilievo second cui "*le invalidità contrattuali sembrano essere denotate da maggiore gravità (e da una più marcata, se non totale, indisponibilità) sia per le cause che ne determinano l'attivazione (spesso coincidenti con la protezione di interessi indisponibili e collettivi), sia per le peculiarità del loro regime giuridico*".

Inoltre, la clausola *solve et repete* è, nel contesto esaminato dal Codice civile, espressione dell'autonomia privata riconosciuta alle parti, le quali decidono di apporla nel contesto negoziale dalle stesse posto in essere, comminando così, la legge, la nullità della pattuizione che ecceda i limiti codicistici[309].

Il caso degli *smart contract*, tuttavia, appare del tutto diverso; ivi, infatti, non risulta alcuna pattuizione della clausola *solve et repete*, essendo che gli effetti che produce tale clausola vengono riprodotti dallo *smart contract*, in virtù del suo stesso meccanismo di automatica esecuzione[310], che inibisce la possibilità di limitare tale effetto ai casi che non attengono all'invalidità o alla rescissione del contratto[311].

Tale risultato, di conseguenza, non è che un riflesso della dimensione puramente fattuale dell'esecuzione dello *smart contract*. Ci si trova pertanto davanti ad un fatto ineludibile e come tale rimediabile solo a posteriori.

Il fatto che l'impossibilità di proporre eccezioni alla pretesa altrui sia un effetto collaterale, e non lo scopo, com'è il caso della clausola *solve et repete*, dello *smart contract*, può essere interpretato come una sorta di indice di *differenziazione* delle tecnologie in esame con il contratto tradizionale, che merita di essere valorizzato per non inibirne lo sviluppo e che, come conseguenza, porterebbe all'accettazione dell'impossibilità di applicare il secondo comma dell'articolo 1462 c.c. Come notato in dottrina "*certo è che l'abuso che tale norma intende disarmare resta senza rimedio normativo; e questo è per l'appunto, un esempio delle menzionate questioni inedite portate dallo*

---

[309] E. BIVONA, *op. cit.,* 330, la quale condivisibilmente sottolinea come non possa in questa sede predicarsi la nullità dello *smart contract* per violazione dell'art. 1462, in quanto "*in una logica di bilanciamento degli interessi in gioco, deve piuttosto osservarsi come argomentare in termini di nullità significhi disconoscere il peso che meccanismi di rafforzamento del vincolo contrattuale e certezza dell'adempimento, di velocità ed efficienza delle negoziazioni, assumono nelle dinamiche di un'economia globalizzata*".

[310] T. PELLEGRINI, *op. cit*., 862, secondo il quale lo *smart contract* può essere avvicinato alla clausola *solve et repete*, la quale è inefficace nel caso di eccezioni di nullità, annullabilità e rescissione. Lo *smart contract* nullo, annullabile e rescindibile mima proprio l'effetto di quel *solve et repete* precluso dall'art. 1462 c.c. Espressamente: "*A voler dire che ogni smart contract contiene in sé una clausola* solve et repete *efficacissima nonostante l'art. 1462, si finisce per cadere nell'alternativa tra abrogazione di quest'ultimo o illegalità dello strumento smart contract. Più ragionevole ci sembra però considerare l'art. 1462 c.c. alla stregua di una piccola operazione di ortopedia contrattuale che mal si adatta a fondare l'illegalità strutturale dello smart contract*".

[311] Sul punto, espressamente, A. D'ADDA, *op. cit.,* 105 ss., il quale "*Ma un siffatto rigoroso esito -che peraltro rischierebbe di porsi a freno allo stesso sviluppo della contrattazione smart – non è da condividere. Basti qui rammentare, infatti, che i limiti posti dall'art. 1462 c.c. all'efficacia della clausola solve et repete escludono l'opponibilità di eccezioni relative all'invalidità del contratto. Invece, nelle fattispecie in esame, l'effetto limitativo è del tutto indiretto e si pone a mero effetto collaterale della scelta delle parti si servirsi del meccanismo autoliquidante assicurato dall'esecuzione smart*". Sul punto non sono mancati contributi dottrinali che ammettono la possibilità di utilizzare, ai fini di rendere rilevante il secondo comma dell'art. 1462 c.c., clausole cc.dd. di *kill code*. Si legga a tal fine quanto descritto da M. GIACCAGLIA, *op. cit*., 941 ss., secondo il quale "*Si obietterà, correttamente, che detta clausola (quella solve et repete, ndr) non è operativa per le ipotesi di invalidità del contratto o per quelle di rescissione: in tali circostanze si potrebbe ovviare al problema prevedendo una funzione di autodistruzione del programma, o particolari modalità di intervento dell'Autorità giudiziaria. Valore dirimente potrebbe allora avere la considerazione che anche nei confronti dei contratti o delle clausole che non si autoeseguono il controllo dell'ordinamento è necessariamente successivo tanto alla conclusione del contratto, quanto alla sua (eventuale) esecuzione poiché, nel primo caso, non è concepibile un meccanismo che possa impedire a priori la stipulazione di contratti o la pattuizione di clausole non meritevoli e, nel secondo caso, analogamente, non esiste un meccanismo privatistico che possa impedire l'adempimento di un contratto non meritevole. La soluzione del nostro ordinamento è quella di far sorgere in capo ai contraenti, entrambi o uno solo, una obbligazione, risarcitoria o restitutoria, sulla base degli effetti di responsabilità che scaturiscono dall'avvenuto adempimento del contratto non meritevole".*

smart contract; questioni più profonde, come detto, di quelle risolte dalla semplice, indiscussa, operatività dei rimedi ex post"[312].

2.4. La risoluzione del contratto per inadempimento: possibile convivenza con i programmi per elaboratore.

Occorre ora procedere all'analisi circa il rapporto tra *smart contract* e istituti che reagiscono all'inadempimento del contratto.

Sul punto, la rigidità che caratterizza i programmi per elaboratore rappresenta fuor di dubbio un ostacolo per l'operatività dei più noti istituti che reagiscono alla mancata o inesatta esecuzione della prestazione, con particolare riguardo alla risoluzione del contratto per inadempimento, disciplinata dagli artt. 1453 c.c. e seguenti[313].

Non si subita in questa sede che i rimedi caducatori, volti a liberare i contraenti dal vincolo contrattuale, debbano trovare compiuta esplicazione; tuttavia, appare alquanto arduo individuare delle modalità che consentano di garantire un efficace *enforcement* degli stessi, come si avrà modo di precisare nelle considerazioni che seguono[314].

La risoluzione, di carattere giudiziale, per inadempimento postula il venir meno del contratto con effetti vieppiù retroattivi. È chiaro che la cessazione dell'efficacia di uno *smart contract* non sembra allo stato predicabile; infatti, una volta che si autoesegue, il codice si estingue e non è più possibile intervenire sul programma. Per tale motivo, l'intervento giudiziale viene definito come un controllo *ex post.* Il giudice sarà chiamato a dichiarare la risoluzione del contratto, ma tale pronuncia non sarà in grado di determinare i propri effetti costituivi all'interno del contratto stesso, e, cioè, del programma. Ciò non significa che la pronuncia giudiziale rimanga lettera morta, tutt'altro. Vi sono anche altri ed ulteriori effetti che possono determinarsi, fra cui quelli derivanti dai rimedi restitutori e compensativi che di norma scaturiscono dalla pronuncia risolutoria e che trovano fondamento nell'istituto della ripetizione di indebito.

---

[312] T. PELLEGRINI, *op. cit*., 863.

[313] T. PELLEGRINI, *op. cit*., 860, il quale espressamente: "*Problematizza tale modello chi sottolinea come nello smart contract non esista la possibilità di configurare il dovere di comportarsi secondo buona fede dell'esecuzione del contratto (1375 c.c.), il che sembra riproporre il noto dibattito sulla possibilità – tendenzialmente negata – di derogare pattiziamente a tale dovere integrativo. Dalla specie al genere, è tutta l'area dell'etero integrazione ad essere un primo punto dolente degli smart contracts, a cominciare dall'inoperatività del principio – tradizione di tutti gli ordinamenti – rebus sic stantibus, principio vecchio quanto, e non meno importante del menzionato "pacta sunt servanda". È giusto ed efficiente – oppure, possiamo dire, è intelligente – che tal volta i patti non vadano onorati quando un evento non considerato dalle parti ha modificato l'equilibrio economico fermato dall'accordo. Un accordo che non può che essere onorato anche in tali circostanze non è molto intelligente, ed è lungo questa via che si giunge a paventare la denominazione ingannevole di questi contratti, dunque, non-così-intelligenti*".

[314] *Ex multis* C. ATTANASIO, *Inadempimento dello smart contract, sistema rimediale e tutela effettiva*, in *Riv. dir. civ.,* 4, 2024, 727 ss.: "*Non si dubita, come accennato, che a fronte di tale inadempimento la parte fedele possa ricorrere agli strumenti che l'ordinamento le riconosce in via generale. Malgrado ciò, possono ravvisarsi due principali limiti che ostano ad una tutela effettiva del contraente non inadempiente: i) l'anonimia (o comunque la pseudonimia) dietro cui possono celarsi i soggetti che operano direttamente all'interno di una blockchain; ii) la rigidità dello smart contract, con i corollari del l'immodificabilità del code e della irreversibilità delle prestazioni automaticamente eseguite*".

Ciò detto, si potrebbe ritenere che, anche nel contesto in esame, le parti potrebbero programmare la risoluzione dello *smart contract* al verificarsi dell'evento configurante un'ipotesi predeterminata di inadempimento, così permettendo lo scioglimento del contratto e le conseguenti restituzioni.

In tal senso, come evidenziato dalla dottrina: *"Sul punto, non manca chi sostiene che tali problemi possono essere affrontati predeterminando criteri precisi nel codice e, quindi, sottraendo alle parti ogni margine di discrezionalità valutativa. Tale soluzione, tuttavia, non pare del tutto soddisfacente, in quanto difficilmente possono essere predeterminati ex ante tutti i criteri necessari ad escludere del tutto la necessità di una valutazione qualitativa. Più condivisibile sembra, invece, essere la posizione di coloro i quali ritengono che tali questioni debbano essere risolte, anche con riferimento agli smart contract, attraverso i metodi tradizionali di risoluzione delle controversie*[315]*"*.

Secondo le considerazioni riportate, le parti potrebbero prevedere in anticipo la risolubilità per inadempimento del contratto. Il sistema si baserebbe, in particolare, sulla possibilità di poter predeterminare ed individuare i casi di inadempimento, che vengono scritti, in un certo senso, *su misura* all'interno dello *smart contract*.

Sicché, se l'evento concretizzante il caso di inadempimento rientrasse tra quelli già programmati, il sistema potrebbe determinare lo scioglimento del vincolo contrattuale, anch'esso già preimpostato in fase di programmazione, determinando così il venir meno del vincolo negoziale, al pari della risoluzione per inadempimento tradizionale, disciplinata dagli artt. 1453 ss. Il meccanismo funzionerebbe come una sorta di *library*, in grado di contenere tutta una serie di variabili che corrispondono a eventuali inadempimenti, evidentemente già valutati dalle parti come di "*non scarsa importanza*". Se la fattispecie risulta essere fra quelle inserite nella *library,* essa è utilizzabile per attivare le conseguenze derivanti dall'inadempimento. Conseguenze sicuramente comprensibili dall'algoritmo, una volta che le stesse vengano programmate[316].

Addirittura, è stato osservato come, con il sistema ora delineato, sarebbe possibile prevedere anche la scelta dell'adempimento o della risoluzione, o il blocco della possibilità di chiedere l'adempimento una volta che sia stata scelta e richiesta la risoluzione per inadempimento, o l'impossibilità di adempiere dopo la domanda di risoluzione[317].

---

[315] L. PAROLA, G. GAVOTTI, P. MERATI, *op. cit*., 681 ss. V. anche V. D. ZASLOWSKY, B. ALLGROVE, Y. CHAE, *The future and the Promise of Smart Contract*, 2018, su *Legaltechnews.*

[316] Quanto agli effetti della risoluzione per inadempimento, l'art. 1458 prescrive che: "*La risoluzione del contratto per inadempimento ha effetto retroattivo tra le parti, salvo il caso di contratti ad esecuzione continuata o periodica, riguardo ai quali l'effetto della risoluzione non si estende alle prestazioni già eseguite*". Cfr. E. GABRIELLI, *I contratti di durata, il diritto italiano e il nuovo codice civile argentino,* in *Giust. civ*., 2018, 2, 267, G. OPPO, *Scritti giuridici. Obbligazioni e contratti*, Padova, 1962, 203, L. DEVOTO, *L'obbligazione ad esecuzione continuata,* 1943.

[317] L. PAROLA, G. GAVOTTI, P. MERATI, *op. cit*., 687.

La soluzione ivi prospettata, seppur astrattamente praticabile, appare tuttavia contestabile, per una serie di motivi.

Innanzitutto, come già si è detto, per le note difficoltà di predeterminare *ex ante* tutti i casi di inadempimento rilevante al fine della risoluzione del contratto, ma soprattutto perché le parti si affidano allo *smart contract* principalmente per le garanzie di adempimento che esso è in grado di assicurare[318].

Al quadro già gravato da numerosi profili problematici, si innesta la categoria di rapporti negoziali in cui la morosità iniziale, non ancora definitiva, rientra in limiti di tolleranza tali da escludere sia la sospensione sia il blocco dell'adempimento dell'altra parte.

Si consideri, a titolo esemplificativo, il contratto di locazione, relativamente al quale la normativa vigente subordina la risoluzione del contratto al superamento di una mora pari ad almeno due mensilità del canone[319]; fintantoché l'arretrato rimane al di sotto di tale soglia, né il locatore può far valere la risoluzione, né può sospendere l'obbligo di corresponsione, indipendentemente dalle ragioni sottese al ritardo.

Nel contesto dei programmi per elaboratore, il mancato versamento del canone – a prescindere dalle cause e dall'addebito dell'inadempimento – comporta l'inibizione automatica del dispositivo di accesso, precludendo così all'inquilino moroso il godimento dell'immobile locato. Tale automatismo, intrinsecamente rigido, non ammette di norma alcuna deroga o margine di tolleranza.

Certo, nulla vieta di parametrizzare l'algoritmo in modo da introdurre specifiche soglie di differimento; ad esempio, si potrebbe prevedere che l'inibizione dell'accesso e del godimento dell'immobile scatti soltanto al superamento di un ritardo corrispondente a due mensilità del canone[320]. Ciò nonostante, ragionando nei termini descritti, si rischia di appesantire oltremodo il sistema *blockchain* e la progettazione dello *smart contract.*

Inoltre, si deve rammentare in questa sede, che la risoluzione del contratto può essere richiesta solo nel caso in cui l'inadempimento non sia di scarsa importanza. Tale valutazione, come intuibile, rende il meccanismo della risoluzione del contratto difficilmente pianificabile all'interno

---

[318] Espressamente M. F. TOMMASINI, *op. cit*., 831 ss., "*ciò permetterebbe alle parti di esperire rimedi di carattere restitutorio, adempiendo cioè ad una prestazione da eseguire in forma specifica o per equivalente, ove ciò sia possibile".*

[319] Si considerino anche i casi del credito fondiario assistito da patto marciano, del contratto di vendita con patto di riservato dominio, dove il mancato pagamento di una sola rata che non superi l'ottava parte del prezzo non può dar luogo a risoluzione. In questi casi, a titolo esemplificativo, tenendo in considerazione, in particolare, il caso dell'acquisto di un immobile con patto marciano, il mancato pagamento di una o più rate provoca istantaneamente il trasferimento del diritto di proprietà alla banca mutuataria, la valutazione del bene tramite algoritmo e l'accredito della somma al debitore, salva la restituzione dell'eventuale surplus, ove presente. Nel caso, invece, dell'acquisto in leasing dell'autovettura, il mancato pagamento del canone di locazione finanziaria determina il blocco del veicolo o in ogni caso, un preavviso di blocco, che possa, magari, garantire la messa in sicurezza del mezzo.

[320] "*Oppure al trasferimento del bene immobile dopo che l'inadempimento abbia raggiunto le diciotto mensilità*", v. E. LABELLA, *op. cit*., 42.

dei programmi per elaboratore, perché richiederebbe una fase di programmazione decisamente complessa, nella quale le parti dovrebbero non solo immaginare ogni possibile ed eventuale inadempimento futuro, ma anche valutarne la gravità, operazione non praticabile in modo autonomo dal programma informatico.

A tutte queste considerazioni si aggiunga il fatto che la valutazione sulla non scarsa importanza dell'inadempimento spetta, di norma, nel caso della risoluzione giudiziale, all'Autorità giudiziaria, non alle parti; ancora, ragionando in termini di programmazione di ogni aspetto inerente alla risoluzione giudiziale, si perderebbe la differenza con gli strumenti di risoluzione stragiudiziale.

Pertanto, si conferma in questa sede l'impostazione secondo cui la risoluzione giudiziale applicata al contesto dei programmi per elaboratore, per poter operare nel modo più corretto e in armonia con le disposizioni ordinamentali, e con la logica sottesa alle nuove tecnologie in esame nel presente lavoro, può essere richiesta prevalentemente *ex post*, con l'adozione di rimedi compensativi e/o risarcitori.

2.5. La risoluzione stragiudiziale e l'eccezione di inadempimento.

La praticabilità dei rimedi concernenti la risoluzione c.d. stragiudiziale e le eccezioni dilatorie, azionabili in via di autotutela dalla parte interessata, solleva numerosi punti interrogativi allorquando tali istituti vengono rapportati con i programmi per elaboratore.

Si considerino, in particolare, gli istituti della clausola risolutiva espressa, del termine essenziale e della diffida ad adempiere[321], ma anche dell'eccezione di inadempimento, ex art. 1460 c.c.[322].

È stata, anche nel contesto in esame, prospettata la possibilità di programmare gli effetti dei rimedi menzionati.

Si prenda in considerazione il regime dell'eccezione di inadempimento e si immagini un programma per elaboratore collegato ad un oracolo, chiamato a verificare l'adempimento o meno della prestazione; a titolo esemplificativo, nei contratti di fornitura elettrica, la sospensione o il

[321] M. COSTANZA, *La diffida ad adempiere*, in A. Luminoso-U. Carnevali-M. Costanza, *Della risoluzione per inadempimento*, in *Commentario cod. civ.,* a cura di A. Scialoja e G. Branca, Bologna-Roma, 1990, 431 ss.; J. COSTOLA, *Diffida ad adempiere*, in *Studium iuris*, 2005, 5, 652 ss., P. MASSIMO, *Termine essenziale e inadempimento tardivo*, 2004, Milano 1 ss., C. SCOGNAMIGLIO, *Termine essenziale e interesse del creditore*, in *Giur. it.* 1986, I, I, p. 691 ss., F. D. BUSNELLI, voce *Clausola risolutiva,* in *Enc. dir*., vol. VII, Milano, 1960, 196 ss., I. L. NOCERA, *Clausola risolutiva espressa e condizione risolutiva tra autonomia contrattuale e automatismo della risoluzione*, in *Nuova giur. civ. comm*., 2010, I, 242 ss. In termini più generali V. L. BIGLIAZZI GERI, *Profili sistematici dell'autotutela privata*, vol. II, Milano, 1974, 1 ss.

[322] Sull'eccezione di inadempimento si veda G. PERSICO, *L'eccezione d'inadempimento*, Milano, 1955, 1 ss., F. REALMONTE, *Eccezione di inadempimento* (voce), in *Enc. dir.,* XIV, Milano, 1965, 222 ss., A. SATURNO, *L'autotutela privata. I modelli della ritenzione e dell'eccezione di inadempimento in comparazione col sistema tedesco*, Napoli, 1995, 1 ss.

blocco della somministrazione potrebbe essere conseguente all'assenza di comunicazione, da parte dell'oracolo, del mancato pagamento da parte dell'utilizzatore.

In questo contesto, pare che l'eccezione di inadempimento possa essere considerata come implicitamente dedotta all'interno della stessa struttura dello *smart contract*: infatti, si è detto come, solitamente, l'automatico adempimento derivante dal meccanismo sotteso all'algoritmo *if this then that* sembri richiamare, di fatto, quello della clausola *solve et repete,* per cui dovrebbe essere inibita alle parti la possibilità di fare riferimento alle eccezioni cui agli artt. 1460 e 1461 c.c.

Tuttavia, allorquando le parti decidessero, in autonomia, di utilizzare rimedi in autotutela, come nel caso del blocco dello *smart contract* nell'ipotesi di ritardato pagamento dei canoni locatizi, con conseguente chiusura della serratura, o nel caso della sospensione della fornitura elettrica, in caso di ritardo del pagamento della controprestazione, l'eccezione di inadempimento, come già si accennava, sembra essere implicita nel meccanismo sotteso all'interno dello *smart contract*[323].

Fuori da tale ipotesi, in mancanza di qualsivoglia programmazione, le eccezioni dilatorie devono considerarsi fuori uso.

Quanto alle ipotesi di risoluzione stragiudiziale del contratto, occorre rilevare quanto segue.

Con riguardo alla clausola risolutiva espressa, la fase della programmazione svolge un ruolo centrale, dal momento che si tratta di una clausola che consente in modo più o meno agevole (essendo attività che può comportare un rallentamento del programma e che, nei contesti più complessi, risulta operazione tutt'altro che semplice) di predeterminare le ipotesi che possono comportare una risoluzione stragiudiziale del programma, consentendo alle parti stesse di valutare la gravità dell'eventuale inadempimento già in fase di contrattazione.

Si aggiunga, però, che nella clausola risolutiva espressa, a differenza di quanto accade per il termine essenziale, l'effetto risolutivo non si verifica automaticamente di diritto, ma richiede la dichiarazione del contraente adempiente di volersene avvalere; pertanto, la sua integrazione all'interno del codice potrebbe rivelarsi complessa. Tale questione, tuttavia, potrebbe essere risolta

[323] A. D'ADDA, *op. cit.,* 105 ss. "*Da opposto, e logicamente contradditorio – punto di vista si rileva come, invece, il meccanismo if/then postuli una rinuncia all'operatività di rimedi preventivi, tra cui, in primo luogo quelli in autotutela come l'eccezione di inadempimento"* e A. CERRATO, *Appunti su Smart contract e diritto dei contratti, op. cit*., 382, P. CUCCURU*, op. cit.,* 116, C. IORIO, *op. cit*., 675: "*L'automatismo esecutivo dello smart contract determina anzitutto, la non esperibilità di qualsivoglia forma di autotutela in via d'eccezione"*. Questioni analoghe vengono alla luce anche con riguardo ad altre tipologie di eccezioni, fra cui la c.d. *exceptio doli*. Sul punto cfr. A. D'ADDA, *op. cit.,* 105 ss.: "*Un tale ultimo esito si configura del resto come ineluttabile quando l'autotutela sia invocata eccependo l'invalidità del contratto, ovvero formulando un'exceptio doli: qui il potenziale conflitto tra modello esecutivo smart e l'autotutela preventiva si rende più grave, in quanto difficilmente il codice può leggere il fondamento di una siffatta eccezione. La prestazione di regola si esegue, anche se la fonte dell'obbligo di restituirla è invalida (ovvero se la stessa pretesa all'esecuzione avrebbe potuto essere inibita da un'exceptio doli)".*

attraverso la possibilità di configurare il sistema ora delineato alla stregua di una condizione risolutiva di inadempimento; così facendo, gli effetti risolutivi sarebbero automatici[324].

Potrebbero, inoltre, essere utilizzati gli oracoli, in grado di comunicare al programma per elaboratore la scelta del contraente di volersi avvalere della clausola risolutiva espressa.

Deve invece escludersi che le parti possano predisporre una diffida ad adempiere: infatti, tale istituto è per sua natura destinato ad operare *ex post*, una volta che l'inadempimento si sia verificato. Non sarà possibile, quindi, alcuna opera di programmazione[325].

Non desta particolari problemi la norma di cui all'art. 1457 c.c., relativa all'istituto del termine essenziale, dal momento che, in tale contesto, le parti ivi possono agevolmente pianificare *ex ante* l'essenzialità del termine[326]. Ciò in quanto l'effetto risolutivo si produce direttamente con lo spirare di esso, senza che occorra alcuna dichiarazione da parte del contraente adempiente. Basterebbe allora prevedere nel codice dello *smart contract* che, in caso di mancata (o inesatta) esecuzione della prestazione nel termine stabilito, si produrrà automaticamente la ripetizione delle prestazioni eventualmente già eseguite.

3.Brevi riflessioni sulla c.d. tutela c.d. ex post.

Nel corso del presente lavoro si è più volte affermato come la tutela esperibile nei confronti di uno *smart contract* sia per lo più attuabile *ex post*, in un momento, cioè, successivo rispetto all'esecuzione del programma.

Il presente paragrafo, in sintesi, intende limitarsi ad un approfondimento di quelli che sono i profili di maggiore criticità di detta tutela, senza alcuna pretesa di voler giungere a conclusioni.

I punti maggiormente problematici possono essere riassunti nell'anonimia (o comunque la pseudonimia) dietro cui possono celarsi i soggetti che operano direttamente all'interno di una *blockchain* e nella rigidità dello *smart contract*.

---

[324] In senso contrario, cfr. G. MARCHETTI, *op. cit.,* 129 ss., la quale esclude che le condizioni risolutive espresse possano operare in relazione ad uno *smart contract*, muovendo dalla automatizzazione dell'esecuzione, dalla immodificabilità del contratto intelligente e dall'indipendenza di questo rispetto alla volontà `delle parti, che– come visto– riducono se non azzerano ogni margine di discrezionalità dei contraenti. Tuttavia, tali argomentazioni trovano un limite nella riconosciuta possibilità dell'inadempimento dello *smart contract,* che in questo lavoro s'intende, seppur nei termini anzidetti, ribadire.

[325] In senso contrario a tale prospettazione si legga M. F. TOMMASINI, *op. cit*., p. 831 ss., la quale espressamente: "*L'intimazione scritta che preveda un termine per l'adempimento può essere fatta partire dallo smart contract al verificarsi di un inadempimento tracciato di controparte. La decorrenza del termine rende automatica la risoluzione di diritto del contratto con la conseguenza che nessuna prestazione contrattuale è più effettuabile e, nei limiti di quanto prestabilito, lo smart contract può procedere alla riduzione in pristino ed al risarcimento del danno*". Sulla stessa linea seguitata dal presente lavoro, con riguardo al termine essenziale e alla clausola risolutiva espressa, relativamente alle quali l'Autrice ammette come sia adattabile alla fattispecie degli *smart contract* sia la predisposizione di una clausola risolutiva espressa che consenta la risoluzione di diritto del contratto non appena il sistema accerti che le modalità stabilite dall'inadempimento di una determinata obbligazione non siano rispettate, sia l'apposizione di un termine essenziale, alla scadenza del quale lo *smart contract* può acconsentire alla richiesta anche tardiva di esecuzione o alla risoluzione del contratto in seguito al perdurare dell'inadempimento.

[326] P. MASSIMO, *Termine essenziale e inadempimento tardivo*, 2004, Milano 1 ss.

Quanto al primo problema, che si verifica, principalmente, con riguardo ai contratti conclusi *on chain*, è chiaro come esso sia inevitabilmente destinato a ripercuotersi sull'effettività della tutela, poiché la mancata identificazione del contraente inadempiente preclude che possa essere intentata un'azione nei suoi confronti[327].

In questo senso pare apprezzabile il tentativo del legislatore italiano di legiferare sul punto, allorquando, al secondo comma dell'art. 8 *ter* del D.L. 135/2018, ha previsto che gli *smart contract* soddisfino il requisito della forma scritta previa identificazione informatica delle parti interessate, da attuarsi per mezzo di apposite Linee guida dell'Agid. Nonostante, ad oggi, le suddette linee guida non siano ancora state adottate, quello che più preme evidenziare è che il legislatore abbia manifestato il desiderio di incentivare i contraenti ad avvalersi di piattaforme che consentano l'identificazione delle parti.

Nell'ottica di risolvere la questione in esame, è stata prospettata l'idea di implementare un certo genere di *blockchain,* conosciute anche come di *terza generazione*, accessibili esclusivamente da utenti abilitati all'esito di una procedura di identificazione, il che permetterebbe di coniugare le forme di controllo sull'identità degli utenti, tipiche delle *blockchain private* (o *permissioned)*, con i vantaggi delle *blockchain* pubbliche (o *permissionless*)[328].

Quanto, invece, alla rigidità che connota i programmi per elaboratore, di cui cui si è riferito in precedenza, pur essendo possibile e anzi necessario predicare l'operatività degli strumenti civilistici di carattere tradizionale, il problema attiene all'*enforcement* della tutela esperibile.

Effettivamente, se il codice informatico non può essere modificato e se, in virtù dell'automatica esecuzione, le prestazioni programmate nello *smart contract* inadempiuto trovano necessariamente esecuzione, il ripristino dello *status quo ante* conseguente all'operatività dei principi della ripetizione dell'indebito ex artt. 2033 ss. c.c., seppur predicabile, potrebbe palesarsi come più difficoltoso o, in taluni casi, impossibile.

Per comprendere tale assunto si immagini uno *smart contract* concluso tradizionalmente (dunque, con contraenti potenzialmente identificabili) che preveda, a fronte dell'accredito sul conto corrente del venditore di una certa somma di denaro a titolo di corrispettivo, comunicata alla *blockchain* tramite oracolo, il trasferimento automatizzato, via *smart contract,* della titolarità di un *Not Fungible Token* all'acquirente.

---

[327] M. MAUGERI, *op. cit.,* 57, chiarisce come, il fatto che coloro che concludono l'accordo siano anonimi e celati dietro uno pseudonimo, comporti che "*in caso di azioni da intentare nei confronti di controparte, non si possa essere sempre certi sull'identità del soggetto da convenire in giudizio*", C. ATTANASIO, *Inadempimento dello smart contract, sistema rimediale e tutela effettiva,* in *Riv. Dir. civ.,* 4, 2024, 719 ss.

[328] Si vedano sul punto F. BASSAN - M. RABITTI, *Recenti evoluzioni dei contratti sulla blockchain. Dagli smart legal contracts ai 'contracts on chain'*, in *Rivista diritto bancario*, 2023, 601, i quali definiscono le piattaforme logiche ad accesso controllato come *"infrastrutture digitali in grado di connettere tra loro sistemi diversi ed esporli su una o più public blockchain, mediante interfacce semplificate, a utenti abilitati a seguito di una procedura di identificazione e validazione, i quali possono così `accedere ai prodotti e ai servizi offerti dalla piattaforma*".

Ammettendo che l'oracolo fornisca al registro distribuito un'informazione inesatta circa l'avvenuto pagamento – con conseguente trasferimento automatico del *token* all'acquirente senza che il corrispettivo sia effettivamente pervenuto – si configura chiaramente un inadempimento contrattuale. Nei contesti tradizionali, il venditore avrebbe titolo per ottenere la risoluzione e la restituzione della cosa alienata ai sensi dell'art. 2037 c.c.

Tuttavia, nel contesto delle nuove tecnologie, posto che l'eventuale pronuncia giudiziale non può incidere sul contenuto dello *smart contract*, né sulla sua esecuzione automatizzata, l'obbligo di restituzione di cui all'art. 2037 c.c. si tradurrebbe in nient'altro che in un obbligo di fare infungibile per l'inadempiente.

Quest'ultimo, nel caso specifico, sarebbe tenuto a predisporre un altro *smart contract* che, prevedendo termini inversi, automatizzi la restituzione del *non fungible token* al titolare originario. Tale obbligo postula comunque la fattiva collaborazione del cessionario, il quale magari risulta non identificato e dall'altra parte del mondo. Il cedente, allora, potrebbe avvalersi esclusivamente dei rimedi coercitivi in via indiretta e, in particolare, della norma cui all'art. 614 *bis* c.p.c.; rimedio che, comunque, rischia di rimanere inattuato in caso di mancata identificazione dell'utente.

Alla luce di quanto detto, allora, l'unica tutela che, ad oggi, l'ordinamento potrebbe certamente garantire, a fronte dell'inadempimento di un programma per elaboratore, sarebbe esclusivamente quella compensativa - risarcitoria; ciò determinerebbe l'insufficienza complessiva dell'apparato rimediale al momento disponibile, ossia un *deficit di effettività* della tutela *ex post*[329].

La suddetta evenienza suggerisce l'opportunità di esplorare soluzioni volte a superare l'impedimento rappresentato dalla mancanza di punti di accesso diretti alla *blockchain*, di modo da permettere l'accesso all'interno del registro distribuito, con possibile interruzione dell'esecuzione automatica dei programmi informatici.

A tal fine, pur senza fornire alcuna soluzione pratica, è stato lo stesso legislatore europeo ad esprimersi nella sua Risoluzione del 2020, auspicando l'adozione di "*meccanismi che possano bloccare e invertire la loro esecuzione e i relativi pagamenti"*, nonché la "*cessazione e interruzione sicure, per garantire che esista un meccanismo per cessare l'esecuzione continua delle transazioni*", prevedendo inoltre che il contratto *smart* "*comprenda funzioni interne che possano reimpostarlo o trasmettergli l'istruzione di fermare o interrompere il proprio funzionamento, in particolare per evitare esecuzioni accidentali future*".

[329] Su tutti si veda A. D'ADDA, *op. cit*., 114 s., il quale, considerata la difficoltà di un intervento tecnico diretto sullo *smart contract* nella *blockchain*, afferma che "*i rimedi contrattuali potrebbero solo compensare per equivalente il contraente pregiudicato dall'irreversibilità degli effetti" e che, dunque, se non vi è una spontanea ottemperanza ad opera delle parti sulla blockchain, "il rimedio attivabile risulta essere quello risarcitorio e compensativo*". Ma anche C. ATTANASIO, *op. it*., 719 ss.

Sul punto, sono già stati analizzati nel corso del presente lavoro dei rimedi praticabili, che potrebbero essere inseriti dalle parti stesse o dall'ordinamento (statale? europeo? internazionale?), come una sorta di contenuto obbligatorio dello *smart contract*.

Il riferimento è, in particolare, alla funzione c.d. *self-destruct* (altrimenti detta *kill* o *killswitch*), all'innescarsi della quale consegue la disattivazione e la radicale cancellazione dell'intero contratto intelligente dalla *blockchain,* ma anche alle teorie, già esposte in tema di patologie negoziali, del programma ponte o dello stato *super user*, prestando attenzione a non appesantire oltremodo il sistema *blockchain*. L'effetto della rimozione, dal registro distribuito, del contratto viziato potrebbe altresì raggiungersi utilizzando le funzioni *modifiers*, le quali consentirebbero la modifica del codice informatico e, conseguentemente, dei termini contrattuali.

Ciò detto, potrebbe anche vagliarsi la possibilità di ricorrere a strumenti alternativi di risoluzione delle controversie, chiamate ad operare direttamente sulla *blockchain*, attraverso un adattamento, a tale infrastruttura informatica, delle c.d. *ODR-Online Dispute Resolution*. Secondo tale impostazione, la lite sarebbe composta *on-chain*, senza necessità di alcuna informazione esterna ed eventualmente, in attesa della soluzione della controversia, l'esecuzione dello *smart contract* potrebbe essere finanche sospesa, con le funzioni di cui già si è detto, precedentemente inserite dalle parti all'interno del codice informatico.

Le *ODR* sono state definite dalla Commissione delle Nazioni unite per il diritto commerciale, come "*Mechanisms for resolving disputes facilitated by electronic communications and other information and communications technology*"[330]. All'interno di tali strumenti vanno fatte rientrare tutte quelle procedure con le quali le parti possono essere assistite nella gestione e risoluzione di una controversia in maniera semplice, veloce, flessibile e sicura, senza la necessità della presenza fisica in una riunione o udienza. Tali procedure potrebbero accompagnarsi ad un uso sempre più massivo delle tecniche di intelligenza artificiale, come, invero già fanno[331]. Non solo, le stesse possono anche essere accostate alle catene distribuite.

---

[330] La loro regolamentazione è principalmente sovranazionale. Nel 2013 interviene il Parlamento europeo, dapprima con la Direttiva Ue n. 11/2013, riferita al fenomeno della risoluzione extragiudiziale delle dispute in Europa tra consumatori ed imprese operanti nel mercato digitale, e successivamente con il Reg. Ue n. 524/2013 relativo alla risoluzione delle controversie *online* dei consumatori (*ODR).*
A livello internazionale, l'arbitrato *online* è principalmente regolato dalla Convenzione delle Nazioni Unite sull'Arbitrato Commerciale Internazionale del 1958 (nota come "Convenzione di New York"), la quale stabilisce il riconoscimento e l'esecuzione delle sentenze arbitrali all'estero, fornendo un quadro giuridico internazionale.

[331] Una delle prime forme di *ODR* fondate su questo principio è stata la negoziazione *online* a "modello cieco": si tratta di un sistema che permette di risolvere agevolmente liti di carattere monetario, che ha trovato una ottima applicazione in campo assicurativo. Questo sistema prevede che il richiedente compili e invii online una istanza con la sua proposta di negoziazione. L'altra parte viene contattata dal *provider* del servizio, e, se accetta, la procedura ha inizio. Il s*oftware* che presiede all'iter prevede che le parti si scambino offerte e controfferte monetarie, per un periodo di tempo prefissato. L'ammontare delle offerte è sconosciuto alle parti, trasparente solo al *software,* che funge da terzo. La risoluzione della controversia avviene se, entro il tempo stabilito, la richiesta della parte proponente rientra, con una certa percentuale di approssimazione, nell'offerta del soggetto convenuto. O. RABINOVICH-EINY, E. KATSH, *Blockchain and the Inevitability of Disputes*: *The Role for Online Dispute Resolution*, in *J. Disp. Resol.,* 2019, 1 ss., disponibile su *SSRN: https://ssrn.com/abstract=3508461*.

In particolare, la *blockchain* può essere utilizzata per garantire la sicurezza e l'integrità delle transazioni e dei documenti legali, mentre l'*AI* potrebbe essere impiegata per l'analisi predittiva, l'automazione dei processi legali e persino per la risoluzione delle dispute.

Ciò nonostante, non sembra questa la sede per approfondire tali tematiche, volendo essere il presente paragrafo meramente ricognitivo delle problematiche che concernono i profili della tutela quando si affronta il tema dei contratti intelligenti.

CAPITOLO V

INSURTECH: UN'APPLICAZIONE PRATICA DELLO SMART CONTRACT NEL MERCATO ASSICURATIVO

SEZIONE I

INTRODUZIONE AL TEMA E IMPOSTAZIONE DI INDAGINE

1. Il contratto di assicurazione: breve introduzione. - 2. InsurTech: vantaggi e benefici derivanti dall'utilizzo degli smart contract in ambito assicurativo. – 2.1. Ampliamento del mercato assicurativo. - 2.3. Criticità. - 3. Inquadramento oggetto di ricerca.

1. Il contratto di assicurazione: breve introduzione.

L'assicurazione è il contratto con cui una parte, detta assicuratore, in cambio del pagamento unico o periodico di una somma determinata, detta premio, si obbliga a rivalere la controparte, e, cioè, l'assicurato, del danno ad esso prodotto da un sinistro (assicurazione contro gli eventi dannosi) ovvero, a pagare un capitale o una rendita al verificarsi di un evento attinente alla vita (assicurazione di eventi attinenti alla vita umana)[332].

In altri termini, con il contratto di assicurazione l'assicuratore si obbliga a risarcire all'assicurato il danno futuro ed eventuale che verrà ad essere cagionato a seguito del sinistro dedotto nel contratto[333].

L'ipotesi sulla natura sinallagmatica del contratto di assicurazione è a stata avanzata ciclicamente da parte della dottrina. Tuttavia, largamente maggioritaria è l'opinione degli interpreti che afferma l'aleatorietà del contratto di assicurazione. Un'indicazioni fondamentale in tale direzione si può ritenere giunga, per quanto concerne il nostro sistema, dall'art. 1895 c.c.,

[332] Sul contratto di assicurazione, P. CORRIAS, Il contratto di assicurazione. Profili funzionali, NAPOLI, 2016. In materia di assicurazione sulla vita si vedano F. SANTORO PASSERELLI, *Funzioni delle assicurazioni private e delle assicurazioni sociali,* in *Ass*., 1962, 41, S. BARISON – M. GAGLIARDI, *Dell'assicurazione sulla vita*, in *Il Codice civile. Commentario Schlesinger – Busnelli,* Milano, 2013, 1 ss., P. CORRIAS, *Contratto di capitalizzazione e attività assicurativa*, Milano, 2011, 1 ss., L. BUGIOLACCHI, *Questioni in materia di contratto di assicurazione sulla vita,* in *Resp. civ. prev*., 2006, 1224 ss., G. FANELLI, *Prestazione di rendita ed assicurazione di rendita: note preliminari per la disciplina della previdenza integrativa*, in *Ass*., 1987, 201. In tema di assicurazione sulle cose si vedano V. FERRARI, *I Contratti di assicurazione contro i danni e sulla vita*, Napoli, 2001, 1 ss., G. SCALFI, *I contratti di assicurazione, l'assicurazione danni*, Torino, 1991, 3 ss.

[333] A. DONATI, *Trattato del diritto delle assicurazioni private*, III, Milano, 1956, 179; A. DONATI- G. VOLPE PUTZOLU, *Manuale di diritto delle assicurazioni,* Milano, 2019, 115 ss.; A. GAMBINO, voce *Assicurazione (Contratto di*), in *Enc. Giur. Treccani*, Roma, 1988, M. ROSSETTI, *Inesistenza del rischio,* in *Le Assicurazioni*, a cura di La Torre, Milano, 2000, 89 ss., G. FANELLI, *Le assicurazioni*, in *Trattato di diritto commerciale* a cura di Cicu - Messineo, 1973, 66 ss., F. PECCENINI, *Assicurazioni*, in *Commentario del Codice civile Scialoja – Branca,* a cura di Galgano, Bologna – Roma. 2011, 1 ss., O. CAGNASSO, G. COTTINO, M. IRRERA, *L'assicurazione. L'impresa e il contratto,* in *Trattato dir. comm*., diretto da Cottino, Padova, 2001, 1 ss., S. LANDINI, *Delle assicurazioni, artt. 1882-1917*, in *Comm. cod. civ.,* diretto da E. Gabrielli, Torino, 2011, 43, 44.

secondo il quale "*il contratto di assicurazione è nullo se il rischio non è mai esistito o ha cessato di esistere prima della conclusione del contratto*". Alla norma appena citata dagli interpreti viene attribuito lo scopo di salvaguardare l'effettività della bilateralità dell'alea. Essa difatti sanziona con la nullità le ipotesi nelle quali l'incidenza speculare dell'evento sulle posizioni delle parti (e quindi la possibilità non soltanto di guadagni, ma anche di perdite per entrambe) dovesse mancare[334].

Si è rilevato inoltre che, affinché sussista l'alea giuridica, è necessario che la determinazione per *relationem* della prestazione di almeno uno dei due contraenti in ragione di un dato evento, provochi *ab originem* una sproporzione tra le attribuzioni patrimoniali delle parti. Questa sproporzione è congegnata in modo tale che, se si verifica l'evento, uno dei due contraenti incrementi il proprio patrimonio, o lo preserva da possibili decrementi, in maniera speculare alla diminuzione che si determina nel patrimonio dell'altro; se viceversa, l'evento non si verifica, sarà quest'ultimo ad arricchirsi e la controparte ad impoverirsi in maniera corrispondente[335].

Ciò brevemente premesso quanto alle caratteristiche generali del contratto di assicurazione e del suo fondamento, il presente paragrafo può concludersi con le suddette considerazioni; infatti, nel corso della trattazione, saranno oggetto di approfondimento altri ed ulteriori caratteristiche del contratto in esame, che verranno di volta in volta analizzate[336].

2. InsurTech: *vantaggi e benefici dell'utilizzo degli* smart contract *in ambito assicurativo.*

Il termine *InsurTech*, in senso ampio, viene impiegato per identificare tutto ciò che comporta un'innovazione digitale, attraverso l'utilizzo delle nuove tecnologie, in ambito assicurativo: *software*, applicazioni, *startup,* prodotti, servizi e modelli di *business*[337].

Le tecnologie esaminate nel presente lavoro possono contribuire in diversi modi a rendere più efficiente il mercato assicurativo, consentendo una personalizzazione dell'offerta delle polizze assicurative, l'ampliamento del mercato assicurativo, con il raggiungimento di settori e

---

[334] Cfr. di recente Cass. 17 febbraio 2014, in Ass., 2014, p. 10, la quale rileva che «l'alea è un elemento essenziale del contratto di assicurazione, la cui mancanza determina la nullità del contratto medesimo»

[335] G. ALPA, M. BESSONE, E. ROPPO, *Rischio contrattuale e autonomia privata*, Napoli, 1982, 1 ss.; F. DELFINI, *Autonomia privata e rischio contrattuale,* Milano, 1999, 1 ss., G. DI GIANDOMENICO, *L'alea normale del contratto*, in *I contratti aleatori*, a cura di G. Di Giandomenico e D. Riccio, Torino, 2005, 419 ss., S. SOTGIA, *Mutamento ed intensità del rischio nel contratto di assicurazione*, in *Ass.,* 1956, II 152 ss., R. NICOLÒ, voce *Alea,* in *Enc. dir.,* I, Milano, 1958, 1024 ss.

[336] V. A. GAMBINO, *voce assicurazione, contratto di assicurazione. Profili generali*, in *Enc. giurd. Treccani*, III, Roma, 1988, 15 ss., P. CORRIAS, *La causa del contratto di assicurazione: tipo assicurativo o tipi assicurativi?,* in *Riv. dir. civ.,* 2013, 1, 58 ss., G. FANELLI, *Le assicurazioni*, I, in *Tratt. Dir. civ. e Comm*, diretto da A. CICU e F. MESSINEO, Milano, 1973, 137 ss.

[337] Cfr. E. BATTELLI, *Insurtech ed evoluzione dell'offerta di polizze sanitarie: tra innovazione tecnologica e nuovi servizi assicurativi in campo medico*, in *Contratto e Imresa*, 1, 2022, 52 ss., A. BORSELLI, *Smart Contracts in Insurance: A Law and Futurology Perspective, in Insurtech: A Legal and Regulatory View*, a cura di Marano e Noussia, Cham, 2019, 101; S. LANDINI e A. C. NAZZARO, *Blockchain e assicurazioni*, in *Dei singoli contratti, leggi collegate, codice civile commentato*, a cura di Valentino, diretto da E. Gabrielli, Torino, 2020, p. 361 ss.; S. NITTI, "*Insurtech": suggestioni e dubbi dal mondo assicurativo*, in *Percorsi di diritto comparato*, a cura di Cerchia, Milano, 2021, 123 ss.

categorie diversi da quelli tradizionali, fornendo strumenti volti alla riduzione del numero delle frodi. L'utilizzo delle catene *blockchain*, stante la disintermediazione che esse garantiscono, permetterebbe, in particolare, di intensificare l'efficienza del settore assicurativo, ridurre i costi, impiegare nuovi prodotti, aumentando, inoltre, il coefficiente di trasparenza.

In particolare, gli *smart contract*, combinati con le tecnologie delle *blockchain* possono essere impiegati per migliorare la gestione del *KYC* -acronimo di *Know Your Client*- pratica legale che richiede a tutti i soggetti che operano nel campo della disintermediazione finanziaria di identificare previamente i propri clienti, permettendo, ancora, una migliore valutazione del rischio, attraverso la disponibilità, garantita dall'impiego di tali tecnologie, di un enorme bacino di dati. Inoltre, queste soluzioni favoriscono una gestione amministrativa più efficiente, con riguardo non solo alla fase di sottoscrizione della polizza assicurativa, ma anche alle procedure di gestione delle denunce e di liquidazione dei sinistri, che sono destinate a risultare, di conseguenza, notevolmente ridotte.

Si pensi in via esemplificativa alla fase di *onboarding*, fase nella quale si assumono le informazioni e ci si assicura che il cliente abbia compreso le indicazioni ricevute dall'assicuratore: utilizzando una *blockchain*, le imprese assicuratrici potrebbero condividere le informazioni ricevute su tale *database,* di modo che il *welcome* del cliente venga effettuato una sola volta da parte della impresa assicuratrice che per prima ha assunto le informazioni e provveduto all'*onboarding*. Una volta che gli assicuratori successivi necessiteranno di quelle informazioni, non dovranno ri-provvedere nuovamente all'espletamento dell'*onboarding*, ma potranno invece ricavare le informazioni direttamente dal *database* distribuito, richiedendo l'accesso attraverso l'impiego di chiavi crittografiche[338].

2.2. *Ampliamento del mercato assicurativo.*

Ancora, l'impiego delle nuove tecnologie ha permesso di includere nell'ambito assicurativo nuovi ed eterogenei settori di mercato, attraverso la diffusione di determinate polizze assicurative, fra cui, in particolare, le *Decentralised P2P Insurance* e le *Parametric Insurance*.

[338] Occorre precisare come l'eventuale nuova assicurazione che succede alla precedente avrà diritto ad accedere solo ai documenti e alle informazioni necessarie e cui ha diritto; ogni modifica inerente allo *status* del cliente sarà registrata in modo permanente, così come sarà convalidato l'autore della modifica e la data esatta in cui questa è avvenuta. Si è già avuto modo di evidenziare i vantaggi, soprattutto in termini di maggiori celerità ed efficienza, connessi alle procedure di *underwriting*, relativamente alle quali si legge, nel *Discussion paper on Blockchain and Smart contract in Insurance*, EIOPA, 2021, reperibile in *https://www.eiopa.europa.eu,* che: "*The use of Blockchain in the underwriting process could result in improvements in efficiency and cost reduction as a result of the inhereht trust and transaprency within blockchain, particularly when combined with automated processes collating and assimilating information*."

Il *Peer-to-Peer (P2P) Insurance* si basa sui meccanismi della *sharing economy* applicati anche alla gestione assicurativa (selezione delle garanzie, *scoring* sul comportamento più o meno rischioso dei partecipanti alla *community*, *scoring* dell'assicurato in caso di sinistro, ecc.).

Il modello prevede meccanismi che premiano i comportamenti virtuosi: i clienti appartenenti ad uno stesso "gruppo", condividendo lo stesso rischio, possono risparmiare sui premi di polizza a fronte di una minore sinistrosità, per cui maggiore è l'importo di premio restituito o dello sconto applicato sul premio di rinnovo pagato da ogni individuo che vi partecipa[339].

L'*Instant Insurance,* invece, è un modello che abilita la possibilità per il cliente di sottoscrivere istantaneamente polizze *online* personalizzate e calibrate sulle esigenze del momento. In pratica, si tratta di micro-polizze caratterizzate da una rapida sottoscrizione, da un basso importo del premio di polizza e da coperture assicurative attive per un periodo di tempo limitato. In questo modo si vanno a colmare le esigenze del cliente in situazioni e momenti specifici, ben definiti, che rimarrebbero altrimenti non soddisfatte e non coperte da garanzie assicurative. Dei tipici esempi possono essere le polizze infortuni per la giornata di sci, o per le partite di calcetto, o ancora le polizze sui ritardi aerei, fino ad arrivare ad assicurare le singole transazioni finanziarie[340].

---

[339] Maggiori informazioni su *https://www.investopedia.com/terms/p/peertopeer-p2p-insurance.asp*: *Peer-to-Peer (P2P) Insurance: What It Is, How It Works,* by, Lorraine Roberte, 11 aprile 2024: "*Peer-to-peer insurance is a product that lets a group of people pool their money together to cover each other for various risks. Typically, these people are family, friends, or people who share a similar interest. Policyholders get more control over management decisions than they do with traditional insurance companies, and they may get back excess premiums or have them donated to a chosen charity.*
One strong example of P2P insurance is the health care sharing ministry (HCSM) model, where people with similar faith or ethical beliefs pitch in to pay each other's medical costs. It's not usually defined as insurance but has many features of a self-governed P2P insurance model.
Peer-to-peer insurance is sometimes referred to as involving high-tech platforms and automation. And there are examples of insurtech startups that fit that description. But peer-to-peer insurance is actually an old-school way of people helping each other out, according to Ashley Connell, founder of Lease Extensions and a legal professional in the U.K.
"In P2P insurance, folks sign up in groups with others like them," Connell said. " Then, everyone pays a little money into a shared pot. If someone has a claim, it gets covered from that pot. If there's extra money left at the end, sometimes people get it back, or it rolls over to the next period. The company facilitating the groups usually takes a fee to pay for running things." Connell said the main difference between P2P and traditional insurance is how the two are set up and run. Traditional insurance is typically offered by a big company that collects money and pays out claims. As a business, its biggest goal is to make a profit.
With a P2P, if there are fewer claims than anticipated, the leftover unused premiums are returned to the group. Some companies have scaled up while maintaining some or most of the qualities of P2P insurance.
Traditional insurance also generally relies on reinsurance to cover members' needs when there aren't enough funds. Peer-to-peer insurance programs, especially those that are self-governed, may not. However, they may have other safeguards to help ensure needs are met.
Peer-to-peer insurance companies today might partner with an insurance carrier, operate as one themselves, or be self-governed by group members.
A health care sharing ministry program is the model most similar to P2P insurance in the U.S. Although not technically or legally defined as health insurance, these programs (including Samaritan Ministries and Medi-Share) are typically nonprofit and Christian faith-based. In 2022, $1.3 billion of medical expenses were shared by health care sharing ministries, according to the Alliance of Health Care Sharing Ministries.
Health care sharing ministries typically help pay medical expenses in one of two ways. One method is matching a paying member with another member needing health care reimbursement. Another is pooling monthly financial contributions, then sending payments to members for covered medical costs.
In addition to offering financial contributions and receiving reimbursements, members may vote on which board members to elect, share increases, or advisory issues such as changes to the member guidelines. Members are also asked to offer other types of support through individual or community prayer or a note to the fund recipient".

[340] Per un maggior approfondimento si vedano, fra gli altri i seguenti link, reperibile sul sto di ANIA (Associazione Nazionale Imprese Assicurazione): *https://www.ania.it/instant-insurance*, nel quale si legge, testualmente, che "*Per Instant Insurance si*

Con l'assicurazione parametrica, invece, l'assicuratore si obbliga non già a risarcire il puro danno, bensì si impegna *ex ante* a versare un corrispettivo forfettario al verificarsi di un evento scatenante, oggettivo e predefinito. In questo contesto, l'utilizzo di *smart contract* inseriti in una catena *blockchain* pare in grado di creare una piattaforma decentralizzata per la gestione dei sinistri, senza l'intervento di un'impresa assicuratrice. Modelli del genere si rivelano particolarmente adatti per offrire una copertura assicurativa a eventi calamitosi, quali quelli determinati dai cambiamenti climatici, come le inondazioni, i terremoti *et cetera*. In casi del genere, lo *smart contract* è in grado di rendere automatizzato l'intero *iter* procedimentale di gestione del sinistro, allorquando viene messo in grado di recepire l'informazione anche attraverso l'impiego di un oracolo.

Con riguardo alla possibilità, invece, offerta dai registri distribuiti, di gestire in modo più efficiente la fase di *claims made*, riducendone i tempi di gestione, e le possibilità di un disaccordo tra le parti eventualmente coinvolte, i sinistri potrebbero essere registrati in una *blockchain,* così assicurando un miglior coordinamento tra gli assicuratori, e riducendo, in tal modo, le frodi[341].

---

intende una polizza che è possibile sottoscrivere molto rapidamente e che permette di coprire un arco temporale limitato in concomitanza con eventi particolari. È possibile assicurare sia un evento che un oggetto. Per esempio, in fase di partenza per una vacanza in cui sono previste attività sportive o spostamenti, il cliente può sottoscrivere il contratto di polizza per tutelarsi da annullamenti, ritardi o infortuni. I contratti di polizza vengono attivati in maniera molto rapida direttamente dallo smartphone del potenziale contraente"; *https://corporate.axa.it/it/axa-italia-lancia-la-prima-instant-insurance:* "*Il Gruppo AXA Italia entra ufficialmente nel mercato dell'instant insurance, grazie alla partnership con la start-up insurtech Neosurance, e lancia "Al Volo", il primo prodotto instant insurance al mondo dedicato a una community.*
Attraverso soluzioni tecnologiche che propongono direttamente sullo smartphone del cliente coperture assicurative calibrate sulle sue precise esigenze, l'instant insurance permette di assicurare anche un singolo oggetto o momento.
"Al Volo", questo il nome del prodotto AXA, è un'assicurazione viaggio che offre il rimborso delle spese mediche in viaggio e l'assistenza medica 24 ore su 24, attualmente dedicata ai 25.000 utenti della community di Tiassisto24, piattaforma web e mobile che ha come obiettivo la cura dell'auto dei propri utenti aiutandoli a risolvere i problemi quotidiani.
L'accordo si inserisce nel filone dell'insurtech che sta rivoluzionando il settore assicurativo. Un trend che va incontro a bisogni emergenti, in particolare dei millennials, altamente digitalizzati e legati a logiche di consumo "nomadi": l'86% di questi dichiara infatti di essere disponibile ad utilizzare supporti automatizzati per la scelta di coperture assicurative. "I clienti stanno cambiando velocemente e ci chiedono di guardare al futuro. Noi di AXA vogliamo essere all'avanguardia in questa trasformazione del settore assicurativo" - ha dichiarato Patrick Cohen, CEO del Gruppo AXA Italia. "Grazie alla partnership con Neosurance siamo al posto giusto nel momento giusto, con il prodotto giusto. L'obiettivo è continuare a innovare e semplificare la vita dei nostri clienti, proteggendo ciò che unisce le community di utenti, ovvero le passioni e gli interessi comuni, in modo semplice e accessibile, in soli 3 touch."
La polizza è disponibile attraverso l'app mobile Tiassisto24 ed è pensata su misura, in base al Paese in cui è diretto il cliente. Nell'ambito della partnership - prima al mondo nel suo genere - Neosurance fornisce la piattaforma tecnologica (SaaS) e il sistema di intelligenza artificiale, mentre AXA crea le polizze pensate per le community di viaggiatori.
La soluzione tecnologica è basata su un motore di intelligenza artificiale che consente ad AXA di proporre coperture assicurative che arrivano direttamente sullo smartphone dell'utente tramite notifiche push. Raccogliendo i dati relativi al cliente in un momento specifico, il sistema è quindi in grado di identificare i bisogni assicurativi dello stesso: l'utente riceverà la notifica con l'offerta attraverso l'app Tiassisto24 e potrà scegliere di attivare la copertura in soli 3 touch.".

[341] Si legge nella *Discussion paper on Blockchain and Smart contract in Insurance*, *op. cit*., che: "*Blockchain based system might allow for high degrees of automation in some processes. E.g. it could allow to automate some of the conditions and obligations within insurance contract as well as facilitate standardization of contracts and facilitate integration with public database or information exchange with third parties. It could also help to conduct automated audits. By deploying relevant rules within smart contracts, insurance entities can have improved efficient underwriting, pricing and claims management processes. For instance, smart contracts would automatically activate, and determinate pay out or from policyholders as a response to the triggering of pre-determined events or information. Benefits could also include e.g. better integration with payment services, better data integrity and accuracy and the use of smart contract also remembers of claims or automation of a large part of claims handling, leading to more efficient claims management. Blockchain could also reduce duplication of processes and data duplication thereby improving quality of data. This all can lead to increased efficiency and lower operational costs*". Sul punto si leggano anche le considerazioni

Si potrebbe, ancora, semplificare lo scambio di informazioni e pagamenti tra assicuratori e ri-assicuratori, utilizzando i vantaggi derivanti dall'*OpenInsurance*, quale forma di accesso e condivisione dei dati, siano essi personali o meno, accessibili di solito tramite API (*Application Programming Interface)* standardizzate e interoperabili, affidabili e tempestive[342].

2.3 Criticità.

Ciò nonostante, fermo tutto quanto considerato, si è osservato che l'uso delle tecnologie in esame, se del pari si accompagna a vantaggi evidenti sui piani che si sono descritti, dall'altro comporta in parallelo il sorgere di rischi, fra cui la questione relativa alla tutela del consumatore, alla protezione dei dati personali, al *cyber risk*, alla questione relativa all'interoperabilità della diverse *blockchain* e al risparmio energetico (in parte trattasi di problematiche non confinate al solo settore dell'*Insurance*, ma relative in generale all'utilizzo di queste tecnologie).

Tali criticità potrebbero derivare principalmente dalla mancata regolamentazione di questi nuovi fenomeni, nonché dal fatto di essere costantemente *in progress*. Si consideri, a titolo esemplificativo, la questione attinente ai possibili profili di discriminazione che potrebbero emergere in virtù della grandissima quantità di dati, raccolti attraverso i sistemi di Intelligenza Artificiale, di cui dispongono le odierne imprese assicuratrici, che permettono alle stesse di *catalogare* i profili dei propri assicurati[343].

---

di V. GATTESCHI, F. LAMBERTI, C. DEMARTINI, C. PRANTEDA e V. SANTAMARÍA, *Blockchain and Smart Contracts for Insurance: Is the Technology Mature Enough?*, in *Future Internet*, 20 febbraio 2018, reperibile in https://www.mdpi.com/1999-5903/10/2/20: "*Another interesting use case, which could widely benefit from the increasing diffusion of sensors, is the exploitation of smart contracts in combination with IoT. For instance, homes could be equipped with sensors that can directly notify a smart contract of a damage (e.g., damp sensors could be used to monitor damages on the roof). Similarly, smart appliances could automatically monitor their state and initiate a claim or directly contact the repairer for quicker assistance when needed*". V. anche S. DAVIES, *Bitcoin: Possible bane of the diamond thief,* reperibile in *http://www.ft.com/cms/s/0/ f2b0b2ee-9012-11e4-a0e5-00144feabdc0.html#axzz4DAQsiRry,* 2015 (visitato in data 3 luglio 2023).

[342] Si tratta di una forma ancora in divenire, non regolamentata, tanto che si discute circa l'opportunità di disciplinare *ex lege* tale condivisione sistematica di informazioni (la regolamentazione è già stata effettuata, in particolare, solo per quanto riguarda l'*openbanking* con la Direttiva PSD2, 2015/2366). Ad oggi tale fenomeno è affidato per lo più ad accordi bilaterali o plurilaterali per lo scambio di dati finalizzati all'offerta di nuovi prodotti. Si legga a tal fine la relazione del Convegno *Open Banking e Open Insurance*, tenutosi a Firenze il 19 maggio 2022, i cui atti sono reperibili in https://www.ivass.it/media/interviste/documenti/interventi/2022/190522sdpCESIFIN/Convegno_Open_banking_open_insurance_programma.pdf.

Sul punto M. MAINELLI e B. MANSON, *Chain Reaction: How Blockchain Technology might transform the wholesale insurance,* in *Long Finance*, 2016, 1 ss.: "*Brokers, insurers and reinsurance have to perform KYC/AML on all their counterparties both legal entities and individuals, including third parties' due payment under claims. This multiplicity of repeated checks adds to cost and delays. PwC's Know Your Customer Center of Excellence has built a prototype of Blockchain – based certified file transfer utility. A similar utility in wholesale insurance could help to reduce KYC/AML costs significantly. All documents on blockchains would be encrypted with only the customer having the keys, thus resolving a set of regulatory issues around privacy and data protection. The customer could then present the blockchain entries together with an appropriate subset of keys to the next firm, with which they seek to do business, and this firm would be able to rely on the validation done by the bureau without delay*".

[343] Su questo profilo è intervenuto durante il Convegno organizzato in data 4 maggio 2021 nell'ambito del *Jean Monnet Chair in EU Innovation Policy* – dall'Università Europea di Roma – ASTRID, dal titolo *Algoritmi, Intelligenza Artificiale e regolazione finanziaria*, il Segretario generale dell'Ivass, Stefano De Polis, il quale espressamente: "*Caratteristica fondamentale dei sistemi di intelligenza artificiale è l'autonomia nel produrre gli output richiesti. La componente umana assegna le finalità al sistema e questo, in via autonoma, elabora decisioni, raccomandazioni, previsioni, attraverso l'analisi, anche dinamica per effetto di meccanismi di apprendimento, dei dati che ha a disposizione. Soltanto quando è possibile spiegare il funzionamento della macchina, ad esempio simulando i legami causa-effetto tipici del mondo di pensare umano, si può assicurare piena trasparenza e spiegabilità dei*

3. Inquadramento oggetto ricerca.

Descritto ed evidenziato il panorama su cui si colloca il presente capitolo, è necessario, in questa sede, inquadrare la logica dell'*InsurTech* nella sfera del diritto. Invero, il diritto civile rappresenta un punto di partenza per lo sviluppo di queste nuove tecnologie, senza l'ausilio del quale le stesse non avrebbero spazio per trovare adeguata tutela e riconoscimento, come già si è visto nella prima parte del presente lavoro, dove si è dimostrato che le disposizioni dettate dal Codice civile in tema di contratti possono trovare applicazione, pur se parziale in taluni frangenti, anche agli *smart contract* generalmente intesi. Sicché, tale operazione di raffronto dovrà essere effettuata anche con riguardo alle disposizioni dettate non solo dal Codice civile, ma anche dalla legislazione speciale in tema di contratto di assicurazione (D. Lgs. 7 settembre 2005, n. 209).

Occorre quindi verificare la tenuta del sistema normativo menzionato, chiamato a regolare il fenomeno conformemente al paradigma *Law is Code*, alla luce del mutato contesto tecnologico e dell'introduzione di nuovi prodotti assicurativi, secondo un approccio elastico, in modo che le regole ivi dettate non rappresentino un ostacolo per lo sviluppo delle nuove tecnologie.

Si pensi, in particolare, alle norme contenute nel Codice civile che regolano le asimmetrie informative naturalmente insite nel contratto di assicurazione *tradizionale* e al nuovo contesto introdotto dalle nuove tecnologie, che, mettendo a disposizione delle imprese assicuratrici una grande mole di dati, con ciò permettendo una personalizzazione delle polizze assicurative, sono tali da ridurre drasticamente gli squilibri menzionati.

Ancora, con riguardo alla possibilità, offerta dalla raccolta di *big data*, di personalizzare le clausole del contratto di assicurazione, permettendo così di *catalogare* i soggetti assicurati *uti singuli*, prospettandone tutti i profili di rischio, si pongono interrogativi circa la causa del contratto in esame.

Si tratta, allora, di verificare se questi nuovi strumenti che la tecnologia più moderna è in grado di offrire siano compatibili *o meno* con le norme e i principi generali dettati dall'ordinamento nazionale con riguardo al contratto di assicurazione.

Formulate queste premesse, occorre ora effettuare una precisazione.

Si è osservato nel primo capitolo dell'elaborato in questione, che gli *smart contract* non sempre possono essere qualificati alla stregua di contratti; anzi, per lo più, ad oggi, gli *smart*

risultati". Il punto è che, ad oggi, l'Intelligenza Artificiale è difficilmente governabile, non essendo possibile intervenire sul modo di ragionare dei sistemi di Intelligenza Artificiale; pertanto, risulta di fondamentale importanza bilanciare da un lato, l'esigenza di mantenere inalterate le capacità predittive e l'autonomia dell'intelligenza Artificiale, dall'altro assicurare comunque adeguata tutela a coloro su cui ha impatto l'agire dei sistemi.

contract possono essere utilizzati nella fase esecutiva del contratto, già concluso in formato tradizionale o digitale.

Proprio nel mercato assicurativo è diffuso l'utilizzo dei cc.dd. prodotti autoliquidanti, relativamente ai quali è la sola fase di esecuzione ad essere affidata all'algoritmo[344]. In tale contesto, come già si è osservato, allo *smart contract* viene affidata la funzione di accertamento del sinistro e di liquidazione dell'indennizzo, sulla base -di regola- di oracoli esterni allo *smart contract* stesso.

Tuttavia, il costante e crescente sviluppo delle tecnologie distribuite potrà determinare -come già fa- la creazione di modelli assicurativi basati su *smart contract* sin dalla fase di conclusione del contratto e, addirittura, anche in quella pre-negoziale.

Pertanto, ai fini di semplificare le questioni che derivano dall'impiego di *smart insurance contract,* può essere introdotta una distinzione, basata sul doppio ordine di problemi che l'utilizzo di *smart contract* esecutivi e di *smart contract* che riguardino anche la fase di conclusione del contratto sollevano.

Se quelli integralmente affidati all'algoritmo pongono questioni con riguardo, principalmente, ai profili dell'alea del rischio e degli obblighi informativi, in un'ottica di loro ripensamento, dall'altro per entrambe le categorie, comprensive quindi anche degli *smart contract* c.d. esecutivi, si pone primariamente il problema di verificare la compatibilità con il principio indennitario, nonché l'adeguamento delle previsioni che si occupano dell'esecuzione del contratto, quali le norme attinenti ai mutamenti del rischio assicurativo e dei rimedi ivi previsti (si pensi all'art. 1896 c.c., che disciplina la cessazione del rischio in fase di esecuzione del contratto di assicurazione, nonché agli articoli 1897 e 1898 c.c., riguardanti, rispettivamente, la diminuzione del rischio e il suo aggravamento).

Di tutte queste questioni si dovrà effettuare un apposito approfondimento nei successivi paragrafi.

Infine, giova precisare che nell'ultima parte della tesi verrà in particolar modo proposto, a livello teorico, un prodotto assicurativo che potrebbe essere impiegato sfruttando i benefici apportati dagli *smart contract;* tale elaborazione è stata resa possibile grazie al periodo di *stage* in

---

[344] Sul punto espressamente L. REGAZZONI, *Alcune questioni in tema di* smart contracts *assicurativi: tra istanze di innovazione tecnologica e principi inderogabili dell'ordinamento giuridico*, in *Osservatorio del diritto civile e commerciale*, fasc. spec., 2022, 133: "*Da un lato, si deve aver cura di strutturare lo smart contract assicurativo con modalità coerenti con le istanze imperative derivanti dalla legge (a cui, come abbiamo detto, pure il codice autoesecutivo deve adeguarsi, potendo altrimenti essere corretto, eventualmente anche ex post, in via compensativa); dall'altro lato, invece, si manifesta la necessità di ripensare alcuni profili della disciplina legale del contratto di assicurazione per adeguarla ad un contesto sostanziale in via di mutamento (anche profondo) rispetto a quello considerato dal nostro codice civile. In ogni caso, sembra di potersi affermare che l'ordinamento giuridico consente di individuare gli spazi per un consolidamento della nascente prassi degli smart contracts assicurativi (per ora di carattere parametrico), pur non potendosi del tutto escludere la necessità di ricorrere ai dispositivi rimediali «tradizionali»: ma è questo un problema che accomuna tutte le applicazioni delle tecnologie DLT in ambito contrattuale e che sollecita quindi riflessioni di portata più generale*".

azienda presso Propensione S.p.a., nel quale ho potuto in prima persona confrontarmi con esperti del settore ai fini dell'individuazione dell'aspetto innovativo del presente lavoro.

SEZIONE II

SMART INSURANCE CONTRACT E SUA COMPATIBILITÀ CON LE NORME GENERALI IN MATERIA DI ASSICURAZIONE DETTATE DAL CODICE CIVILE

1. Il rispetto della forma scritta ad probationem alla luce delle caratteristiche della blockchain. - 2. Compatibilità della proroga tacita cui all'art. 1899 c.c., II comma, con la rigidità della contrattazione smart. - 3. Mancato pagamento del premio cui all'art. 1901 c.c. e inflessibilità esecutiva degli smart contracts. - 4. Calcolo automatico del premio, accertamento del danno e possibilità di gestire in via automatizzata i sinistri, alla luce delle nuove tecnologie. - 5. Compatibilità dello smart insurance contract con il principio indennitario: in particolare, le assicurazioni parametriche.

1.Il rispetto della forma scritta **ad probationem** *alla luce delle caratteristiche della blockchain.*

Il contratto di assicurazione non richiede il rispetto del requisito di forma *ab substantiam*, vigendo, dunque, nel contesto esaminando, il principio di libertà delle forme.

Ai sensi dell'art. 1888 c.c. il contratto di assicurazione deve essere provato per iscritto[345]: pertanto l'assicuratore è obbligato non solo a rilasciare al contraente la polizza di assicurazione o altra documentazione da lui sottoscritta, ma è anche tenuto, ove richiesto, a rilasciare duplicati o copie di polizza.

Il fondamento e la *ratio* della norma sono facilmente intuibili, desiderando il legislatore eliminare ogni incertezza circa il suo contenuto del contratto di assicurazione, in ragione, tra l'altro, della rilevanza, anche sociale, della funzione solidaristica svolta dallo stesso. Da quanto osservato emerge come sia necessario interrogarsi circa l'operatività di tale imposizione formale con gli ambienti *blockchain*; se sia possibile, cioè, che, a determinati ipotesi e condizioni, il registro distribuito sia in grado di rispettare la forma scritta o se la stessa *forma* dello *smart contract* sia tale da poter essere *equiparata* alla forma scritta.

Invero, una questione non dissimile da quella ivi considerata, si era posta in tema di contratti cc.dd. informatici, conclusi, cioè, in via telematica; la stessa è stata tuttavia ampiamente risolta dal legislatore, in particolare con l'introduzione dell'art. 21 comma 1 del Codice dell'Amministrazione digitale (D. Lgs. n. 82 del 7 marzo 2005), relativamente al quale è stato

[345] Sulla conclusione del contratto ed i relativi obblighi di forma si veda, in particolare, L. BUTTARO, *Assicurazione (contratto di),* in *Enc. Dir*., III, Milano, 1958, 472 e A. DONATI, *Trattato del diritto delle assicurazioni private*, II, Milano, 1954, 292 ss.

affermato come il documento informatico, cui sia apposta una firma elettronica, soddisfi il requisito della forma scritta e sul piano probatorio sia liberamente valutabile dal giudice[346].

Con riguardo a quelle firme elettroniche avanzate[347], il legislatore ha previsto l'efficacia probatoria cui all'art. 2702 c.c. (che prevede che la scrittura privata faccia piena prova, fino a querela di falso, della provenienza delle dichiarazioni da chi l'ha sottoscritta, se colui contro il quale la scrittura è prodotta ne riconosce la sottoscrizione, ovvero se questa è legalmente considerata come riconosciuta), prevedendo, infine, come solo relativamente a quest'ultime tipologie di firme si possano considerare integrati i requisiti cui all'art. 1350 c.c., ossia la forma scritta *ad substantiam*.

Invero, la dottrina, già prima dell'emanazione del D. Lgs. 135/2018, aveva sostenuto come, a determinate condizioni, anche gli *smart contract* potessero essere considerati come strumenti in grado di soddisfare la forma scritta. In particolare, taluno aveva considerato come la stessa firma elettronica utilizzata ai fini della conclusione delle transazioni su ambiente *blockchain* potesse essere accostata alla firma digitale, stante il ricorso alla tecnologia crittografica asimmetrica. Si evidenziava, tuttavia, come tali prospettazioni mal si adattassero al carattere spesso anonimo e/o pseudonimizzato dei partecipanti ai registri *blockchain*; ne derivava come le

[346] Da ultimo si vuole evidenziare come lo *smart contract*, grazie alla sua immutabilità, sarebbe lo strumento maggiormente idoneo ad assolvere al requisito della forma qualora sia richiesta esclusivamente *ad probationem*. Infatti, la circostanza che esso sia inserito all'interno di registri immutabili e trasparenti risolverebbe l'eventuale problema della perdita del medesimo, in quanto non vi sarebbe la possibilità di smarrirlo, modificarlo e verrebbe meno, in radice, la necessità di una prova per testimoni.

[347] Brevemente (la questione è già stata tratta *infra*, in particolare nel capitolo 1° del presente lavoro, al quale, di conseguenza, si rinvia), le firme riconosciute dall'ordinamento italiano sono, in particolare, la Firma Elettronica Semplice (FES), la Firma Elettronica Avanzata (FEA) e la Firma Elettronica Qualificata (FEQ), identificata anche come Firma Digitale (FD). In particolare, la Firma elettronica semplice (FES), risulta essere la tipologia di firma più semplice e di conseguenza la più utilizzata; al tempo stesso, tuttavia, è anche la più "debole", in quanto consistente in dati in forma elettronica, acclusi oppure connessi tramite associazione logica ad altri dati elettronici e utilizzati dal firmatario per firmare. Gli esempi di FES possono essere molti, fra cui l'associazione nome utente e *password* per l'accesso a *social network*, *forum,* caselle di posta (anche PEC) o la firma biometrica. La Firma Elettronica Avanzata, invece, per essere riconosciuta come tale, deve necessariamente soddisfare una serie di requisiti contenuti nelle regole tecniche in materia, vigenti in Italia ed esplicitate nel DPCM 22.2.2013. Nello specifico, una Firma Elettronica Avanzata deve soddisfare i seguenti requisiti: l'identificazione del firmatario del documento; la connessione univoca della firma al firmatario; il controllo esclusivo del firmatario del sistema di generazione della firma, ivi inclusi i dati biometrici eventualmente utilizzati per la generazione della firma medesima; la possibilità di verificare che il documento informatico sottoscritto non abbia subito modifiche dopo l'apposizione della firma; la possibilità per il firmatario di ottenere evidenza di quanto sottoscritto; l'individuazione del soggetto che eroga la soluzione di firma elettronica avanzata; l'assenza di qualunque elemento nell'oggetto della sottoscrizione atto a modificarne gli atti, fatti o dati nello stesso rappresentati; la connessione univoca della firma al documento sottoscritto. Questa tipologia di firma può essere usata in qualsiasi contesto, fatta eccezione per i contratti dove sono richieste maggiori tutele e per cui è necessario utilizzare una firma qualificata, come ad esempio le transazioni immobiliari. Per quanto attiene alla Firma elettronica qualificata, c.d. FEQ, la stessa è definita dal Regolamento Europeo eIDAS, Reg. EU 910/2014, come "*una firma elettronica avanzata creata da un dispositivo per la creazione di una firma elettronica qualificata e basata su un certificato qualificato* (art. 3 della fonte regolamentare citata)". Principali caratteristiche di tale firma il fatto che venga utilizzato un certificato qualificato emesso da un Ente Certificatore accreditato (Prestatore di Servizi Fiduciari qualificati), che lo standard tecnologico sia ben definito; infine, che venga impiegato un dispositivo sicuro di firma (*Smart Card, Token USB, HSM*). La Firma Elettronica Qualificata o firma elettronica "forte", è quindi una firma avanzata che consente una stretta connessione tra l'oggetto sottoscritto e la firma, e, quindi, i dati contenuti nel certificato del titolare. A tali fini, dispone la norma, la firma deve essere apposta mediante un "*dispositivo per la creazione di una firma elettronica qualificata*" sul quale il firmatario deve poter esercitare un controllo esclusivo. La corrispondenza tra le chiavi di firma e il sottoscrittore è garantita da un Certificatore (la terza parte fidata – un *Qualified Trust Service Provider* ai sensi del Regolamento eIDAS) riconosciuto dall'AgID (esemplificativamente, Aruba PEC). La norma italiana (CAD) stabilisce anche che "*l'utilizzo del dispositivo di firma elettronica qualificata o digitale si presume riconducibile al titolare, salvo che questi dia prova contraria*" (art. 21), prevedendo quindi, per la sola Firma Elettronica Qualificata o Digitale, l'inversione dell'onere probatorio a carico del titolare del dispositivo di firma, che deve fornire la prova di non averlo utilizzato.

argomentazioni suddette avessero una valenza applicativa limitata ai soli registri distribuiti *permissioned*, che richiedono la previa identificazione dei partecipanti.

La questione, come si è scritto, è stata poi risolta dal legislatore con D. Lgs. 135/2018, art. 8 *ter*, nel quale si è espressamente evidenziato come gli *smart contract* soddisfino 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 suddetto decreto; linee guida che è vero che non sono state ad oggi emanate, ma che sono chiamate a specificare, per lo più, aspetti *tecnico-informatici*.

La sostanza del dettato normativo, quindi, è tale da evidenziare come lo *smart contract* (anche assicurativo) sia in grado di rispettare la forma scritta -anche quella *ad probationem*- previa identificazione informatica delle parti interessate. Allo stato attuale, allora, *de jure condendo*, la forma *ad probationem* richiesta dall'art. 1888 c.c. potrà essere garantita per tutti quegli *smart contract* conclusi attraverso contrattazione algoritmica che richiedano un'identificazione prioritaria delle parti, nonché a quelli inseriti all'interno di catene *blockchain* che richiedano la previa identificazione dei soggetti partecipanti, potendo essere pertanto qualificate alla stregua di *blockchain permissioned* o *ibride*[348].

Ciò brevemente premesso, occorre precisare come, ad oggi, la questione circa la possibilità o meno per uno *smart contract* assicurativo di verificare la forma scritta *ad probationem* non sia così rilevante, posto che la stessa è richiesta nella fase di conclusione del contratto e, ad oggi, gli *smart contract* impiegati nel campo assicurativo attengono alla fase *per lo più* esecutiva – si è fatto riferimento, appunto, ai cc.dd. prodotti autoliquidanti.

2. Compatibilità della proroga tacita cui all'art. 1899 c.c., II comma, con la rigidità della contrattazione smart.

L'art. 1899 c.c., rubricato *Durata dell'assicurazione*, si occupa, in particolare, della validità temporale della polizza assicurativa, stabilendo che il contratto acquisti efficacia dalle ore ventiquattro del giorno della sua conclusione. Di norma, la durata del contratto di assicurazione è annuale, pur potendo essere previsto, tuttavia, che lo stesso possa avere una durata pluriennale, al fine di ottenere una riduzione del premio assicurativo che l'assicurato è chiamato a versare. In tal

[348] *Contra* rispetto alle argomentazioni sostenute nel presente elaborato, lo Studio n. 13 della Fondazione centro studi UGNGDCEC, reperibile in *https://www.centrostudiungdcec.it/wp-content/uploads/2021/12/Quaderno_13-blockchain.pdf*, nel quale si evidenzia come, allo stadio attuale, la mancata adozione delle Linee Guida osti alla possibilità di riconoscere una forma scritta c.d. *ad substantiam* o *ad probationem* agli *smart contract*.

caso, deve essere garantito il diritto di recesso, con un preavviso di sessanta giorni, il cui effetto è prorogato sino al termine dell'annualità in corso.

La disposizione testé citata non solleva questioni particolari, salvo che per la previsione circa il diritto di recesso, stante la difficoltà per lo *smart contract* che si autoesegue di comprendere meccanismi *latu sensu* regressivi - quali il recesso, la risoluzione e simili. Resta pur sempre percorribile la soluzione della programmazione *ex ante* del diritto potestativo menzionato. In tal caso non dovrebbero sorgere problemi di alcun genere, considerato che, essendo il contratto di assicurazione un contratto di durata, il recesso non potrebbe che avere effetti irretroattivi. La volontà dell'assicurato di esercitare il diritto in parola, essendo stata prevista sin dalla fase di programmazione, sarà di conseguenza idonea ad attivare l'algoritmo sotteso allo *smart contract* (eventualmente attraverso l'impiego dell'oracolo).

Questione di sicuro e notevole interesse è invece quella riguardante la configurabilità o meno di una proroga tacita: l'ipotesi è espressamente stabilita dal Codice civile, con l'unico limite che la validità della stessa non superi i due anni. Si deve sicuramente escludere, vista la natura dello *smart contract*, la praticabilità o quantomeno la prospettabilità di una proroga tacita nel contesto ivi esaminato, principalmente per la seguente ragione. Una volta che l'algoritmo dello *smart contract*, secondo la logica dell'*if this then that*, si sia attivato, adempiendo in modo automatico alla prestazione dedotta, lo stesso contratto intelligente sarà destinato ad estinguersi, non lasciando spazio alla configurabilità di una proroga tacita.

Di certo, come si è ormai abituati a ragionare allorquando si discorre di contrattazione algoritmica, la proroga tacita potrebbe essere predeterminata all'interno del programma, in sede, appunto, di contrattazione algoritmica o tradizionale, nel caso in cui allo *smart contract* venisse o meno affidata anche la fase di conclusione del contratto.

In tal caso, in ragione del fatto che la proroga verrebbe programmata e predefinita, non vi è spazio per poterla configurare quale tacita; si tratterebbe, di conseguenza, di uno di quei casi nei quali la norma codicistica sembrerebbe essere incompatibile con le caratteristiche insite nelle tecnologie in esame.

A conclusione, va osservato che anche in questo caso di tratta di un'ipotesi per lo più limitata, vista la diffusione, allo stato attuale di avanzamento delle tecnologie in esame, di *smart (legal) insurance* che si approcciano a modelli assicurativi aventi per lo più carattere istantaneo.

3. *(Segue)…. mancato pagamento del premio cui all'art. 1901 c.c. e inflessibilità esecutiva degli* smart contracts.

L'art. 1901 c.c., collocato nella sezione relativa alle disposizioni generali del contratto di assicurazione, disciplina, in modo preciso, il caso del mancato pagamento del premio, prevedendo, al primo comma, che, se il contraente non paga il premio stabilito dal contratto, l'assicurazione resti sospesa sino alle ore ventiquattro del giorno in cui il contraente paga quanto da lui dovuto.

Si tratta, evidentemente, di una norma che può trovare agevole applicazione qualora lo *smart contract* sia stato programmato in modo conforme alla previsione indicata: in tal caso, il contratto sarà in grado di autosospendersi non appena venga accertato l'evento rilevante, ossia il mancato adempimento della prestazione da parte del soggetto assicurato, accertamento che potrà avvenire in via automatica oppure mediante l'intervento di un oracolo. Qualora, invece, le parti non abbiano previsto nulla al riguardo, la rigidità propria dello *smart contract* dovrebbe impedire l'attivazione di qualsiasi meccanismo di autosospensione, per le ragioni ampiamente esposte nel presente elaborato.

De jure condendo, tuttavia, nel contesto in esame, si potrebbe ipotizzare un'applicazione quanto meno attenuata della norma richiamata, alla luce delle considerazioni che seguono e, soprattutto, della natura autoesecutiva dello *smart contract*, in cui l'adempimento dipende esclusivamente dall'attivazione – e conseguente esecuzione – dell'algoritmo.

Ne consegue che, nella prassi applicativa di tali tecnologie, risulta difficilmente configurabile l'ipotesi di un mancato pagamento del premio. Se è vero, infatti, come già evidenziato nel presente lavoro, che potrebbero verificarsi malfunzionamenti tali da impedire una corretta esecuzione della prestazione, appare tuttavia poco plausibile che ciò si traduca in un vero e proprio mancato pagamento del premio, come invece contemplato dal Codice civile all'articolo 1901 c.c.[349].

In secondo luogo, occorre aggiungere, e specificare, come le assicurazioni *smart* che sono state per lo più ad oggi sperimentate, si caratterizzano per essere assicurazioni cc.dd. *a prestazione istantanea*. Si pensi all'assicurazione lanciata da Axa per le ipotesi di cancellazioni o ritardi di voli aerei: una volta verificata la cancellazione o il ritardo del volo, lo *smart contract* provvede in modo automatico ad indennizzare il passeggero che abbia sottoscritto l'assicurazione. Il rapporto è poi destinato ad estinguersi, essendo l'assicurazione deputata ad operare solo per il singolo evento. Si comprende, di conseguenza, perché la norma di cui all'art. 1901 c.c., che fa riferimento alla sospensione del rapporto, sottintendendo che lo stesso sia prolungato nel tempo (altrimenti perderebbe significato la previsione di una sospensione dello stesso), allo stato attuale,

[349] Ed il medesimo ragionamento può essere effettuato con riguardo al secondo comma "*Se alle scadenze convenute il contraente non paga i premi successivi, l'assicurazione resta sospesa dalle ore ventiquattro del quindicesimo giorno dopo quello della scadenza*".

considerando lo stadio di sviluppo delle tecnologie in esame, potrebbe risultare di ridotta applicazione.

4. Calcolo automatico del premio, accertamento del danno e possibilità di gestire in via automatizzata i sinistri, alla luce delle nuove tecnologie.

Già si è osservato che lo *smart contract* sia strumento, ad oggi, deputato ad essere impiegato, per lo più, nel campo delle assicurazioni istantanee, a copertura di un singolo evento, relativamente a liquidazioni semplici, nella maggior parte basate su criteri di liquidazione semplificati, predeterminati o *based index*. Nulla impedisce, tuttavia, che il contratto intelligente possa essere utilizzato anche in contesti diversi, più complessi, che richiedono, al momento del verificarsi del sinistro, accertamenti esterni, concernenti il danno non patrimoniale (si pensi al danno biologico) o il danno patrimoniale arrecato ad una *res*, con conseguente determinazione della sua diminuzione di valore.

Invero, stante la difficoltà, in queste situazioni *complesse*, nell'quantificare *ex ante* l'ammontare dei danni, soprattutto di carattere non patrimoniale, la fase di gestione successiva al sinistro, pur se affidata alla contrattazione algoritmica, necessita ancora dell'intervento umano e dei suoi accertamenti peritali; accertamenti che saranno inseriti all'interno dello *smart contract* per mezzo di un oracolo, il che comporta una sorta di svilimento delle caratteristiche sottese agli *smart contract*. Il contratto potrebbe prevedere la corresponsione di un indennizzo automatico già quantificato, salvo consentire all'assicurato di chiedere un incremento dell'indennizzo attraverso specifici accertamenti. Del tema ci si occuperà nel prosieguo del lavoro.

A livello di disciplina codicistica non sono riscontrabili norme dettate in via specifica per tali operazioni peritali, che vengono invece contemplate nel Codice delle Assicurazioni, D. Lgs. 209/2005. In particolare, l'art. 156 descrive tale attività come "*accertamento e stima dei danni alle cose derivanti dalla circolazione, dal furto e dagli incendi dei veicoli a motore"*. È inoltre previsto che tale attività possa essere compiuta direttamente dalle imprese di assicurazione, i cui periti, in ogni caso, devono comportarsi con diligenza, correttezza e trasparenza[350].

[350] Il decreto menzionato prevede, nelle disposizioni successive, all'istituzione di un vero e proprio ruolo dei periti assicurativi, prevedendo, all'art. 157: "*La CONSAP cura l'istituzione e il funzionamento del ruolo e determina, con regolamento da pubblicarsi nella Gazzetta Ufficiale e sul sito Internet, gli obblighi di comunicazione, la procedura di iscrizione e di cancellazione e le forme di pubblicità più idonee ad assicurare l'accesso al pubblico ruolo. 2. Nel ruolo sono iscritti i periti assicurativi che esercitano l'attività in proprio e che sono in possesso dei requisiti di cui all'art. 158*"; l'art. 158, invece, prevede che: "*1. Per ottenere l'iscrizione nel ruolo la persona fisica deve essere in possesso dei seguenti requisiti: a) godere dei diritti civili; b) non aver riportato condanna irrevocabile, o sentenza irrevocabile di applicazione della pena di cui all'articolo 444, comma 2, del codice di procedura penale, per un delitto contro la pubblica amministrazione, contro l'amministrazione della giustizia, contro la fede pubblica, contro l'economia pubblica, l'industria e il commercio, contro il patrimonio per il quale la legge commini la pena della reclusione non inferiore nel minimo ad un anno o nel massimo a tre anni, o per altro delitto non colposo per il quale sia comminata la pena della reclusione non inferiore nel minimo a due anni o nel massimo a cinque anni, o per il reato di omesso versamento dei*

Per quanto attiene alle tecniche utilizzate nel campo degli accertamenti peritali e che risultano in corso di sperimentazione, giova rilevare come siano stati elaborati strumenti di Intelligenza artificiale capaci di valutare, sulla base di una pluralità di dati e rilevazioni, una stima dei danni causati, ad esempio, dalla diminuzione di valore del bene e/o dei danni a questo arrecati, attraverso la creazione di *software* in grado di agire come periti assicurativi, così elaborando perizie o stime del danno in modo oggettivo e completando tali valutazioni grazie al contributo derivante dal collegamento a banche dati che permettano di risalire, ad esempio nel contesto del *machine learning* applicato alla *mobility*, che risulta l'ambito più influenzato dall'utilizzo di tecniche di *AI,* all'esatta configurazione di tutte le varianti di allestimento, *optional* e accessori del veicolo.

Un *software* di questo genere è stato sperimentato, ad esempio, nel campo della *mobility;* trattasi, in particolare, del progetto *FasttrackAI*, un prodotto specifico per la gestione automatizzata dei sinistri di auto, che nasce dalla combinazione delle competenze della tedesca DAT (*leader* nei servizi per l'industria *automotive*) e dell'italiana Prometeia (società di consulenza). Secondo gli ideatori di tale progetto, il *software* in esame sarebbe in grado di determinare un sostanziale abbattimento del ciclo di vita del sinistro, con benefici in termini di tempi e costi per tutti gli operatori coinvolti[351]. Il funzionamento è semplice e presto delineato: nel caso di cui si verifichi un sinistro stradale, l'utente potrà caricare le immagini del sinistro direttamente dal suo *smartphone*; grazie a sistemi di *computer vision* il *software* analizzerà in automatico la

contributi previdenziali e assistenziali obbligatori, ovvero condanna irrevocabile comportante l'applicazione della pena accessoria dell'interdizione dai pubblici uffici perpetua o di durata superiore a tre anni, salvo che non sia intervenuta la riabilitazione; c) non essere stata dichiarata fallita, salvo che sia intervenuta la riabilitazione, né essere stato presidente, amministratore con delega di poteri, direttore generale, sindaco di società od enti che siano stati assoggettati a procedure di fallimento, concordato preventivo o liquidazione coatta amministrativa, almeno per i tre esercizi precedenti all'adozione dei relativi provvedimenti, fermo restando che l'impedimento ha durata fino ai cinque anni successivi all'adozione dei provvedimenti stessi; d) non versare nelle situazioni di decadenza, divieto o sospensione previste dall'articolo 10 della legge 31 maggio 1965, n. 575, e successive modificazioni; e) aver conseguito un diploma di scuola media secondaria superiore o di laurea triennale; f) aver svolto tirocinio di durata biennale presso un perito abilitato; g) aver superato una prova di idoneità secondo quanto previsto dal comma 3. Comma 2. Fermo il disposto dell'articolo 156, non possono esercitare l'attività di perito assicurativo né essere iscritti nel ruolo gli intermediari di assicurazione e di riassicurazione, i riparatori di veicoli e di natanti e i pubblici dipendenti con rapporto lavorativo a tempo pieno ovvero a tempo parziale, quando superi la metà dell'orario lavorativo a tempo pieno. 3. Ai fini dell'iscrizione, il perito deve possedere adeguate cognizioni e capacità professionali, che sono accertate dalla CONSAP tramite una prova di idoneità, consistente in un esame su materie tecniche, giuridiche ed economiche rilevanti nell'esercizio dell'attività. La CONSAP determina, con regolamento, i titoli di ammissione e le modalità di svolgimento della prova valutativa, provvedendo alla relativa organizzazione e gestione. 1. La cancellazione dal ruolo è disposta dalla CONSAP, con provvedimento motivato, in caso di: a) rinuncia all'iscrizione; b) perdita di uno dei requisiti di cui all'articolo 158, comma 1, lettere a), b), c) e d); c) sopravvenuta incompatibilità ai sensi dell'articolo 158, comma 2; d) radiazione; e) mancato versamento del contributo di gestione di cui all'articolo 337, nonostante apposita diffida apposta dalla CONSAP. 2. Non si procede alla cancellazione dal ruolo, anche se richiesta dal perito, fino a quando sia in corso un procedimento disciplinare ovvero siano in corso accertamenti istruttori propedeutici all'avvio del medesimo. Art. 160: "1. Il perito, che sia stato cancellato dal ruolo a seguito del provvedimento di radiazione, può richiedere di esservi iscritto nuovamente, purché siano decorsi almeno cinque anni dalla cancellazione e sussistano i requisiti di cui all'articolo 158, commi 1 e 2. 2. In caso di cancellazione derivante da condanna irrevocabile o da fallimento, il perito può essere nuovamente iscritto al ruolo soltanto se ne sia intervenuta la riabilitazione. 3. Il perito, la cui iscrizione sia stata cancellata per mancato versamento del contributo di gestione, può essere iscritto nuovamente purché abbia provveduto al pagamento di quanto non corrisposto sino alla cancellazione. 4. Se il perito, intervenuta la cancellazione dal ruolo, chiede una nuova iscrizione, essa viene disposta previa verifica della sussistenza dei requisiti di cui all'articolo 158, commi 1 e 2, rimanendo valida l'idoneità già conseguita."

[351] Maggiori approfondimenti sono reperibili sul sito *https://www.datgroup.com/it-it/.*

documentazione fotografica, identificando le componenti danneggiate e il livello di gravità delle stesse e restituendo una valutazione puntuale dei danni con il dettaglio completo delle riparazioni necessarie. Si potrà ottenere, dunque, una perizia (o stima) del danno oggettiva, completa e certificata secondo gli *standard* assicurativi. Si tratta, in ogni caso, di operazioni che, come già specificato, sono in corso di sperimentazione, e i cui risultati operativi e applicativi saranno ravvisabili solo in futuro.

Ad oggi si stanno diffondendo soluzioni intermedie, che combinano l'Intelligenza artificiale e l'utilizzo degli algoritmi con l'intervento umano, come dimostra il progetto *Insoore for Professional*, anch'esso diffuso nel campo della *mobility;* trattasi di *un'app* mobile pensata per dare la possibilità alle compagnie assicurative e alle aziende di *fleet management* di coinvolgere i propri *network* convenzionati — come, ad esempio, *dealer* e carrozzieri — nel momento della rilevazione video-fotografica dei veicoli che hanno subito un danno. Appena il carrozziere convenzionato avrà eseguito la rilevazione video-fotografica, otterrà in poco tempo un *feedback* dalla piattaforma stessa circa la qualità degli scatti, potendosi così procedere più velocemente alla riparazione e alla riconsegna del veicolo. Le compagnie, oltre a ridurre la durata di gestione del sinistro, possono così offrire una migliore *customer experience*: l'assicurato riceverà assistenza già al momento della consegna del veicolo nel centro autorizzato e la procedura per la riparazione e la stima dei danni verrà avviata contestualmente alla consegna[352].

Alla luce di quanto è stato delineato, l'utilizzo di sistemi di *machine learning* alle operazioni sopra descritte, comporta la necessità di procedere all'indagine circa la possibile riconducibilità di tali strumenti tecnologici alle categorie tradizionali, quali la perizia contrattuale.

Quest'ultima può essere definita come quella clausola o quel patto per il quale le parti si rivolgono ad un terzo, scelto in ragione di una sua particolare competenza tecnica, affinché verifichi un fatto o valuti sotto il profilo tecnico un determinato bene o prodotto, effettuando una dichiarazione di scienza[353].

---

[352] Maggiori dettagli sono reperibili in *https://insoore.com/Home*. Altro progetto, simile, è quello presentato da Solera, azienda di riferimento nella gestione del ciclo di vita dei veicoli, la quale ha annunciato un proprio progetto futuro sulla gestione dei sinistri e dei rischi. Il progetto sfrutta la potenza dell'intelligenza artificiale e visiva (VI) di *Qapter VI, e-Driving e Mentor*. Obiettivo, offrire un percorso più fluido ed efficiente per la gestione dei sinistri nel settore automobilistico, per le flotte e per gli assicuratori. La tecnologia di Solera è l'unica a integrare la gestione del rischio del conducente, la risposta alle emergenze e il controllo dei sinistri guidati dall'intelligenza artificiale in un'unica piattaforma integrata. Tali modalità di gestione del sinistro andrebbero incontro alle esigenze *in primis* degli assicurati. Infatti, secondo il *Global Innovation Index* 2022 di Solera, il 70% dei consumatori cambierebbe assicuratore per avere un'esperienza di risarcimento più rapida, oltre ad una piena visibilità del processo di risarcimento (56%) e una rapida risoluzione del sinistro (53%). I consumatori chiedono anche accuratezza, con il 65% che afferma che sceglierebbe un tecnico che utilizza l'intelligenza artificiale per ridurre al minimo il rischio di errore nel processo di risarcimento. La tecnologia di Solera sta aiutando gli assicuratori a soddisfare questa domanda, accelerando il processo di liquidazione dei sinistri attraverso un percorso decisionale automatizzato e guidato dall'intelligenza artificiale, riducendo il tempo medio di stima dei sinistri da due ore a 10 minuti e sostenendo i ricavi grazie all'aumento di oltre il 10% dell'indice di riparabilità dei sinistri gestiti con l'intelligenza artificiale.

[353] Giuridicamente, la perizia contrattuale è stata definita come istituto affine all'arbitraggio ex art. 1349 cc. Al pari dell'arbitraggio, la perizia contrattuale sarebbe, infatti, diretta a completare la volontà delle parti nella conclusione del contratto. A tale ricostruzione però son state mosse forti critiche, sulla base del fatto che la perizia contrattuale sia utilizzata nella prassi non per integrare la

Trattasi, quindi, di un mero accertamento e rilievo di dati tecnici (ad esempio esistenza del danno, valore delle cose danneggiate, stima dell'indennizzo), redatta da professionisti di un determinato settore a seguito dell'incarico ricevuto dalle parti, sulla base di uno specifico mandato, concernente la soluzione di questioni tecniche e non giuridiche.

Si tratta di una fattispecie autonoma rispetto all'arbitraggio regolato dalla norma cui all'art. 1349 c.c., il che permetterebbe di escludere, nel caso della perizia contrattuale, i rimedi impugnatori previsti dalla norma che disciplina l'arbitraggio, e cioè l'impugnazione per manifesta iniquità, potendosi invece impiegare i rimedi impugnatori, di carattere generale, che l'ordinamento predispone in caso di invalidità dei negozi giuridici e, in particolare, l'annullamento per errore dolo e violenza e la risoluzione per inadempimento del perito[354].

Di conseguenza, la decisione del perito non risulterà impugnabile secondo i canoni dell'iniquità o della mala fede previsti dall'art. 1349 c.c., che appunto presuppongono una discrezionalità del terzo, e che sarebbero peraltro non agevolmente verificabili nel caso di *machine learning*.

Queste considerazioni sembrano confermare che anche i risultati generati da algoritmi di Intelligenza Artificiale non possano andare esenti dalla possibilità di un loro sindacato, seppur

---

volontà contrattuale, ma già in una fase di esecuzione del contratto. Nella perizia si tratterebbe di una valutazione strettamente tecnica, mentre nell'arbitraggio sarebbe presente una valutazione discrezionale e un apprezzamento secondo criteri di equità mercantile, essendo proprio i diversi criteri di giudizio a fare da spartiacque fra i due istituti.
Una diversa dottrina riconduce l'istituto in commento nell'ambito dell'arbitrato libero o irrituale, con la particolarità di avere come oggetto una questione non giuridica, ma esclusivamente tecnica. Secondo questa interpretazione sarebbe proprio questo il criterio che differenzia i due istituti: la perizia avrebbe ad oggetto una questione tecnica, mentre l'arbitrato avrebbe connotato giuridico e riguarderebbe il rapporto preesistente nel suo complesso.
L'opinione della Giurisprudenza è che l'istituto della perizia contrattuale abbia una natura autonoma, ricorrendo in tutte le volte in cui le parti si rivolgono ad un soggetto terzo, scelto in ragione della sua particolare competenza tecnica, affinché effettui la determinazione richiesta, con una dichiarazione qualificata, come una "*mera dichiarazione di scienza*", con esclusione, quindi, per espressa volontà delle parti, di qualunque valutazione discrezionale (sentenza Cassazione Civile sez. III, n.25643 del 17/12/2010, reperibile su *DeJure*). Cfr., per tutte, Cass. 25 giugno 1983, n. 4364, reperibile su *DeJure*, che si esprime in questi termini: "*solo in presenza di un arbitraggio - che ricorre quando le parti abbiano affidato al terzo arbitratore non già l'incarico di risolvere una controversia nascente da un rapporto giuridico preesistente e già perfetto (come nell'arbitrato rituale ed in quello libero) ma di determinare in un negozio giuridico in via di perfezionamento, un elemento che le parti non hanno voluto o potuto determinare, sicché l'arbitratore non dirime liti con poteri decisori, ma concorre con le parti nella formazione del contenuto del negozio - è possibile la impugnazione del lodo per manifesta iniquità*". In dottrina si vedano E. GABRIELLI, *Il contratto di arbitraggio*, in *I contratti di composizione delle liti,* a cura di Gabrielli e Luiso, Milano, 2005, 1 ss., E. FAZZALARI, *Arbitrato e arbitraggio*, in *Riv. arb.,* 1993, 22 ss., M. BOVE, *La perizia arbitrale*, Torino, 2001, F. CRISCUOLO, *Arbitraggio e determinazione dell'oggetto del contratto,* Napoli, 1996, 1 ss. e G. ZUDDAS, *L'arbitraggio*, Napoli, 1992, 1 ss.

[354] Si tratta di un postulato unanimemente condiviso in giurisprudenza, secondo la quale, espressamente, "*L'impugnazione della determinazione dell'arbitratore per manifesta iniquità presuppone una determinazione compiuta con equo apprezzamento, in vista del perseguimento dell'equilibrio economico tra le prestazioni: solo una valutazione condotta secondo criteri equitativi può sconfinare nella iniquità, qualora realizzi una rilevante sperequazione tra prestazioni contrattuali contrapposte. Ed una valutazione siffatta è propria dell'attività dell'arbitratore, in sede di arbitraggio, mentre è del tutto assente nell'attività dell'arbitratore-perito, in sede di perizia contrattuale. L'arbitratore-perito non compie valutazioni discrezionali ispirate a criteri equitativi, ma si limita ad applicare norme tecniche, ad utilizzare criteri tecnico-scientifici obbiettivi. La determinazione dell'arbitratore-perito non può, per sua intrinseca natura, essere equa o iniqua, ma soltanto esatta o inesatta secondo i parametri tecnici applicati. Alla perizia contrattuale non può pertanto applicarsi l'impugnazione, prevista dall'art. 1349 c.c., per manifesta erroneità o iniquità della determinazione del terzo, trattandosi di rimedio circoscritto all'arbitraggio, che presuppone l'esercizio di una valutazione discrezionale, di un equo apprezzamento secondo criteri di equità mercantile, ed è quindi inconciliabile con l'attività strettamente tecnica dell'arbitratore-perito. Il sistema delle impugnazioni esperibili nei confronti della determinazione dell'arbitratore-perito va quindi desunto esclusivamente dalle regole generali del Codice civile che determinano le cause di invalidità dei negozi giuridici. La perizia contrattuale potrà quindi essere impugnata soltanto nel caso di errore, dolo o violenza*." Cassazione civile, sez. III, 30/06/2005, n. 13954, reperibile su *DeJure*.

successivo, se si accetta una loro qualificazione all'interno dello schema della perizia contrattuale. Non dovrebbero esservi infatti difficoltà a ritenere che la violazione dei criteri tecnici condivisi (per via di un malfunzionamento del sistema o di tentativi di *hackeraggio*) possa essere equiparata ad una forma di errore, cui potrebbe quindi seguire l'obbligo di restituire quanto nel frattempo trasferito in eccedenza in esito al processo autoliquidante[355].

Tale considerazione conferma, di fatto, come ad oggi l'utilizzo degli *smart contract* in ambito assicurativo sia per lo più destinato, quanto ad un suo migliore adattamento, alle assicurazioni istantanee e/o con indennizzo predeterminato, che non comportino la necessità di ulteriori accertamenti peritali, relativamente ai quali, anche utilizzando tecnologie *DLT*, potrebbero porsi i tradizionali problemi, dipendenti dalla litigiosità delle parti, che sorgono nel mondo *offline*[356].

5. Compatibilità dello smart insurance contract *con il principio indennitario: in particolare, le assicurazioni parametriche.*

In questo paragrafo, in particolare, si intende principiare l'analisi circa la compatibilità degli *smart contract* con quelle norme e principi inderogabili che di norma sorreggono e sostengono il contratto di assicurazione.

Una prima indagine non può che riguardare il rapporto tra *smart contract* e principio indennitario.

Quest'ultimo trova fondamento nella circostanza secondo cui l'assicurazione non può mai essere occasione di arricchimento, essendo destinata non a scopi lucrativi bensì a compensare l'effettivo ristoro del danno subito. Ciò comporta delle risultanze su diversi piani: da quello probatorio, per cui il danneggiato ha l'onere di provare personalmente il fatto dannoso, alla circostanza per cui le compagnie assicurative non possono provvedere ad eseguire liquidazioni automatiche o a liquidare pregiudizi che siano solo astrattamente pregiudizievoli[357].

---

[355] In realtà, a ben vedere (e tornando alle prime fattispecie analizzate), una simile possibilità non sembra potersi escludere nemmeno nell'ipotesi in cui si dia luogo ad una liquidazione forfettaria con modalità parametriche, poiché anche in questo caso vi è sempre la possibilità che un errore nella lettura o nell'elaborazione dei dati determinino l'erogazione di un indennizzo non corrispondente al danno effettivo. Tuttavia, è chiaro che questa eventualità dovrebbe configurarsi come piuttosto remota nel caso di polizze *index based*, a condizione che l'individuazione dei parametri e del metodo di calcolo sia stata compiuta con la dovuta accuratezza. Ancora, R. SANTAGATA, *Polizze assicurative parametriche (o index-based) e principio indennitario,* in *Riv. Dir. civ.,* 2022, 1, 134 ss. riflette circa l'esigenza che gli oracoli, in virtù dei quali vengono inseriti gli *input* necessari all'attivazione dello *smart contract*, siano indipendenti. L'Autore ragiona infatti circa la necessità che venga garantita la trasparenza degli oracoli stessi, soprattutto nei casi di impiego di oracoli c.d. fisici.

[356] Scrive sulla questione L. REGAZZONI, *op. cit.,* 128 ss.: "*Le tecniche informatiche di cui si rende opportuna l'adozione non permettono di escludere (almeno in via teorica) la necessità di un intervento giudiziale esterno sul contratto, in particolare qualora l'algoritmo proceda ad una valutazione in concreto dei danni da liquidare.. In ogni caso, comunque (a meno di voler pensare a scenari ancor più remoti di completa gestione algoritmica anche delle decisioni giudiziali), l'automazione della fase esecutiva dei rapporti assicurativi mediante tecnologie DLT non sembra poter condurre ad esiti completamente indipendenti dal mondo offline".*

[357] R. SANTAGATA, *op. cit.,* 134 ss.

Del principio indennitario non si trova espressa e specifica indicazione all'interno delle disposizioni civilistiche; ciò nonostante, lo stesso è ravvisabile in tutta una serie di norme riguardanti il contratto di assicurazione[358].

Invero, dalla stessa definizione contenuta nell'art. 1882 c.c. si può notare come il legislatore abbia disciplinato in modo diverso l'assicurazione contro i danni, e quella sulla vita, prevedendo che, nel primo caso, l'assicurato si obblighi, verso il pagamento di un premio, a rivalere l'assicurato, *entro i limiti convenuti,* del danno ad esso prodotto da un sinistro, e, nel secondo, a pagare un capitale o una rendita al verificarsi di un evento attinente alla vita umana. L'effetto dell'assicurazione contro i danni è dunque quello di far sì che all'assicurato venga unicamente riparato un danno senza, peraltro, che esso possa conseguire un lucro.

Altre disposizioni codicistiche, dalle quali è ravvisabile il principio indennitario, sono l'art. 1904 c.c., che sancisce la nullità del contratto se non esiste un interesse dell'assicurato al risarcimento del danno; l'art. 1905 c.c., che limita l'obbligazione risarcitoria dell'assicuratore al danno effettivamente patito dall'assicurato; ancora, l'art. 1908 c.c., che vieta l'attribuzione alle cose perite o danneggiate di un valore superiore a quello che avevano al momento del sinistro, nonché l'art. 1909 c.c., che disciplina il caso di *assicurazione* eccedente il valore delle cose, e che limita al valore reale delle medesime, l'obbligo dell'assicuratore; ed infine l'art. 1910 c.c., che vieta all'assicurato il cumulo di indennizzi, ove siano superiori al pregiudizio sofferto[359].

---

[358] In tema di principio indennitario si vedano G. PARTESOTTI, *La polizza stimata*, Padova 1967, 88, A. DONATI e G. VOLPE PUTZOULU, *Manuale di diritto delle Assicurazioni*, Milano, 1990, 110 ss. e G. FANELLI, *Le assicurazioni*, I, in *Tratt. di dir. civ. e comm.* diretto da A. CICU e F. MESSINEO, Milano, 1973, 137 ss., V. SALANDRA, *Dell'assicurazione: art. 1882-1932*, in *Commentario Scialoja-Branca,* Bologna – Roma, 1969, 304 ss., L. BUTTARO, *Assicurazione contro i danni*, in *Enc. del dir*., III, Milano, 1958, par. 6, M. ROSSETTI*, Il diritto delle assicurazioni*, vol. II. *Le assicurazioni contro i danni*, Padova, 2012, 4 ss..

[359] Vi è da dire, inoltre, che la portata applicativa del principio indennitario è questione discussa. Se è vero che, da sempre, l'assicurazione contro i danni ha tradizionalmente una funzione indennitaria, dall'altro, la portata effettiva dell'assicurazione sulla vita risulta non poco questionata. La dottrina tradizionale, infatti, non ha esitato nell'affermare che, anche per quest'ultima tipologia di assicurazione, si potesse predicare la validità di un principio indennitario. Si affermò, così, che sia nell'assicurazione per il caso di vita, sia per quella in caso di morte, il contratto mirasse a compensare l'assicurato (o le persone da questo designate) dalle conseguenze di un evento dannoso. Più precisamente, nel caso di assicurazione sulla vita, l'assicurato sarebbe tenuto indenne dal danno conseguente all'abbassamento delle capacità di lavoro e di guadagno conseguente al fisiologico invecchiamento o del danno conseguente, in caso di morte dell'assicurato, alla perdita delle utilità economiche a lui prestate dal defunto. La dottrina ora riportata è stata sin dal principio oggetto di critiche. Si è obiettato, in particolare, che nel ramo vita l'assicuratore è tenuto al pagamento del capitale ma a prescindere dall'esistenza di un danno effettivo, per cui la teoria indennitaria non riuscirebbe efficacemente ad accomunare l'assicurazione contro i danni e quelli sulla vita. Sul punto, in particolare, A. DONATI, *Trattato di diritto delle assicurazioni private*, Milano, 1999, 101 ss. e V. SALANDRA, *Dell'assicurazione,* in *Comm. cod. civ.,* a cura di A. SCIALOJA e G. BRANCA, Bologna – Roma, 1966, 180 ss.

Vi è da dire che, al fine di superare le obiezioni menzionate, è stata compiuta una rivisitazione della portata del principio indennitario. In particolare, la nuova formulazione si basa su tre assunti: i) l'assunto del *bisogno futuro* come bisogno attuale, nel senso che, per stabilire se l'evento morte o quello vita costituiscano danni in sensi tecnico, occorre fare riferimento non al momento del verificarsi dell'evento, ma al momento della stipula del contratto. Ed in quel momento sia l'uno che l'altro rappresentano potenziali eventi dannosi; ii) l'assunto della *natura sanzionatoria del risarcimento* e, infine, III) l'assunto della *liquidazione forfettaria anticipata del danno*, effettuata dalle parti al momento della conclusione del contratto e che non farebbe venire meno né la natura potenzialmente dannosa dell'evento né il carattere indennitario della prestazione dell'assicuratore. Inoltre, il nostro ordinamento conosce e disciplina diverse ipotesi nelle quali il danno è liquidato *ex ante* e in via forfettaria: si pensi, fra tutti, alla clausola penale e alla disciplina *ex* art. 1224 c.c.

Anche tale rivisitazione non è stata immune da critiche, posto che si è osservato, in particolare, che è innegabile che l'assicurazione sulla vita sia una operazione economica connessa al risparmio, e non all'indennizzo di un danno. Né convince la natura del danno in *re ipsa* nel caso di morte dell'assicurato, posto che, nel nostro ordinamento il danno evento è distinto dal danno conseguenza (1223). Invero, tale critica sembrerebbe essere confermata dalle recenti sentenze a Sezioni Unite del 2018 in tema di assicurazione

La giurisprudenza di legittimità, anch'essa pienamente conformata alla logica del principio indennitario, ha contribuito a delimitare il campo di applicazione del principio in esame: l'ambito di operatività deve rimanere confinato al solo danno patrimoniale e, cioè, all'assicurazione volta a ristorare i danni, di natura patrimoniale, subiti dal danneggiato a seguito del sinistro[360]. Con riguardo al danno non patrimoniale, invece, sarebbero accettate anche forme di modalità d'indennizzo forfettariamente determinate[361].

Ciò premesso, occorre chiedersi in che modo lo *smart contract* possa entrare in conflitto con il principio indennitario.

Invero, a far sorgere problemi di compatibilità con il criterio predetto è lo stesso meccanismo di funzionamento dello *smart contract*, relativamente al quale la liquidazione forfettaria dell'indennizzo assicurativo (si suole parlare, in tal senso, di prodotti *autoliquidanti*) risulta meglio traducibile e adattabile nel contesto di un elaboratore che opera secondo una logica condizionalistica del tipo *if this then that*, e che proprio in virtù di tale caratteristica è in grado di garantire una maggior automazione, efficienza e riduzione dei costi, aspetti tutti che meritano di essere coltivati.

Stimare in modo forfettario vuol dire, più precisamente, prescindere, in un certo senso, dal concreto danno subito.

Sicché, una siffatta modalità di liquidazione dell'importo (automaticamente) attribuito all'assicurato, in assenza di una verifica in concreto circa l'effettiva entità del pregiudizio da compensare, potrebbe talora comportare il pagamento di un indennizzo superiore al danno subito, poiché il sinistro potrebbe arrecare, in ipotesi, un pregiudizio effettivo minore di quello stimato[362].

---

e *compensatio lucri cum danno*; sentenze nelle quali è stata esclusa l'operatività del defalco nel caso di indennizzo dovuto in virtù della stipulazione di un'assicurazione vita, in conseguenza della diversa natura e funzione fra assicurazione contro i danni e assicurazione vita.

[360] E' proprio l'affermazione del c.d. principio indennitario, che sancisce il divieto di cumulo tra indennizzi assicurativi e risarcimenti civilistici a fronte di un medesimo evento di danno, con conseguente esclusione della possibilità di cumulare l'indennizzo dovuto dall'assicuratore col risarcimento eventualmente dovuto dal responsabile civile per lo stesso fatto, a suffragare le argomentazioni sottese alla sentenza della Cass., sez. unite, 22 maggio 2018, n. 12565, in tema di *compensatio lucri cum damno*, reperibile in *DeJure.*

[361] Conferma si trova nella sentenza Cass. civ. 8.4.2021, n. 9380, in *DeJure,* secondo cui "*Se, per la ragioni anzidette, la causa indennitaria rimane allora estranea allo schema negoziale dell'assicurazione contro gli infortuni mortali, risulta in conseguenza inapplicabile a tale polizza lo statuto normativo dell'assicurazione "contro i danni" contraddistinto dal "principio indennitario" che, richiedendo di dimensionare la prestazione assicurativa entro e non oltre la "entità della perdita" effettivamente subita dal danneggiato nella sua sfera patrimoniale (non potendo questi locupletare dall'accadimento del rischio un importo per equivalente maggiore dell'effettivo pregiudizio patrimoniale subito), implica che il "rischio", oggetto di assicurazione, sia riguardato esclusivamente in relazione alla esigenza di riparazione delle "conseguenze dannose" derivate dall'evento, esigendo la necessaria corrispondenza tra il valore-equivalente del bene, al momento in cui si è verificato l'evento-rischio che ne ha determinato la perdita, e la prestazione "compensativa" dovuta dall'Assicuratore (nei limiti del massimale, legale o convenzionale, stabilito)".* Giova solo precisare come nel 2021, con la medesima sentenza, a dimostrazione del rigorismo che caratterizza la portata di tale principio, la Suprema Corte ha precisato come il principio indennitario trovi applicazione anche nel caso in cui siano più assicurazioni a essere tenute al versamento dell'indennizzo anche in virtù di titoli diversi, espressamente: "*unico essendo, infatti, il danno da risarcire, le prestazioni per equivalente eseguite dai singoli obbligati non potranno eccedere cumulativamente il valore patrimoniale corrispondente alla perdita subita".*

[362] Sul punto, espressamente, L. REGAZZONI, *op. cit*., 128 ss.: "*Tuttavia, non si può trascurare la possibilità che una siffatta modalità di liquidazione dell'importo (automaticamente) tribuito all'assicurato, in assenza di una verifica in concreto dell'effettiva*

La questione potrebbe essere facilmente risolta, nelle dinamiche tradizionali, attraverso sistemi di revisione; tuttavia, è risaputo che tali strumenti mal si adattano e difficilmente possono essere compresi da uno *smart contract*.

Problemi non dissimili da quelli ivi considerati, si erano posti anche con riguardo a quelle polizze c.d. *based index*, il cui funzionamento e *modus* di liquidazione dell'indennizzo richiamano in modo evidente quello dei contratti intelligenti.

Tuttavia, le tensioni tra le polizze indicizzate, cui vanno ricondotte le polizze parametriche, e principio indennitario sono state da tempo superate, da un lato evidenziando i vantaggi che tali modelli assicurativi comportano in termini di efficienza e celerità, dall'altro rilevando tutta una serie di presupposti deputati ad evitare qualsiasi forma di contrasto con il principio in esame.

Con lo scopo di rendere il presente lavoro esaustivo nella trattazione, occorre effettuare un breve approfondimento circa tali tipologie di polizze; quest'ultime sono state tradizionalmente impiegate nel campo dell'agricoltura, ai fini di evitare l'impatto -a volte catastrofico- che gli eventi meteorologici di grave entità potevano avere sul raccolto[363].

Ed invero, è stato anche il legislatore italiano ad esprimersi sul punto e a dare una regolazione al fenomeno ivi considerato. In particolare, la legge 102/2004, art. 2 *bis,* prendendo in considerazione le polizze parametriche a copertura della perdita di produzione assicurata per danni di quantità e qualità, a seguito di un andamento climatico avverso o di eventi di portata catastrofica, determinati anche in base a indici biologici e meteorologici, ha confermato l'impostazione tradizionale dell'assicurazione parametrica, quale polizza incentrata sull'attività produttiva[364].

Le polizze in esame si caratterizzano, inoltre, per il fatto di garantire l'automatica erogazione del risarcimento, che si basa su un mero principio di prova del danno sofferto, non appena, a titolo esemplificativo, l'assicurato abbia dimostrato il discostamento delle condizioni climatiche da prestabiliti indici meteorologici rispetto alle medie climatiche già previamente stabilite (c.d. struttura *based-index*, appunto). Ciò consente, ancora, di evitare indagini e accertamenti peritali ai fini della liquidazione dell'indennizzo, che, proprio nell'ambito degli eventi calamitosi presi in considerazione si palesano come lunghi e dispendiosi e spesso dagli esiti incerti. Conferma di una tale difficoltà è ravvisabile anche nell'art. 1912 c.c., che, *salvo patto*

---

entità del pregiudizio da compensare, determini talora il pagamento di un indennizzo superiore al danno subito, poiché il sinistro potrebbe arrecare, in ipotesi, un pregiudizio effettivo minore di quello stimato".

[363] In particolare, tali polizze erano per lo più utilizzate nei Paesi in via di sviluppo, per il fatto che gli stati non avevano risorse adeguate a fronteggiare le perdite economiche derivanti da calamità naturali.

[364] Il regolamento europeo 1305/2013 ha introdotto il Fondo europeo per lo sviluppo rurale; l'art. 37, che si occupa di garantire il sostegno delle misure di sostegno previste dalla stessa fonte regolamentare alle polizze assicurative che coprono le perdite causate da avversità atmosferiche, epizoozie, fitopatie in infestazioni parassitarie, dispone, in particolare, che la "*misurazione della perdita registrata può essere adeguata alle caratteristiche specifiche di ciascun tipo di prodotto utilizzando: a)indici biologici o rendimenti relativi alla perdita di raccolto definiti a livello aziendale, locale, regionale nazionale; b) indici meteorologici definiti a livello locale, regionale o nazionale*".

contrario, esclude che le polizze assicurative debbano essere chiamate a coprire danni determinati da eventi e calamità naturali, posta la loro difficoltà a predeterminare il rischio di eventi di tale portata, vista la totale irregolarità e incertezza circa la possibile gravità degli stessi[365].

Di certo, deve essere scongiurata la possibilità che le polizze in esame possano eludere, nella loro applicazione pratica, il principio indennitario: infatti, rendere automatica la liquidazione dell'indennizzo non significa prescindere dal pregiudizio concretamente sofferto dal soggetto danneggiato, posto che le compagnie assicurative non possono provvedere ad automatiche liquidazioni dei sinistri a fronte di eventi e fatti solo astrattamente pregiudizievoli, essendo a tal fine, infatti, richiesto pur sempre un principio di prova.

Con il tempo, visto anche l'interesse del legislatore nel voler regolare tale fenomeno, si è assistito ad un progressivo aumento della portata applicativa di queste polizze anche al di fuori dei contesti tradizionali, in tutti quei settori nei quali siano ravvisabili *indici esogeni oggettivi*, in grado, da un lato, di fungere da comparazione per l'eventuale scostamento e dall'altro per predeterminare gli scaglioni, secondo il meccanismo, più volte menzionato, del c.d. *based index.*

Risulta che prodotti assicurativi basati su tecniche di questo genere siano stati sperimentati in settori nei quali le modalità tradizionali di accertamento e liquidazione dei danni abbiano comportato esiti altalenanti e insoddisfacenti, proprio per le difficoltà di giungere ad una perizia attendibile.

Al fine di evitare tensioni con il principio di indennità, inoltre, è stata messa in evidenza la necessità di individuare parametri seri, accertabili sul piano empirico e verificabili, in modo da raggiungere un grado di approssimazione ottimale, tale da escludere in radice eventuali incompatibilità.

In particolare, come è stato sottolineato, l'impiego di polizze parametriche non è in grado di porsi in contrasto con il principio indennitario in tutte quelle occasioni in cui "*vi è la disponibilità (per un verso) di dati completi e attendibili e (per altro verso) di un'evidenza statistica significativa circa la correlazione tra la variabile misurata e l'entità dei danni effettivi*[366]".

Ciò delineato, poc'anzi si è evidenziato come la struttura delle polizze parametriche richiami la logica e il funzionamento degli *smart contract*.

---

[365] Lo evidenzia espressamente nel suo contributo R. SANTAGATA, *op. cit*., 134 ss.: "*Sennonché, le surriferite prime esperienze applicative attestano che l'odierna finalità della stipula di polizze parametriche risieda appunto nel conseguimento di un effetto sostanziale e, più precisamente, di una definitiva e vincolante determinazione del valore assicurato calcolato in base a prefissati criteri convenzionali, in guisa da garantire alle parti massima semplificazione e rapidità delle operazioni di liquidazione dei sinistri e, di riflesso, scongiurare qualsiasi ulteriore indagine al momento del loro verificarsi Se così non fosse, la ricordata funzione deflattiva e di prevenzione delle liti delle polizze parametriche, risulterebbe frustata, privandole di effettiva utilità*".
[366] L. REGAZZONI, *op. cit*., 128 ss.

In questo caso, applicando eventualmente le tecnologie di intelligenza artificiale già oggetto di analisi nel presente elaborato, lo *smart contract* sarebbe chiamato ad operare sulla base di parametri individuabili matematicamente e traducibili a livello algoritmico, introdotti dagli oracoli (a titolo esemplificativo, si pensi ai dati raccolti dalle stazioni meteorologiche) e su un algoritmo fondato su elaborazioni statistiche in grado di fornire una stima del lucro cessante in relazione al livello misurato. La liquidazione dell'indennizzo all'assicurato, quindi, avverrebbe in maniera puramente forfettaria, senza che si proceda ad una determinazione, da parte di un perito, degli effettivi danni subiti.

Dove ve ne siano i presupposti, non sembrano allora sorgere problemi rispetto ad una piena automazione della fase esecutiva del rapporto assicurativo mediante tecniche parametriche.

Lo sviluppo degli *smart contract*, inoltre, potrebbe permettere di ricondurre alla logica *based index* anche ulteriori e diversi settori di norma non interessati dal meccanismo parametrico. Si pensi ai danni causati da fermo macchina, relativamente al quale sarebbe possibile rilevare automaticamente le caratteristiche e la durata del blocco e rapportarla ai dati di produzione abituali per fornire quantificazioni attendibili del lucro cessante.

Si può concludere la presente sezione, quindi, argomentando come lo *smart contract* non sia astrattamente incompatibile con la logica indennitaria dell'assicurazione contro i danni, posto che il meccanismo *based index* delle polizze parametriche, compatibile, a determinati presupposti, con il principio indennitario, richiama ed evoca quello dello *smart contract* anche assicurativo, secondo la logica di determinazione forfettaria dell'eventuale danno tipica dei prodotti autoliquidanti ad oggi sperimentati.

Di certo, ove non fossero rispettati i presupposti richiesti per evitare eventuali profili di contrasto con il principio menzionato, occorrerà interrogarsi circa le conseguenze che la violazione di un tale principio potrebbe comportare. Se nell'ambito della contrattazione algoritmica è difficile prospettare sistemi di revisione, dall'altro sarà pur sempre possibile un intervento *ex post* dell'Autorità giudiziaria, mirato a garantire l'eventuale restituzione dell'indebito percepito dall'assicurato, in violazione del principio indennitario.

SEZIONE III

POSSIBILITÀ DI DIREZIONARE SOGGETTIVAMENTE GLI EFFETTI DELLO SMART CONTRACT E GESTIONE DELLE ASIMMETRIE INFORMATIVE

1.La contrattazione algoritmica e sua compatibilità (o adattamento) con riguardo alla possibilità di indirizzare soggettivamente gli effetti dello smart contract. - 2. Impiego di tecnologie di AI nell'ambito del mercato assicurativo e disposizioni codicistiche: in particolare, la prospettiva user centric. - 2.1 Prospettive iure condendo. - 3. La gestione degli aspetti discriminatori. – 3.1. La disciplina contenuta nel GDPR. - 3.2. La disciplina in tema di responsabilità civile degli autoveicoli (R.C.A.). - 3.3. Il Regolamento sull'Intelligenza Artificiale.

1. La contrattazione algoritmica e sua compatibilità (o adattamento) con riguardo alla possibilità di indirizzare soggettivamente gli effetti dello smart contract.

In questo paragrafo verrà trattato il tema della compatibilità delle nuove tecnologie oggetto di disamina nel presente lavoro con le polizze cc.dd. "soggettivamente direzionate", intendendosi, con tale locuzione, l'ipotesi in cui la polizza, stipulata tra il contraente e l'assicuratore, sia destinata a produrre i propri effetti nei confronti di terzi.

Il riferimento è, in particolare, alle seguenti categorie: all'assicurazione per conto altrui o per conto di chi spetta e all'assicurazione sulla vita a favore di terzo. Un breve approfondimento riguarderà anche l'istituto dell'assicurazione in nome altrui, regolata invece dall'art. 1890 c.c.[367].

[367] Sul punto, in particolare, occorre procedere in questa sede con un breve approfondimento circa le figure menzionate nel presente lavoro. L'assicurazione per conto altrui, infatti, si verifica allorquando la persona del contraente non coincide con quella del titolare dell'interesse assicurato e il contraente, al momento della stipula, sa che in caso di sinistro non sarà egli titolare dell'interesse all'indennizzo. Si verifica, quindi, una dissociazione tra chi stipula il contratto e chi ha interesse al contratto. Soltanto quest'ultimo, e non il primo, è titolare dell'interesse che legittima l'assicurazione contro i danni, ai sensi dell'art. 1904 c.c.
L'assicurazione per contro altrui differisce da quella per conto di chi spetta, perché in quest'ultima il contraente, al momento della stipula, sa che in caso di sinistro il titolare dell'interesse all'indennizzo potrà essere, a seconda del caso, lui stesso oppure un terzo. Quindi, mentre nel caso di assicurazione per conto altrui il terzo assicurato è noto, in quello per conto di chi spetta è indeterminato. La caratteristica del contratto di assicurazione stipulato con la *clausola per conto* consiste nel fatto che il contraente stipula il contratto per proteggere interessi sicuramente non propri.
L'assicurazione per contro altrui fa sorgere tre ordini di rapporti: tra assicuratore e contraente, tra assicuratore e assicurato e tra contraente e assicurato. Il rapporto tra assicuratore e contraente ha fonte e contenuto negoziale, scaturendo dalla conclusione del contratto di assicurazione. I diritti nascenti dal contratto, tuttavia, spettano all'assicurato; da ciò consegue non solo che il contraente non ha azione nei confronti dell'assicuratore, ma anche che il contraente non è tenuto affatto ad attivarsi per salvaguardare i diritti contrattuali spettanti all'assicurato.
Questa regola non è comunque assoluta. Innanzitutto, il contraente è legittimato ad esercitare i diritti nascenti dal contratto ove l'assicurato vi consenta espressamente (1891, II comma). Una seconda deroga si ha nel caso in cui tali diritti siano stati validamente ceduti dall'assicurato al contraente.
Per quanto attiene ai rapporti fra assicuratore e assicurato, invece, occorre rilevare come il terzo assicurato, pur essendo parte del rapporto assicurativo, sia estraneo al contratto di assicurazione; per tale motivo, il terzo non è soggetto agli obblighi scaturenti dal contratto, primo fra tutti quello di pagare il premio. Sull'assicurato possono gravare alcuni obblighi contrattuali: stabilisce infatti l'art. 1891, I comma, c.c. che l'assicurato è tenuto ad adempiere gli obblighi che per natura, non possono essere adempiuti da altri. Si pensi, ad esempio, all'obbligo di avviso cui all'art. 1913 c.c. Quanto agli obblighi informativi, invece, occorre dire che l'art. 1894 c.c. stabilisce che la conoscenza delle esatte circostanze del rischio, in capo all'assicurato, rende applicabili in favore dell'assicuratore le disposizioni di cui agli artt. 1892 e 1893 c.c. Ciò significa che, se il terzo assicurato vuole evitare il pericolo di vedersi rifiutare l'indennizzo, è tenuto a riferire all'assicuratore le circostanze del rischio delle quali sia a conoscenza. L'assicurato è l'unico titolare dei diritti nascenti dal contratto, come stabilisce l'art. 1891, II comma, e può esercitarli direttamente nei confronti dell'assicuratore, dovendo tuttavia pur sempre dimostrare di essere titolare, al momento del sinistro, dell'interesse all'indennizzo. Infine, per quanto riguarda i rapporti tra contraente e assicurato, vi è da dire che tale rapporto è del tutto estraneo a quello

A titolo esemplificativo, si configura la prima fattispecie allorquando un soggetto, si pensi ad un imprenditore, decidesse di avvalersi della collaborazione temporanea di lavoratori e, considerato il rischio cui gli stessi sono chiamati nello svolgimento delle rispettive mansioni, decidesse di assicurarli. Nel secondo caso, invece, si può riflettere circa la figura del trasportatore che, esercitando un servizio pubblico di linea, conclude un contratto di assicurazione a beneficio di tutti coloro, di cui non conosce l'identità, che decideranno di usufruire del servizio.

La stessa logica di favor nei confronti di soggetti terzi caratterizza la possibilità di stipulare un'assicurazione sulla vita. In quest'ultimo caso, l'art. 1920 c.c. espressamente stabilisce la validità dell'assicurazione sulla vita a favore di un terzo[368].

Si tratta di categorie che divergono sotto il profilo strutturale: se da un lato, infatti nei casi previsti dall'art. 1890 c.c., l'effetto in favore del terzo scaturisce direttamente dalla stipulazione, nel caso di cui all'art. 1920 c.c. tale effetto sorge solo per effetto della designazione.

Andando a compiere un'analisi circa i rapporti tra gli *smart contract* e le figure appresso considerate, occorre in particolare rilevare come l'istituto regolato dall'art. 1920 c.c. non ponga problematiche diverse rispetto a quelle generali e già analizzate nel corso del presente lavoro: la designazione del terzo, infatti, può essere inserita nello *smart contract* attraverso un oracolo.

In generale anzi, è la stessa disciplina e struttura del contratto a favore di terzo, cui l'art. 1920 è riconducibile, a conciliarsi con la figura dello *smart contract*[369]; in questi casi, infatti, sarà

---

assicurativo. Si è anzi rilevato che il rapporto esterno tra contraente e assicurato potrebbe addirittura mancare, nel senso che l'iniziativa dell'assicurazione può anche risalire ad una scelta unilaterale del contraente, senza che ciò influenzi la disciplina del contratto in esame. Di norma, tuttavia, il contraente si determina a stipulare l'assicurazione per conto altrui o in adempimento di un obbligo legale oppure in virtù di un obbligo contrattuale.
L'assicurazione per conto di chi spetta si ha allorquando, al momento della sua conclusione, non è noto chi sarà il titolare dell'interesse assicurato al momento del sinistro, né se sarà lo stesso contraente (c.d. rappresentanza *in incertam personam*). Il terzo sarà infatti determinato al momento del sinistro. Le differenze fra le due fattispecie di assicurazione possono essere riscontrate, in particolare, nel fatto che *in primis*, nell'assicurazione per conto altrui, l'assicuratore non può mai coincidere col contraente; mentre nell'assicurazione per conto di chi spetta il titolare dell'interesse assicurato, al momento del sinistro, può coincidere anche col contrente stesso. *In secundis*, nel fatto che nell'assicurazione per conto altrui l'assicurato è determinato sin dal momento della conclusione del negozio, mentre in quella per conto di chi spetta la persona del beneficiario viene individuata in un momento successivo alla stipulazione del contratto. Si vedano V. SALANDRA, *Le assicurazioni, op. cit*., 229 ss., G. SCALFI, *Assicurazione (contratto di), Digesto, sez. comm*., I, Torino, 1987, 333 ss.

[368] La stipulazione a favore di terzo è insita nelle assicurazioni sulla vita propria, per il caso di morte, per il fatto che, intuitivamente, vi è coincidenza fra il contraente e l'assicurato, la cui morte costituisce, appunto, l'evento, che rende liquida ed esigibile la prestazione assicurativa. Dal momento che, nelle assicurazioni stipulate sulla vita propria, per il caso di morte, l'obbligazione pecuniaria dell'assicuratore diviene liquida ed esigibile soltanto in seguito alla morte dell'assicurato, questi non potrà in alcun caso godere, personalmente, dei benefici dell'assicurazione, che sono normalmente indirizzati, invece, a un terzo beneficiario. Il naturale risultato, al quale tende l'assicurazione sulla vita propria, per il caso di morte, non può che essere, quindi, quello di favorire un terzo. L'assicurazione sulla vita assolve a una generale funzione previdenziale, e, più precisamente, di raccolta del risparmio finalizzato alla previdenza; nella specifica ipotesi di assicurazione sulla vita propria, per il caso di morte, a trovare concreta soddisfazione è il sotteso fine di rendere possibile l'attribuzione della somma o delle rendita assicurate, alla morte del contraente, alla persona o alle persone dallo stesso designate, senza che la vicenda successoria dello stipulante possa in alcun modo interferire su tale peculiare trasmissione di ricchezza.

[369] Sulla riconducibilità di tale fattispecie allo schema sotteso all'art. 1411 c.c., si veda E. BETTI, *Teoria generale del negozio giuridico,* in *Tratt. dir. civ. it*., diretto da F. Vassalli, vol. XV, t. 2, Torino, 1943, 163; G. FANELLI, *Assicurazioni sulla vita*, in *Il contratto di assicurazione*, II, a cura di De Gregorio e Fanelli, Milano, 1987, 224 ss.; L. BUTTARO, voce *Assicurazione sulla vita,* in *Enc. del dir*., III, Milano, 1959, 648 ss., A. LA TORRE, *Sulla apponibilità delle clausole limitative al terzo beneficiario del contratto, nota a Trib. Messina, 30 ottobre 1958*, in *Assicurazioni,* 1960, II, 33, secondo il quale, l'assicurazione sulla vita a favore di terzi "*costituisce la figura più tipica e rappresentativa* di contratto a favore di terzo; N. GASPERONI, voce *Assicurazione (assicurazione sulla vita),* in *Enc. giur*., vol. III, Roma, 1988, 14.

necessario che le parti, in sede di contrattazione algoritmica, inseriscano linee di codice che permettano all'algoritmo di *individuare* la persona beneficiaria (il c.d. terzo, *ndr*) a cui devolvere la prestazione indennitaria.

Istituto che desta invece perplessità è il c.d. potere di revoca: quest'ultima è prevista non solo dalla normativa generale in tema di contratti a favore di terzo (cfr. art. 1411, comma 3), ma anche dall'art. 1920 c.c., che espressamente richiama la c.d. revocabilità della designazione. La titubanza circa la compatibilità tra il potere predetto, che sembra avere natura di diritto potestativo e gli *smart contract*, in particolare se inseriti in catene di blocchi, deriva dall'estrema rigidità e scarsa elasticità dei medesimi, relativamente ai quali l'algoritmo necessita di essere *indirizzato* sin dall'origine nel senso di concedere un potere revocatorio: ecco allora che può essere prevista la

---

La riconducibilità dell'assicurazione per contro altrui alla fattispecie del contratto di terzo è, invece, fortemente dibattuta, registrandosi sul punto una decisa differenza di prospettive tra dottrina e giurisprudenza. Secondo la giurisprudenza più recente, non rientra nel *genus* del contratto a favore di terzo, ma se ne distingue per alcune importanti peculiarità. Al contrario del contratto a favore di terzo, infatti, l'assicurazione per conto altrui sarebbe valida a prescindere dalla dichiarazione del terzo di volerne profittare e, nel caso di revoca da parte dello stipulante, la prestazione dovuta al promittente (l'assicuratore) non resterebbe a beneficio del contraente, ma non sarebbe proprio più dovuta. In dottrina, invece, perdura ancora un annoso contrasto circa l'individuazione dell'esatta natura dell'assicurazione per conto altrui. Secondo l'orientamento tradizionale, infatti, l'assicurazione in questione costituisce un contratto a favore di terzo. V. G. SCALFI, *Assicurazione (contratto di)*, *Digesto, sez. comm*., I, Torino, 1987, 333 ss. Altra parte della dottrina, invece, nega tale natura. Si sostiene, infatti, che nel contratto a favore di terzo sia necessario che lo stipulante abbia un interesse alla prestazione *a pro* del terzo, mentre nell'assicurazione per conto altrui non è rilevante che sussista un interesse del contraente, nè è necessario che sussista l'interesse del terzo beneficiario, sotto pena di nullità del contratto ex art. 1904 c.c. Ancora, mentre nello schema cui all'art. 1411 c.c., basta la stipulazione tra stipulante e promittente per fare acquisire al terzo il diritto alla prestazione dedotta in fase di stipulazione del contratto, nell'assicurazione per conto altrui la sola conclusione del contratto non sarebbe sufficiente ad attribuire al terzo l'indennità, essendo necessario che questi sia titolare dell'interesse assicurato. V. A. DONATI e G. VOLPE PUTZOULU, *Manuale di diritto delle Assicurazioni*, Milano, 1990, 131 ss.
Anche la fattispecie dell'assicurazione per conto di chi spetta è stata oggetto di un interessante dibattito circa la sua riconducibilità alla fattispecie del contratto a favore di terzo. Sul punto vi è stato un confronto giurisprudenziale piuttosto acceso, potendosi distinguere due diverse e opposte tesi. Da un lato, la dottrina ritiene che debba rientrare nello schema del contratto a favore di terzo, seppur con disciplina parzialmente diversa, ritenendo, in particolare, che non possa ravvisarsi interposizione gestoria, negando la riconducibilità dell'assicurazione per conto di chi spetta nella previsione generale dell'art. 1705 c.c. Dall'altro, altra parte della dottrina ritiene inapplicabile quanto previsto dall'art 1411 c.c., individuando nell'assicurazione per conto altrui, ovvero per conto di chi spetta, un'ipotesi di interposizione gestoria non rappresentativa, facendo leva sul fatto che: a) vi è l'assenza, ai fini della validità del contratto, di un interesse in capo allo stipulante; b) l'attribuzione del beneficio *solvendi o donandi causa*; c) la mancata previsione dell'accettazione da parte dell'assicurato. In particolare, è soprattutto la dottrina più risalente a negare la riconducibilità di tale tipologia contrattuale allo schema del contratto a favore di terzo. Si veda in particolare, A. VENDITTI, *L'assicurazione di interessi altrui*, Jovene, 1961, 67 ss. e D. PIRILLI, *Il contratto di assicurazione per conto*, Napoli, 2013, 18 ss. Tra chi, viceversa, sostiene la riconducibilità di tale fattispecie con quella di cui all'art. 1411 c.c., invece, si può menzionare D. PURCARO, *L'assicurazione per conto altrui*, Milano, 1996, 39 ss.
Anche la giurisprudenza si divide sul punto. Alcune pronunce escludono la configurabilità quale contratto a favore di terzo, individuando una diversità strutturale delle discipline: nel contratto per conto di chi spetta risulterebbe mancante l'interesse dello stipulante e, senza il consenso dell'assicurato, la prestazione non potrebbe rimanere a beneficio del contraente (v., in particolare, Sezioni Unite n. 5556 del 2002: "*All'assicurazione per conto di chi spetta, disciplinata dall'art. 1891 cod. civ., non è applicabile, attesa la sua natura indennitaria, l'art. 1411, terzo comma, cod. civ., il quale, in tema di contratto a favore di terzi, legittima lo stipulante a beneficiare della prestazione ove il terzo rifiuti di profittarne; ne consegue che, nel caso in cui il contratto di assicurazione sia stato stipulato dal vettore in favore del proprietario delle cose trasportate, è da escludere che il primo possa beneficiare dell'indennità ancorché l'assicurato non abbia profittato dell'assicurazione, avendo preferito chiedere il risarcimento del danno al vettore. Nè da tale comportamento dell'assicurato può trarsi il di lui "espresso consenso" a che il contraente eserciti, secondo quanto prevede il secondo comma del citato art. 1891, i diritti derivanti dalla polizza, atteso che esso palesa soltanto il rifiuto dell'assicurato di avvalersi dell'assicurazione, ma nulla esprime in ordine all'esercizio, da parte dello stipulante, dei diritti derivanti dall'assicurazione medesima).*
Altri, invece, ritengono ascrivibile l'art. 1891 c.c. ad un contratto a favore di terzo (cfr, *ex multis*, Cass. civ., 20 marzo 1990, n. 2322: *"l'assicurazione contro i danni per conto altrui, o di chi spetta, contemplata dall'art. 1891 c.c., integra un contratto a favore di terzi").*

possibilità di una tale facoltà sin dal momento della contrattazione, da esercitarsi da parte dello stipulante per mezzo degli oracoli.

Interrogativi sembrerebbero sorgere, invece, allorquando si accostano i programmi per elaboratore e l'istituto dell'assicurazione per conto di chi spetta, non per ragioni teoriche, bensì operative: lo *smart contract,* infatti, mal si adatta a situazioni nelle quali vi sono margini di genericità, come nel caso del contratto per conto di chi spetta, nel quale i destinatari della prestazione assicurativa non risultano individuati *ex ante* (c.d. ipotesi di rappresentanza *in incertam personam).*

Compatibile con la contrattazione algoritmica, seppur con qualche breve precisazione che verrà effettuata di seguito, sembra invece essere l'art. 1890 c.c., che disciplina l'ipotesi dell'assicurazione in nome altrui. Si tratta di una ipotesi speciale rispetto a quella già prevista dall'art. 1389 c.c. in tema di rappresentanza c.d. senza potere[370], nella quale viene in considerazione il contraente che stipula l'assicurazione in nome altrui senza averne il potere rappresentativo; in tale contesto, l'interessato può ratificare il contratto anche dopo la scadenza o il verificarsi del sinistro, al contrario il contratto sarà da qualificarsi come inefficace. Sul punto, occorre precisare come la ratifica dopo che il sinistro si sia verificato costituisce una rilevante deroga alla disciplina dettata in via generale (1398, 1399 c.c.) e fa anche venire meno l'alea del contratto per l'assicurato[371].

Chiaramente, nel contesto dei programmi per elaboratore, la ratifica, per essere compresa, deve essere previamente predefinita in fase di programmazione; viceversa, l'istituto cui all'art. 1890 sarà messo fuori gioco dalla rigidità dei programmi per elaboratore.

2. *Impiego di tecnologie di* AI *nell'ambito del mercato assicurativo e disposizioni codicistiche: in particolare, la prospettiva* user centric.

[370] Colui che ha contrattato come rappresentante senza averne i poteri o eccedendo il limite della facoltà conferitogli, è responsabile del danno che il terzo contraente ha sofferto per avere confidato, senza sua colpa, nella validità del contratto. Prosegue poi l'art. 1399 c.c.: "*Nell'ipotesi prevista dall'articolo precedente, il contratto può essere ratificato dall'interessato, con l'osservanza delle forme prescritte per la conclusione di esso. 2.La ratifica ha effetto retroattivo, ma sono salvi i diritti dei terzi. Il terzo e colui che ha contrattato come rappresentante possono d'accordo sciogliere il contratto prima della ratifica. Il terzo contraente può invitare l'interessato a pronunziarsi sulla ratifica assegnandogli un termine, scaduto il quale, nel silenzio, la ratifica si intende negata. La ratifica si trasmette agli eredi*".

[371] Altra deroga è riscontrabile nel secondo comma dell'art. 1890 c.c., che espressamente recita che "*Egli deve all'assicuratore i premi del periodo in corso nel momento in cui l'assicuratore ha avuto notizia del rifiuto della ratifica*". Infatti, tale previsione deroga alla disciplina prevista in via generale per il caso di rappresentanza senza potere che stabilisce che il *falsus procurator* non è obbligato nei confronti della controparte ma può essere solo ritenuto responsabile dei danni che la falsa stipula arreca a questi (1398 c.c.). Il secondo e il terzo comma derogano anch'essi alla disciplina generale, posto che pongono a carico del *falsus procurator* tutte le obbligazioni scaturenti dal contratto sino alla ratifica o al rifiuto di quella, con particolare riguardo al pagamento dei premi e all'obbligo di pagare all'assicuratore i premi relativi al periodo in corso al momento in cui l'assicuratore ha avuto notizia del rifiuto della ratifica. Ancora, mentre l'art. 1398 c.c. addossa al *falsus procurator* l'obbligo di risarcire il terzo, con riguardo al solo interesse negativo, l'art. 1890 c.c. addossa al *falsus procurator* dell'assicurato l'obbligo di risarcire all'assicuratore l'interesse positivo.

Tema centrale del presente capitolo può fuori di dubbio essere ricercato nell'analisi circa le ricadute e l'influenza che le nuove tecnologie quali *Big Data, IoT*, Intelligenza artificiale, *Blockchain* e *Smart Contract* determinano nel contratto di assicurazione inteso in senso tradizionale, con particolare riguardo alle disposizioni dettate dal Codice civile sull'argomento.
La portata innovativa di tali nuove tecnologie, in particolare, deriva dalla possibilità di generare *user generated contents*, i quali consentono lo sviluppo di un'analisi dinamica di dati comportamentali del soggetto assicurato, aggiornati in tempo reale. Tale meccanismo assicura la possibilità di fare riferimento ad un modello *user friendly*, in grado di individualizzare il rischio assicurativo.

Ciò brevemente premesso, occorre in questa sede evidenziare come le novità introdotte dall'impiego delle tecnologie in esame, com'è intuibile, comportino un notevole impatto nel contesto delle cc.dd. asimmetrie informative che sono suscettibili di incidere negativamente sull'impianto del contratto di assicurazione (artt. 1892 c.c. e seguenti)[372].

La disciplina dettata dal Codice civile sul tema in esame è posta infatti a tutela delle imprese assicuratrici, le quali, tradizionalmente, si trovano, nella fase pre-negoziale, nella quale vengono condivise le informazioni rilevanti ai fini della determinazione del rischio assicurativo, in una posizione di *debolezza*: nella fase precontrattuale è l'assicurato, infatti, a trovarsi in una posizione forte, stante la mole di dati di cui è a conoscenza e che lo riguardano, il che ben potrebbe portare lo stesso ad adottare comportamenti reticenti, in modo da graduare al ribasso l'alea del rischio e così ottenere, ad esempio, una diminuzione dell'entità del premio assicurativo. Tali comportamenti, a seconda dei casi previsti dalla disciplina codicistica e che verranno appresso analizzati, legittimano l'impresa assicuratrice all'adozione di tutta una serie di iniziative, fra le quali la possibilità di richiedere l'annullamento del contratto o il recesso dallo stesso, a seconda della gravità delle informazioni sottaciute.

In particolare, l'art. 1892 c.c. prevede che le dichiarazioni inesatte e le reticenze del contraente, relative a circostanze tali per cui l'assicuratore non avrebbe dato il suo consenso o non lo avrebbe dato alle stesse condizioni se avesse conosciuto il vero stato delle cose, siano causa di annullamento del contratto quando il contraente abbia agito con dolo e colpa grave[373]. Si tratta, a

[372] In via generale si vedano G. GRISI, *L'obbligo precontrattuale di informazione*, Napoli, 1990, 251 ss. e M. DE POLI, A*simmetrie informative e rapporti contrattuali,* Padova, 2002, 1 ss.
[373] Ancora, il secondo comma dell'art. 1892 c.c., prevede, al secondo comma, che: "*L'assicuratore decade dal diritto di impugnare il contratto se, entro tre mesi dal giorno in cui ha conosciuto l'inesattezza della dichiarazione o la reticenza, non dichiara al contraente di voler esercitare l'impugnazione*". Il comma 3 prevede che: "*L'assicuratore ha diritto ai premi relativi al periodo di assicurazione in corso al momento in cui ha domandato l'annullamento e, in ogni caso, al premio convenuto per il primo anno. Se il sinistro si verifica prima che sia decorso il termine indicato dal comma precedente, egli non è tenuto a pagare la somma assicurata*". Prosegue il comma 4: "*Se l'assicurazione riguarda più persone o più cose, il contratto è valido per quelle persone o per quelle cose alle quali non si riferisce la dichiarazione inesatta o la reticenza*". Si legga quanto descritto nella Relazione al Codice civile: "*Nel sistema del codice di commercio le dichiarazioni false, inesatte o reticenti producevano sempre la nullità del contratto; l'eventuale stato di buona fede da parte dell'assicurato provocava la sola conseguenza di esonerarlo dall'obbligo di*

rigore, di una disciplina speciale, dettata nel campo del contratto di assicurazione, rispetto a quella prevista per i vizi del consenso dagli artt. 1441 c.c. e seguenti.

In particolare, non sembra assumere rilevanza la differenza, prevista nella disciplina generale, tra errore e dolo, dandosi rilievo alla sola circostanza per cui l'impresa assicuratrice non avrebbe concluso il contratto o lo avrebbe concluso a condizione diverse. Tale meccanismo, inoltre, si caratterizza, rispetto all'impianto generale dettato dalla normativa civilistica che distingue tra dolo determinate e dolo incidente, prevedendo solo per il primo caso la facoltà di richiedere l'annullamento del contratto, per il fatto di rendere irrilevante tale distinzione.

L'impianto normativo descritto è d'altronde conforme alla *ratio* e al fondamento delle disposizioni dettate in tema di obblighi informativi; fondamento da ricercarsi nell'obiettivo di ridurre e neutralizzare l'esternalità negativa determinata dalla posizione debole in cui si trovano le imprese assicuratrici soprattutto (ma non solo) nella fase precontrattuale; si comprende, di conseguenza, la previsione di trattare in modo omogeneo entrambe le tipologie di dolo, alla stregua di regole di validità del contratto.

Differente è il contenuto della disposizione codicistica successiva, l'art. 1893 c.c., nella quale assume consistenza la circostanza per cui l'assicurato, pur avendo omesso informazioni rilevanti, anche ai fini della conclusione, *o meno*, del contratto, abbia agito *in assenza* di dolo o colpa grave. In questo caso la tutela accordata all'impresa assicuratrice è il recesso dal contratto, da esercitarsi mediante dichiarazione indirizzata all'assicurato nei tre mesi dal giorno in cui ha conosciuto l'inesattezza della dichiarazione o la reticenza[374].

---

corrispondere i premi che, nel caso di mala fede, erano invece dovuti non ostante la nullità del contratto (articolo 429). Un rigore del genere aveva suscitato molte critiche, specialmente perché faceva venir meno il contratto anche per la più lieve inesattezza incorsa nelle dichiarazioni dall'assicurato, causata da errore scusabile. La critica era stata accolta dagli assicuratori, che vi avevano rimediato in alcuni casi mediante la c. d. clausole di incontestabilità, le quali implicavano un apprezzamento benevolo della situazione dell'assicurato quando non fosse stato in dolo o in colpa grave. E infatti il nuovo codice solo all'ipotesi in cui il contraente sia stato in dolo o colpa grave riconnette l'annullamento del contratto; ma peraltro sottopone l'azione relativa a decadenza qualora l'assicuratore non dichiari, entro un breve termine, di volerla esercitare. Se il contraente ha agito senza dolo o colpa grave, si prevede il solo diritto dell'assicuratore di recedere dal contratto entro un termine stabilito dalla stessa legge (art. 1893 del c.c., primo comma); in modo che la continuazione dell'assicurazione è talvolta resa possibile, qualora l'assicuratore ritenga che la falsità, l'inesattezza e la reticenza non abbiano prodotto intollerabili turbamenti nell'economia del contratto. Nel caso di dolo o colpa grave l'assicurato rimane scoperto di assicurazione durante il termine assegnato all'assicuratore per dichiarare di volere esercitare l'azione (art. 1892 del c.c., terzo comma); se non vi è stato dolo o colpa grave, e fino al termine consentito per il recesso, l'importo della somma assicurata è ridotto nella stessa proporzione in cui il premio convenuto si trova rispetto a quello che sarebbe stato applicato se l'assicuratore avesse conosciuto la verità (art. 1893 del c.c. secondo comma): dati i progressi tecnici dell'industria assicurativa non è difficile determinare il premio in astratto con riferimento alla realtà del rischio, apparsa successivamente alla conclusione del contratto. Quanto ai premi convenuti, essi sono dovuti così se il contraente abbia agito senza dolo o colpa grave (il che è ovvio dato che il rischio, in tal caso, resta ugualmente coperto, per quanto in proporzione minore), come se il contraente sia stato in dolo o colpa grave (a titolo di risarcimento del danno)".

[374] Prevede il secondo comma della disposizione citata che: "*Se il sinistro si verifica prima che l'inesattezza della dichiarazione o della reticenza sia conosciuta dall'assicuratore, o prima che questi abbia dichiarato di recedere dal contratto, la somma dovuta è ridotta in proporzione della differenza tra il premio convenuto e quello che sarebbe stato applicato se si fosse conosciuto il vero stato delle cose*". Si legga quanto descritto dalla Relazione al Codice civile: "*Nel sistema del codice di commercio le dichiarazioni false, inesatte o reticenti producevano sempre la nullità del contratto; l'eventuale stato di buona fede da parte dell'assicurato provocava la sola conseguenza di esonerarlo dall'obbligo di corrispondere i premi che, nel caso di mala fede, erano invece dovuti non ostante la nullità del contratto (articolo 429). Un rigore del genere aveva suscitato molte critiche, specialmente perché faceva venir meno il contratto anche per la più lieve inesattezza incorsa nelle dichiarazioni dall'assicurato, causata da errore scusabile. La critica era stata accolta dagli assicuratori, che vi avevano rimediato in alcuni casi mediante la c.d. clausole di incontestabilità,*

Vi è a osservare, tuttavia, che le disposizioni civilistiche contemplano anche il caso in cui gli squilibri informativi si verifichino nella fase di esecuzione del contratto. Gli artt. 1897 c.c. e 1898 c.c., riguardano rispettivamente, il caso della diminuzione e dell'aggravamento del rischio che vengano comunicati dall'assicurato all'assicuratore. In frangenti del genere, il Codice civile facoltizza l'assicuratore a recedere dal contratto in presenza di determinate circostanze [375].

Le due disposizioni sono volte a tutelare l'assicuratore a fronte di mutamenti dell'entità del rischio che, se fossero stati conosciuti al momento della conclusione del contratto, avrebbero portato alla stipulazione dell'assicurazione con un premio minore o più elevato, ovvero a fronte dei quali l'assicuratore non avrebbe consentito l'assicurazione[376].

A corollario, o, per meglio dire, a protezione del sistema casuale delineato nel contesto regolatorio del contratto di rubricato "inesistenza del rischio", che postula la nullità del contratto di assicurazione nel caso in cui il rischio non sia mai esistito o abbia cessato di esistere prima della conclusione del contratto.

Dalla disciplina codicistica, viene presa in considerazione anche la circostanza per cui il rischio, pur essendo sussistente al momento della conclusione del negozio, venga meno durante la fase esecutiva dello stesso. Il fenomeno è disciplinato dall'art. 1896 c.c., che dispone, in caso di cessazione del rischio, lo scioglimento del contratto, salvo il diritto dell'assicuratore al pagamento

---

le quali implicavano un apprezzamento benevolo della situazione dell'assicurato quando non fosse stato in dolo o in colpa grave. E infatti il nuovo codice solo all'ipotesi in cui il contraente sia stato in dolo o colpa grave riconnette l'annullamento del contratto; ma peraltro sottopone l'azione relativa a decadenza qualora l'assicuratore non dichiari, entro un breve termine, di volerla esercitare. Se il contraente ha agito senza dolo o colpa grave, si prevede il solo diritto dell'assicuratore di recedere dal contratto entro un termine stabilito dalla stessa legge (art. 1893 del c.c., primo comma); in modo che la continuazione dell'assicurazione è talvolta resa possibile, qualora l'assicuratore ritenga che la falsità, l'inesattezza e la reticenza non abbiano prodotto intollerabili turbamenti nell'economia del contratto. Nel caso di dolo o colpa grave l'assicurato rimane scoperto di assicurazione durante il termine assegnato all'assicuratore per dichiarare di volere esercitare l'azione (art. 1892 del c.c., terzo comma); se non vi è stato dolo o colpa grave, e fino al termine consentito per il recesso, l'importo della somma assicurata è ridotto nella stessa proporzione in cui il premio convenuto si trova rispetto a quello che sarebbe stato applicato se l'assicuratore avesse conosciuto la verità (art. 1893 del c.c. secondo comma): dati i progressi tecnici dell'industria assicurativa non è difficile determinare il premio in astratto con riferimento alla realtà del rischio, apparsa successivamente alla conclusione del contratto. Quanto ai premi convenuti, essi sono dovuti così se il contraente abbia agito senza dolo o colpa grave (il che è ovvio dato che il rischio, in tal caso, resta ugualmente coperto, per quanto in proporzione minore), come se il contraente sia stato in dolo o colpa grave (a titolo di risarcimento del danno)".

[375] Stabilisce, infatti, l'art. 1897, che "*Se il contraente comunica all'assicuratore mutamenti che producono una diminuzione del rischio tale che, se fosse stata conosciuta al momento della conclusione del contratto, avrebbe portato alla stipulazione di un premio minore, l'assicuratore, a decorrere dalla scadenza del premio o della rata di premio successiva alla comunicazione suddetta, non può esigere che il minor premio, ma ha facoltà di recedere dal contratto entro due mesi dal giorno in cui è stata fatta la comunicazione*".

La disposizione cui all'art. 1898 c.c. stabilisce invece che "*Il contraente ha l'obbligo di dare immediato avviso all'assicuratore dei mutamenti che aggravano il rischio in modo tale che, se il nuovo stato di cose fosse esistito e fosse stato conosciuto dall'assicuratore al momento della conclusione del contratto, l'assicuratore non avrebbe consentito l'assicurazione o l'avrebbe consentita per un premio più elevato. L'assicuratore può recedere dal contratto, dandone comunicazione per iscritto all'assicurato entro un mese dal giorno in cui ha ricevuto l'avviso o ha avuto in altro modo conoscenza dell'aggravamento del rischio"*.

[376] Sulla causa del contratto di assicurazione si vedano M. ROSSETTI, *Caratteri generali del contratto di assicurazione*, in *Giurisprudenza sistematica civile e commerciale. Le assicurazioni private*, a cura di G. ALPA, Tomo I, 2006, 801 ss.: "*In particolare, per contratti aleatori debbono intendersi quelli nei quali il rapporto tra prestazione eseguita e beneficio atteso non è conoscibile ex ante dal contraente*". Cfr. E. BETTI, *Teoria generale delle Obbligazioni*, III, Milano, 1954, 76 ss., A. BOSELLI, *Rischio, alea ed alea normale del contratto*, in *RTDPC*, 1948, 769 ss., L. BUTTARO, *Assicurazione (contratto di)*, in *Enc, giur*., III, Milano, 1958, 455 ss., A. *Gambino*, voce *Assicurazione (contratto di assicurazione: profili generali),* in *Enc, giur*., III, Roma, 1988, e N. GASPERONI, *Contratto di Assicurazione (in generale),* in *Novissimo Dig. It*., IV, III ed., Torino, 1959, 564 ss.

dei premi finché la cessazione del rischio non gli sia comunicata o non ne venga altrimenti a conoscenza[377].

2.1. Prospettive iure condendo.

Una volta illustrata ed esaminata la trama normativa del Codice civile, pare opportuno passare all'analisi degli adattamenti normativi ipotizzabili in virtù dell'avvento e del successivo sviluppo delle nuove tecnologie, secondo il tradizionale approccio seguitato nel presente elaborato.

Infatti, già si è osservato come l'utilizzo delle tecnologie in esame sia destinato ad impattare in modo rilevante, in particolare nel settore delle asimmetrie informative, permettendone, di fatto una loro diminuzione o azzeramento; anzi, vista l'enorme mole di dati a disposizione dell'impresa assicuratrice, raccolti grazie all'impiego delle tecnologie e dei sistemi informatici, suscettibile di permettere alle imprese di venire a conoscenza di tutta una serie di informazioni in modo autonomo concernenti l'assicurato, senza la necessità che le stesse debbano essere comunicate da quest'ultimo, si può assistere e predicare un vero e proprio rovesciamento della prospettiva sin d'ora delineata[378].

Anche per i soggetti sottoscriventi le polizze vi sono aspetti positivi: dalla maggiore trasparenza per quanto riguarda i profili di calcolo del premio assicurativo, alla possibilità di vedersi diminuire il *quantum debeatur* in virtù di comportamenti corretti posti in essere dagli stessi assicurati e che vengono valutati in modo simultaneo dall'impresa assicuratrice, secondo una logica di adeguamento del premio; tale è il caso, a titolo esemplificativo, delle assicurazioni *pay as you drive*, nelle quali il calcolo del premio si adatta in modo simultaneo all'alea del rischio sulla base della condotta e del comportamento tenuto dal conducente in fase di guida, comportamento monitorato attraverso oracoli collocati all'interno del veicolo[379].

Accanto, tuttavia, agli indubbi vantaggi che derivano dall'utilizzo di *smart contract* e intelligenza artificiale, non mancano profili critici. Si consideri, ad esempio, la questione circa eventuali condotte discriminatorie che potrebbero essere perpetrate dalle imprese assicuratrici,

---

[377] Si tratta, in quest'ultimo caso, di una normativa di protezione del contraente visto come debole (l'impresa assicuratrice*, ndr),* posto che dà rilevanza ad un rapporto di fatto, data la nullità del contratto. Conferma si riscontra nel comma due dell'articolo citato, secondo cui "*Qualora gli effetti dell'assicurazione debbano avere inizio in un momento posteriore alla conclusione del contratto e il rischio cessi nell'intervallo l'assicuratore ha diritto al solo rimborso delle spese*".

[378] A. LUBERTI, C. TABARRINI, *op cit.,* 93 ss., i quali espressamente: "*Ciò si traduce in un allineamento premio-rischio talmente individualizzato da consentire non soltanto l'offerta di UBI e polizze on demand, ma anche lo svolgimento di una funzione sociale di riduzione del rischio attraverso l'incentivazione di condotte virtuose (modello "predict and prevent"). Infatti, il monitoraggio digitale costante del comportamento dell'assicurato attraverso dispositivi telematici o di werables, specialmente se associato ad un accesso libero del cliente ai dati che lo riguardano, consente una riduzione dell'asimmetria informativa C2B tale da rendere l'assicurato stesso, da un lato, consapevole dei criteri di determinazione del proprio profilo di rischio, e dall'altro, incentivato a tenere condotte tali da prevenirlo, o, quantomeno, mitigarlo, sortendo così benefici economici in termini di ridotti premi assicurativi*".

[379] A. LUBERTI, C. TABARRINI, *InsurTech. Una ricognizione empirica e giuridica*, in *Consumers' Forum, Consumerism* 2018. *Il cittadino nell'era dell'algoritmo*, 2018, 93 ss., M. C. GAETA e D. S. D'ALOIA, *InsurTech in Italy: opportunities, risks and applicable regulation*, in *European Journal of Privacy Law & Technologies*, 2021, II, 9 ss.

attraverso l'attività di *profiling* dell'assicurato, soprattutto in contesti coperti da assicurazioni obbligatorie (sul punto si veda il prossimo paragrafo, che analizza tale aspetto in modo dettagliato e al quale, di conseguenza, si rinvia). Si pensi, ancora, al caso in cui i dati raccolti in esito ai procedimenti automatizzati già menzionati siano viziati da *biais*. In questo caso il pregiudizio per l'assicurato sarebbe enorme, dal punto di vista del sacrificio economico, potendo l'utente vedersi applicato un premio assicurativo di gran lunga superiore rispetto a quello necessario per la copertura del rischio.

Ulteriori profili, dal carattere squisitamente tecnico giuridico, di carattere critico, possono essere riscontrati con riguardo al profilo della giustificazione causale del contratto di assicurazione. Infatti, la disponibilità di enormi quantità di dati, potrebbe comportare, da parte delle imprese assicuratrici, un rifiuto alla stipulazione di un contratto *rischioso,* in quanto le stesse potrebbero ritenere eccessivamente elevato il rischio assicurativo. Questo fenomeno potrebbe determinare l'eliminazione dell'alea tipica del contratto di assicurazione, snaturandone, in particolare, la natura, e mettendo a rischio lo stesso atto negoziale per mancanza di causa.

Vi sarebbe, in sintesi, "*una implicita ma evidente eliminazione dell'alea contrattuale tipica del fenomeno mutualistico e costitutiva dei contratti di assicurazione*"[380].

Per evitare, tuttavia, che l'utilizzo delle tecnologie in esame possa, in taluni casi, determinare la nullità del contratto di assicurazione, si potrebbe immaginare l'applicazione di una tale norma in presenza dei casi più gravi, e, in particolare, quando, dalla profilazione dell'utente derivi un rischio di discriminazione. Si evita, così, che l'applicazione di un istituto tradizionale, quale è l'art. 1895 c.c., possa pregiudicare in modo eccessivo la diffusione e l'avanzamento delle tecnologie in esame, le quali, in ogni caso, presentano indubbi vantaggi, come si è già descritto.

Con riguardo all'art. 1896 c.c., comma 1, occorre effettuare le seguenti considerazioni.

Da un lato, è necessario rilevare come sia ben possibile che il rischio cessi durante la fase di esecuzione dello *smart contract*, soprattutto nel caso in cui l'attività di *profiling* venga portata alle estreme conseguenze e possa derivare un rischio di discriminazione a svantaggio dell'assicurato, vista la simultaneità dell'aggiornamento dei dati messi a disposizione dell'impresa assicuratrice. L'aspetto problematico, come si intuisce, riguarda la previsione, contenuta nella norma in esame, dello scioglimento del contratto e della sua difficile, se non impossibile, comprensione da parte dello *smart contract.*

Invero, potrebbe predicarsi la possibile predeterminazione della cessazione del rischio, operazione possibile stante la natura vieppiù predittiva degli algoritmi utilizzati da queste nuove tecnologie, con conseguente effetto "di scioglimento" dello *smart contract*, quale conseguenza

[380] E. BATTELLI, *op. cit.,* 52 ss.

anch'essa preimpostata; all'opposto, lo scioglimento del contratto non potrà che avvenire esclusivamente *ex post* o attraverso la sperimentazione di funzioni *kill code* attivabili da una o entrambe le parti e che permetterebbero di estinguere lo *smart contract*.

Quanto al prosieguo della norma, *de jure condendo*, potrebbe ipotizzarsi un mutamento di prospettiva. La disposizione, infatti, prevede che l'assicuratore abbia diritto al pagamento dei premi finché la cessazione del rischio non gli sia comunicata o non ne venga altrimenti a sua conoscenza. Tale ipotesi risulta difficilmente praticabile, per il fatto che le imprese assicuratrici, nel contesto ivi esaminato, sono in grado di valutare autonomamente gli eventi che comportano la cessazione del rischio. Pertanto, tale norma difficilmente potrà trovare applicazione, venendo meno la sua logica, nonché il suo fondamento.

Le disposizioni di cui agli artt. 1897 e 1898 del Codice civile, la cui trattazione può essere effettuata in maniera congiunta, fanno riferimento all'ipotesi di diminuzione e aggravamento del rischio, tale da determinare, come si vedrà, rilevanti effetti sul programma negoziale del contratto di assicurazione concluso fra le parti.

In particolare, in caso di eventi che comportano una diminuzione del rischio, tali che avrebbero determinato, laddove si fossero verificati al momento della conclusione del contratto, l'applicazione di un premio minore, è previsto da un lato che l'onere informativo sia a carico del contraente e dall'altro che l'assicuratore sia tenuto a ridurre il premio, pur rimanendo salva per lui la possibilità di recedere dal contratto. Di converso, in caso di avvenimenti tali da determinare un aggravamento del rischio, è previsto, oltre all'onere informativo di cui si è detto, che l'assicuratore abbia diritto di recedere dal contratto e che il recesso abbia efficacia immediata se l'aggravamento è tale che, ove gli eventi si fossero verificati al momento della stipulazione del contratto di assicurazione, l'assicuratore non avrebbe concluso il contratto. È previsto, inoltre, che il recesso avrà effetto dopo quindici giorni se l'aggravamento del rischio avrebbe portato l'impresa assicuratrice a richiedere un premio maggiore.

Le norme menzionate invero non presentano profili problematici a livello teorico; tuttavia, la loro applicazione agli *smart contracts*, è tale da determinare notevoli profili di complessità, tali per cui la questione circa il loro adattamento alle tecnologie *de quibus* deve essere oggetto di attenta analisi.

Primariamente, emerge la questione riguardante l'onere informativo, che deve essere ripensato nel senso di una riduzione del suo ambito applicativo, per tutte le ragioni che già in questa sede sono state ampiamente analizzate[381].

[381] Si confronti quanto descritto da A. BORSELLI, *Smart contract in Insurance and Futurology Perspective*, 106 ss.: "*In some instances, technology would also innovate insurance contract rules. For example, still with respect to the aggravation or reduction risk, the duty of the insured to inform the insurer about changes in the risk will lose relevance since it is reasonable to assume that*

Più complessa appare la questione circa il recesso dell'impresa assicuratrice e la revisione del contratto, con particolare riguardo alla automatica riduzione del premio da versare da parte dell'assicurato. Invero, potrebbe pensarsi ad un funzionamento di tipo parametrico, nel senso che si potrebbe predefinire *ex ante* l'aumento o la diminuzione del rischio, tale da ridurlo a scaglioni, e in seguito prevedere, per ognuno di essi, il diritto di recesso nel caso di aggravamento del rischio, o un'automatica revisione del premio assicurativo in caso di una sua diminuzione.

Inoltre, visto che nell'ipotesi considerata dall'art. 1897 c.c. è previsto che l'assicuratore, alternativamente, possa recedere dal contratto ovvero optare per una diminuzione del premio, tale facoltà può essere garantita attraverso la possibilità di configurarla come una sorta di diritto di opzione, che può essere esercitato attraverso l'utilizzo di un oracolo che comunichi allo *smart contract* la scelta effettuata dall'impresa assicuratrice.

Quanto, invece, al recesso immediato previsto dall'art. 1898 c.c., non paiono sorgere particolari problemi: anche in questo caso lo *smart contract* dovrà essere preimpostato in modo tale da garantire che il diritto di recesso sia immediato e non differito, utilizzando lo strumento degli oracoli[382].

Ciò detto, il ragionamento descritto può essere applicato anche ai casi di sovra e sottoassicurazione. La disciplina di tale fenomeno, il cui fondamento è da ricavarsi nella logica del principio indennitario, trova riscontro nell'art. 1909 c.c., rubricato "*assicurazione per somma eccedente il valore delle cose assicurate*" e nell'art. 1907 c.c., rubricato invece "*assicurazione parziale*".

Nella prima ipotesi è previsto che il contratto di assicurazione non sia valido nel caso in cui vi sia stato dolo da parte dell'assicurato; e che, invece, nel caso in cui l'impresa assicuratrice sia stata in buona fede, che la stessa abbia diritto ai premi del periodo di assicurazione in corso. Se non vi è stato dolo da parte del contraente, come predica espressamente la norma considerata, il

in most situation IoT devices and, more generally, monitoring technologies provided by the insurer will be responsible to detect and signal changes in the risk, so that the focus will very likely shift on the responsibility of the insurer to make sure that the devices function properly – similarly to what has been argued above regarding the possible remodeling of the insured's duty to mitigate the damage".

[382] Scrive, infatti, espressamente A. BORSELLI, *Smart contract in Insurance. A Law and Futurology Perspective*, *op. cit*, 106 ss.: "*In addition to underwriting and claims management, several insurance contract clauses might be automated, since they meet the binary logic criterion, as in the case, for example, of the provision regulating the maximum amount that can be paid under the indemnity principle, underinsurance and overinsurance, or also the aggravation or reduction of the risk. In these instances, in fact, a smart contract can be programmed so as to trigger the relevant legal consequences, thereby ensuring that, according to the indemnity principle, the amount to be paid would not exceed the loss, or reducing the indemnity in proportion of the insured value in the case of underinsurance, and compensating up to the actual value of the insured property in the case of overinsurance. With regard to the aggravation or reduction of the risk, as this information would obviously be gathered after the execution of the contract, IoT devices may be able to detect changes in the risk and send inputs to the smart contract, automating the exercise of the insurer's right to withdraw from the contract if the aggravation of the risk exceeds a pre-programmed value, or proportionally reducing the premium in the case of a reduction of risk ad also allowing the automatic exercise of the possible withdrawal right of the insurer if the reduction in the premium is lower than a predetermined amount".*

contratto ha effetto fino alla concorrenza del valore reale della cosa assicurata, e il contraente ha diritto di ottenere per l'avvenire una proporzionale riduzione del premio.

Da questa norma possono essere ricavate diverse e interessanti argomentazioni. Innanzitutto, prendendo in considerazione l'ipotesi in cui il contratto sia valido (nel caso in cui il contratto sia invalido, si rinvia alle considerazioni effettuate in punto di vicende patologiche del contratto, analizzate nel capitolo IV del presente lavoro) perché l'assicurato non era in malafede, non si pongono problemi con riguardo alla diminuzione proporzionale del premio, potendo tale operazione essere automatizzata dallo *smart contract*, e di questo si è già ampiamente detto circa il caso della diminuzione o aggravamento del rischio.

Questione diversa attiene invece ai concetti, e alla loro difficile riconduzione alla logica binaria, di dolo e malafede: effettivamente il riferimento a tali formule elastiche è di ostacolo alla progressiva evoluzione dei nuovi strumenti tecnologici di cui si occupa il presente lavoro. Di certo, è possibile, anche in questo contesto, procedere ad una vera e propria tipizzazione dei comportamenti dolosi o in buona fede, qualora tali concetti siano adattabili al sistema algoritmico.

Nel caso in cui tale operazione non fosse possibile, tuttavia, vi sarebbe un ostacolo difficilmente superabile, e, pertanto, due possono essere, in breve, le alternative prospettabili: o non si considera quella parte della norma che prevede concetti elastici, quali la buona fede, la colpa grave, alla stregua di una sorta di *disapplicazione* di tale parte di disposizione allorquando la stessa si affaccia e confronta con gli *smart contract*, prevedendosi, in via astratta, la sola possibilità di applicare la riduzione proporzionale e programmata del premio, o si conclude per l'impossibilità di applicare del tutto tale norma nel caso del contratto *intelligente,* il che non preclude un intervento successivo ed esterno dell'Autorità giudiziaria[383].

Di sicuro, in un contesto di costante progresso delle tecnologie oggetto di disamina nel presente lavoro, si dovranno anche considerare, in particolare, i meccanismi evolutivi dell'intelligenza artificiale, quale tecnologia in grado, in futuro, di prendere autonomamente decisioni, valutando anche i profili di convenienza e opportunità circa un dato affare: sarà allora possibile affermare che, quantomeno in taluni casi, potrebbe essere possibile che l'intelligenza algoritmica possa comprendere, *de jure condendo* e *pro futuro*, concetti quali buona e mala fede, comportamento doloso/colposo, equità e così via.

Tornando a considerare le disposizioni civilistiche, in un'ottica di adattamento delle stesse rispetto alle tecnologie in via di sviluppo, l'art. 1907 c.c. prevede che "*Se l'assicurazione copre solo una parte del valore che la cosa assicurata aveva nel tempo del sinistro, l'assicuratore*

[383] A. BORSELLI, *op. cit.,* 21 ss.: "*Automation, however, rests on rules, especially rules that can be expressed in a conditional logic. Thus, when it comes to the automation of the entire insurance contract, this can represent an important obstacle to making it a reality*".

risponde dei danni in proporzione della parte suddetta, a meno che non sia diversamente convenuto".

La norma in questione, evidentemente, non si adatta ad essere applicata agli *smart contract*; si è detto infatti che fuori di dubbio l'Autorità giudiziaria può sindacare uno *smart contract*, ma si è anche aggiunto che tale controllo sarà esterno e successivo, *ex post*. *De jure condendo*, si potrebbe riflettere circa un ripensamento della norma ivi considerata, nel senso che potrebbe prevedersi, già in fase di programmazione, un aumento del premio assicurativo, che eviti la necessità di agire in giudizio per i danni: sicché, si avrebbe una funzione anche deflattiva del contenzioso[384].

Infine, un'ultima considerazione non può che riguardare l'art. 1913 c.c., che prevede che l'assicurato debba dare avviso del sinistro all'assicuratore entro tre giorni dal momento in cui l'assicurato sia pervenuto a conoscenza dell'avvenuto sinistro e l'art. 1914 c.c., che prevede che l'assicurato debba fare quanto gli sia possibile per evitare o diminuire il danno arrecato alla *res*[385]. Si tratta, come noto, dell'obbligo di evitare o mitigare il danno, che in base alle norme attuali è posto soltanto in capo all'assicurato, quale soggetto che meglio può controllare il rischio e quindi avvedersi della possibilità di intervenire per prevenirlo (art. 1914, comma 1, c.c.).

In virtù delle innovazioni, ampiamente descritte, il rischio assicurato è oggetto di un continuo monitoraggio da parte dell'assicuratore, che, di conseguenza, potrebbe essere in grado di cogliere con tempestività le occasioni di sinistro, apparendo quindi appropriato coinvolgere anche quest'ultimo nell'obbligo di salvaguardare, per quanto possibile, l'interesse assicurato.

3. La gestione degli aspetti discriminatori.

Nel precedente paragrafo si è accennato alla questione circa i possibili aspetti discriminatori che un'attività di *profiling* ed *user centric*, condotta alle estreme conseguenze, potrebbe comportare.

Si prendano in considerazione, in particolare, quelle forme di discriminazione che la dottrina definisce come di primo grado[386].

---

[384] A. BORSELLI, *Smart contract in insurance, op. cit*., 106 ss.: "*In these instances, in fact, a smart contract can be programmed so as to trigger the relevant legal consequences, thereby ensuring that, according to the indemnity principle, the amount to be paid would not exceed the loss (or, as the case may be, the cost of repairing or replacing the insured property), or reducing the indemnity in proportion of the insured value in the case of underinsurance, and compensating up to the actual value of the insured property in the case of overinsurance*". V. sul punto *Principles of European Insurance Contract Law*, Monaco 2009, reperibile nel sito *ResearchGate.it.*

[385] L. REGAZZONI, *op. cit.,* 128 ss., espressamente: "*La grande disponibilità di informazioni a vantaggio dell'assicuratore ha poi indotto taluno a suggerire – compiendo un passaggio evolutivo ulteriore – anche una modifica alla disciplina del c.d. obbligo di salvataggio"*

[386] Cfr. L. CABRAL, *Economia industriale*, 2018, 1 ss.

Queste si identificano allorquando il venditore fissa dei prezzi diversi per ogni acquirente e per ogni unità di beni acquistata, in modo da estrarre tutto il *surplus* del consumatore. Si, tratta, esemplificativamente, di ciò che avviene nel contesto dell'*e-commerce*, dove i prezzi sono per lo più personalizzati. Queste discriminazioni, se da un lato rappresentano delle operazioni che consentono di allocare in modo efficiente la ricchezza sul mercato, dall'altro rischiano di nascondere fenomeni discriminatori più gravi, quali, ad esempio, la minaccia che determinati soggetti non possano accedere a coperture assicurative, se non pagando premi elevatissimi, precludendo loro, di fatto, ogni possibilità di risparmio.

Tale effetto sembrerebbe essere determinato da un'eccessiva personalizzazione delle polizze, in forza della quale si determinerebbe un processo di selezione fra utenti *migliori* e utenti *peggiori*, potendone addirittura derivare una preclusione all'accesso alla copertura assicurativa per quest'ultimi[387].

A tal fine, si discorreva, *de jure condendo,* nel precedente paragrafo, di come potesse in questo senso rileggersi l'art. 1895 c.c., che predica la nullità del contratto di assicurazione in caso di inesistenza originaria del rischio, quale norma *riletta* ed *interpretabile* a presidio di eventuali condotte discriminatorie.

Ciò brevemente premesso, la questione sottesa al fenomeno descritto riguarda in particolare la possibile erosione del principio di mutualità, su cui si basa l'intera attività assicurativa, quale strumento in grado di realizzare sempre più ampie forme di assunzione e distribuzione di rischi a vantaggio non solo dei singoli assicurati, ma anche del più generale sviluppo sociale, economico e tecnologico. Si tratta, in ultima analisi, di un principio fondato sulla possibilità di trasferire un rischio individuale su una collettività l'assicuratore riesce a coprire il rischio derivante da un evento incerto in ragione del fatto che tale rischio viene condiviso dall'intera collettività, sia in termini di esposizione ad una sorte comune, sia in termini di contribuzione alla costituzione delle riserve, sia in termini e di partecipazione, anche indiretta, della loro gestione[388].

---

[387] V. L. LUBERTI e C. TABARRINI, *op. cit.,* 93 ss., secondo i quali la crescente individualizzazione delle polizze può provocare l'insostenibilità economica delle coperture assicurative per categorie di clienti soggetti a rischi più elevati. Ciò pone problemi di natura vieppiù anche equitativa, specialmente se si prendono in considerazione rischi che non possono essere evitati (e.g. assicurazioni obbligatorie) o gruppi sociali più vulnerabili (e.g. assicurazione sanitaria per soggetti malati). Ancora, la diffusione della personalizzazione automatizzata dell'offerta assicurativa impone la necessità di ripensare la normativa sulla trasparenza, poiché, secondo gli Autori, la stessa tenderebbe a rendere più difficoltosa la comparabilità dei prodotti, con conseguenti ripercussioni negative anche sulla concorrenza. V. anche B. KELLER, *Big Data and Insurance: Implications for Innovation*, *Competition and Privacy*, Tje Geneva Association, secondo cui: "*These benefits do not come without a cost, however. in the public debate, many concerns have been raised. These can be grouped into concerns about privacy, concerns about individualization of insurance, and concerns about competition. Privacy concerns include concerns about fairness and discrimination, intrusiveness and contextual integrity of personal data. Concerns about individualization of insurance refer to affordability and exclusion, implications for solidarity and risk pooling as well as premium volatility. Finally, concerns about competition include potential abuse of market power, the level playing field and market transparency*".

[388] Per un approfondimento sui profili attinenti al rischio assicurativo si vedano, in particolare, P. CORRIAS, *Il contratto di assicurazione. Profili funzionali e strutturali*, Napoli, 2016, 133 ss., M. ROSSETTI, *Caratteri generali del contratto di assicurazione,* in *Giurisprudenza sistematica civile e commerciale. Le assicurazioni private*, a cura di G. ALPA, Tomo I, 2006, 770 ss., F. PECCENINI, *L'assicurazione*, in *Trattato di Diritto Privato* diretto da P. RESCIGNO, vol. 13, Tomo V, Torino, 2007, 69 ss. Si legga

Sul punto, a conferma delle considerazioni che verranno effettuate nel prosieguo del lavoro, è stato lo stesso Segretario generale dell'Ivass, a confermare, come, di fronte ai nuovi scenari prospettati dallo sviluppo delle tecnologie ivi esaminate, "*possono essere messi a rischio i meccanismi di solidarietà sociale (ovvero il principio di mutualità) che fondano il metodo assicurativo di gestione dei rischi, il quale va, invece, preservato*".

L'essenza del problema è ravvisabile, dunque, nell'interrogativo circa i rapporti tra personalizzazione della polizza, esasperata dall'uso di applicazioni e automatismi propri dell'I.A. in grado di rilevare le specificità peculiari di un singolo assicurato, costruendo una polizza su misura in termini di premio e/o eventualmente di condizioni e principio di mutualità.

Se è vero che non possono essere accettate, nella logica di tale principio, forme di discriminazione che appaiano ingiustificate, dovendosi pur sempre ricercare il massimo grado di tutela del soggetto assicurato, dall'altro, la possibilità di utilizzare, nel contesto assicurativo, un modello *user centric*, presenta fuori di dubbio anche dei tratti positivi.

Si deve, quindi, ricercare una soluzione che contemperi le diverse esigenze, cercando di bilanciare i molteplici interessi in gioco.

3.1. La disciplina contenuta nel GDPR.

Ausilio ai fini della risoluzione della questione ivi prospettata parrebbe potersi ricavare nella normativa in materia di protezione dei dati personali, ossia dal Regolamento generale sulla protezione dei dati 679/2016 (GDPR), con particolare riguardo ai principi di trasparenza dei dati e degli algoritmi utilizzati e agli obblighi di informazione sul corretto trattamento dei dati che il GDPR pone con riguardo proprio ai procedimenti interamente automatizzati[389].

Sul punto, vi è da dire che gli strumenti di tutela in questo senso previsti dalla normativa di derivazione europea sembrano conciliarsi in modo adeguato con gli obblighi informativi previsti dalla normativa in materia assicurativa[390].

---

inoltre quanto descritto da C. BOMPREZZI, *Blockchain e assicurazione: opportunità e nuove sfide*, in *Diritto, Mercato e Tecnologia*, 2017, 10 ss.: "*Il rischio sta dunque al centro dell'attività assicurativa, che mediante il calcolo delle probabilità effettua previsioni statistiche, per poter stabilire l'ammontare dei capitali necessari per farvi fronte*". Ancora, A. DONATI, G. VOLPE PUTZOLU, *op. cit*., 4 ss.

[389] V. G. D'IPPOLITO ed E. M. INCUTTI, *I processi decisionali interamente automatizzato nel settore assicurativo, in Rivista diritto bancario,* 3, 2019, 735 ss.

[390] Previsti, in particolare, dalla IDD (*Insurance Distribution Directive*), ossia la nuova normativa europea (Direttiva IDD n. 2016/97) in materia di distribuzione assicurativa, entrata in vigore il 1° ottobre 2018, applicabile a tutti i prodotti assicurativi. Ogni contratto assicurativo risulta, ad oggi, accompagnato da due documenti, uno *di base* e uno *aggiuntivo*. In particolare, tra i documenti di base si può menzionare il KID, acronimo di *Key Information Document*, ossia il documento che contiene le informazioni chiave sui prodotti vita, cioè i cosiddetti IBIP (*Insurance-Based Investment Product*), il DIP (acronimo di Documento Informativo Precontrattuale) o IPID (*Insurance Product Information Document*), che è il documento informativo di base per i prodotti del ramo danni. Quest'ultimo contiene le informazioni significative per la comprensione del contratto quali ad esempio, i limiti e la durata della copertura assicurativa, gli obblighi contrattuali del cliente e quelli in capo all'impresa, la durata della copertura, la procedura e i tempi per recedere o risolvere il contratto; infine si può menzionare il DIP Vita, che è il documento informativo precontrattuale dei prodotti vita di "puro rischio", per i quali il pagamento del capitale avviene esclusivamente se si verifica l'evento assicurato. I prodotti vita definiti di "puro rischio" non hanno natura finanziaria e per questi prodotti non è, quindi, previsto il KID. Il DIP Vita

Si consideri, inoltre come, come il rovesciamento di prospettiva nei rapporti fra assicuratore e assicurato quanto agli obblighi informativi dovuta all'emersione delle nuove tecnologie, ponga il soggetto assicurato a trovarsi in una posizione di "debolezza". Ne deriva la necessità di tutelarlo affinché sia in grado di comprendere effettivamente l'utilizzazione e il funzionamento delle logiche sottese agli algoritmi predittivi, al fine di evitare l'instaurarsi di situazioni di sfiducia[391].

È necessario, di conseguenza, garantire la qualità del dato, in modo che le informazioni siano costantemente corrette, aggiornate e complete e che venga agevolata la comprensione dei processi logici seguiti dall'algoritmo nel valutare il rischio assicurativo di un determinato soggetto attraverso il rispetto dei criteri di trasparenza del dato-È altresì fondamentale prevenire il rischio che i dati siano affetti da *biais* che possano alterare le valutazioni. A tal fine, ad esempio, il GDPR prevede espressamente tali requisiti con riguardo ai dati personali, offrendo inoltre strumenti volti a consentire la rettifica del dato raccolto erroneamente o non più aggiornato[392].

Quanto al requisito della trasparenza, da valutarsi con riguardo alla comprensione, effettiva, circa il procedimento di elaborazione dell'algoritmo, particolare rilievo parrebbe assumere l'art. 22 del GDPR, norma che attribuisce ai soggetti interessati la facoltà di intervenire sul processo logico seguito dall'algoritmo in caso di procedimenti basati unicamente sul trattamento automatizzato.

---

contiene informazioni essenziali sul prodotto, quali, ad esempio, quelle sulla tipologia di rischio assicurato, sulle principali esclusioni e sui limiti della copertura assicurativa, sulle modalità di pagamento del premio.
Per quanto riguarda i documenti aggiuntivi, quest'ultimi, disciplinati dal Codice delle Assicurazioni Private e dal Regolamento IVASS n. 41/2018, contengono informazioni di maggior dettaglio al fine di consentire al cliente una conoscenza più approfondita del prodotto assicurativo e quindi consentirgli una maggiore consapevolezza nella scelta. In tali documenti sono indicate, ad esempio, le garanzie aggiuntive o opzionali, le esclusioni e i limiti contrattuali, le modalità di presentazione dei reclami, la legge applicabile al contratto, le procedure di risoluzione delle controversie, i costi a carico del contraente. Si distinguono, a secondo del prodotto che devono accompagnare, in: i) DIP Aggiuntivo Danni per i prodotti danni (per la r.c. auto è previsto uno specifico DIP Aggiuntivo R.C. Auto); ii) DIP Aggiuntivo IBIP per i prodotti vita d'investimento assicurativi, cioè i prodotti vita "finanziari"; iii) DIP Aggiuntivo Vita per i prodotti di puro rischio, cioè "non finanziari"; iv) DIP Aggiuntivo Multirischio per contratti in cui ai prodotti assicurativi vita sono abbinate garanzie relative ai rami danni, in sostituzione del DIP aggiuntivo Danni e del DIP aggiuntivo Vita.
In ogni casi, ai fini di un maggiori approfondimento sul punto, informazioni più dettagliate sono reperibili su *Informativa precontrattuale.pdf (ivass.it)*.
Ancora, si ricordi che la Direttiva 2016/97, attuata dal D. Lgs. 68 del 21 maggio 2018, del Parlamento europeo e del Consiglio del 20 gennaio 2016 sulla distribuzione assicurativa, all'art. 25 impone all'assicuratore di definire sin dal momento della previsione del contenuto del contratto assicurativo la tipologia di clienti a cui è destinata la polizza.

[391] Sul punto interessante può essere la lettura circa il progetto finanziato da Gruppo Generali, Generali-*Trustworthy-Ai*, reperibile in *Intelligenza Artificiale Affidabile - Gruppo Generali*, nel quale si legge espressamente: "*PRINCIPI: i principi chiave di Generali per una AI affidabile rappresentano la nostra combinazione unica e distintiva di comportamenti aziendali e valori fondanti che ci guidano nell'utilizzo responsabile delle nuove tecnologie digitali. REGOLE E STANDARD: favoriamo l'adozione di comportamenti etici rigorosi e concreti in tema di dati e algoritmi grazie a un sistema di regole e standard ispirati ai nostri principi chiave. COMUNICAZIONE e CONSAPEVOLEZZA: coinvolgiamo i nostri stakeholder comunicando il nostro approccio etico e sensibilizzando sul tema dell'uso responsabile di dati e algoritmi. FORMAZIONE: promuoviamo la corretta applicazione dei nostri principi tramite un'opportuna formazione delle nostre persone, anche al fine di riconoscere i dilemmi etici legati alle nuove tecnologie. GOVERNANCE: Monitoriamo e promuoviamo l'applicazione dei nostri principi tramite opportune attività di supervisione e la definizione di best practices".*

[392] Si legga quanto affermato, in particolare, dall'art. 5, par. 1, lett. d). La rettifica, invece, è prevista dall'art. 16, che prevede che l'interessato possa ottenere senza ingiustificato ritardo la rettifica dei propri dati e /o l'integrazione di quelli incompleti.

Il primo paragrafo, nella logica di garantire un adeguato bilanciamento fra gli opposti interessi in gioco, riconosce all'interessato (nella logica del presente lavoro, l'assicurato) il potere di scegliere se essere sottoposto a trattamenti interamente automatizzati o meno. Da tale disposizione sembrerebbe potersi dedurre che, in assenza del consenso dell'interessato, i procedimenti basati *unicamente* sul trattamento automatizzato di dati personali siano vietati.

Il secondo paragrafo, invece, contempla alcune ipotesi sottratte all'applicazione della regola di cui al comma 1: interessante, per il tema che si tratta in questo elaborato, la previsione che ammette le procedure basate su un trattamento unicamente automatizzato nel caso in cui esse siano necessarie per l'esecuzione di un contratto.

Infine, il terzo paragrafo riconosce all'interessato, nelle ipotesi di cui alle lettere a) e c), paragrafo 2, tre diritti: i) ottenere l'intervento umano da parte del titolare del trattamento, i) esprimere la propria opinione, e iii) contestare la decisione prodotta dall'algoritmo. Considerando l'applicabilità di tale articolo alla realtà dei contratti assicurativi, si può rilevare quanto segue.

Al di là dell'astratta possibilità, di cui si è già scritto, di fare riferimento, nel contesto assicurativo, all'art. 22, e, in particolare, di riferirsi al paragrafo 2, che ammette la possibilità di utilizzare trattamenti *unicamente* automatizzati nel caso in cui sia necessario ai fini dell'esecuzione di un contratto, è chiaro che il profilo più innovativo è sicuramente rappresentato dal diritto, per l'interessato, di richiedere in ogni momento l'intervento umano.

Il titolare dei dati, pertanto, sarà tenuto a predisporre quanto necessario per garantire misure appropriate affinché, l'interessato di intervenire abbia la facoltà di intervenire nel trattamento, soprattutto in caso di *bias* o errori del processo automatizzato. Va precisato, inoltre, che tale facoltà potrà essere effettivamente esercitata solo nella misura in cui l'interessato sia messo nella condizione di comprendere il processo algoritmico alla base della decisione. Ciò implica che il principio di trasparenza debba primariamente operare *ex ante*, di modo che l'interessato - nelle specie l'assicurato - sia in grado di comprendere il processo predittivo. A tal fine è necessario che vengano rese disponibili già nella fase precontrattuale di informativa, ossia prima dell'inizio del trattamento, tutte le informazioni rilevanti. in ragione delle specificità del caso concreto.

Qualora tali informazioni non fossero fornite, determinando una carenza rispetto al requisito di trasparenza, si potrebbe ricorrere – sebbene *ex post* – al diritto di accesso previsto dall'art. 15 del GDPR. Questo meccanismo consentirebbe all'interessato di ottenere non già informazioni generiche sul trattamento, bensì chiarimenti specifici sul trattamento che lo riguarda direttamente.

3.2. La disciplina in tema di responsabilità civile degli autoveicoli (R.C.A.).

Passando a considerare disciplina in tema di RCA, essa sembra confermare, in via ulteriore, l'approccio elastico di cui si è già scritto.

Infatti, la legislazione menzionata sembra essere già in parte sbilanciata nel senso della personalizzazione dei meccanismi contrattuali, anche mediante l'uso di tecnologie (esempio, le scatole nere) volte a rilevare la condotta del singolo assicurato, che verrà dunque premiato o penalizzato a sfavore o a favore dell'intera collettività[393]. Il ricorso a tecniche di personalizzazione, quindi, sembra dunque essere ammesso dallo stesso legislatore, seppure in relazione a condotte degli assicurati possibili/accessibili per l'intera collettività in comunione di rischio[394]. Sempre nell'ambito RCA, ancora, il legislatore ha aperto la frontiera all'utilizzo di tecnologie in grado di differenziare il premio sulla base di strumenti tecnologici in grado di sorvegliare sull'assicurato (di nuovo: la scatola nera o i meccanismi di misurazione del livello di alcol nel sangue).

Una personalizzazione non effettuata dunque sulla base di un parametro operante "a priori" (ossia sulla base delle caratteristiche proprie del soggetto assicurato), ma sulla base di una logica di "prevenzione" del sinistro: apertura significativa, che potrebbe addirittura portare a considerare determinate tecnologie di prevenzione del rischio (dall'allarme al sistema antincendio) funzionali ed ancillari all'attività assicurativa[395].

---

[393] Il riferimento è, evidentemente, al D. Lgs. n. 209 del 7 settembre 2005, e, in particolare, alle norme cui agli artt. 122 e seguenti, che all'assicurazione obbligatoria dei veicoli a motore fanno riferimento. Per quanto riguarda, invece, i meccanismi volti a considerare una personalizzazione delle polizze, può menzionarsi l'art. 132 *ter*, rubricato "*sconti obbligatori*" che prevede espressamente che "*in presenza di almeno una delle seguenti condizioni, da verificare in precedenza o contestualmente alla stipulazione del contratto o dei suoi rinnovi, le imprese di assicurazione praticano uno sconto determinato dall'impresa nei limiti stabiliti dal comma 2:*
a) omissis
b) nel caso in cui vengono installati, su proposta dell'impresa di assicurazione, o sono già presenti e portabili meccanismi elettronici che registrano l'attività del veicolo, denominati "scatola nera" o equivalenti, ovvero ulteriori dispositivi, individuati, per i soli requisiti funzionali minimi necessari a garantire l'utilizzo dei dati raccolti, in particolare, ai fini tariffari e della determinazione della responsabilità in occasione dei sinistri, con decreto del Ministro delle infrastrutture e dei trasporti, di concerto con il Ministro dello sviluppo economico, da adottare entro novanta giorni dalla data di entrata in vigore della presente disposizione;
c) nel caso in cui vengono installati, su proposta dell'impresa di assicurazione, o sono già presenti, meccanismi elettronici che impediscono l'avvio del motore qualora sia riscontrato nel guidatore un tasso alcolemico superiore ai limiti stabiliti dalla legge per la conduzione di veicoli a motore".
La personalizzazione, molto diffusa negli ultimi anni, riguarda infatti l'installazione della c.d. scatola nera**,** un dispositivo satellitare che analizza la qualità di guida del conducente. In base a determinati parametri registrati dal dispositivo, vengono applicati degli sconti che incentivano il conducente a uno stile di guida virtuoso. I benefici per il cliente non sono solo economici, in quanto la scatola nera permette di individuare la vettura in caso di furto e di ottenere assistenza in caso di sinistro.
Per quanto riguarda le polizze personalizzate in base alle caratteristiche o modalità d'uso del veicolo, vengono proposte le assicurazioni temporanee e chilometriche. Entrambe prevedono una quota di premio annuo fissa ed una variabile: quest'ultima è calcolata in base ai giorni di utilizzo del veicolo (quelle temporanee) o in base al numero di chilometri percorsi (quelle chilometriche). Tali formule, vengono proposte per chi fa un uso non regolare del proprio mezzo, utilizzandolo per brevi spostamenti, consentendo loro un certo risparmio sul premio rispetto alle normali polizze.
Per quanto riguarda le assicurazioni temporanee, ne esistono di diverse tipologie tra cui: le assicurazioni semestrali, che hanno una durata di soli sei mesi (ottime, ad esempio, per chi ha un'auto o una moto che utilizza solo d'estate); le assicurazioni trimestrali, che hanno una durata di tre mesi e le assicurazioni mensili, che sono attive per un solo mese.

[394] Su questa scia, ad esempio, alcuni assicuratori stanno sperimentando l'idea di una polizza salute basata sul concetto "*pay-as-you-live*". In pratica, questo significa che le tariffe vengono determinate. sulla base di un profilo individuale di salute, in ciò agevolato da nuove generazioni di sensori e nuove applicazioni digitali (*smart watch e "tracker")* che registrano il comportamento della persona con estrema precisione.

[395] Nel caso sopra esemplificato della polizza sanitaria "*pay-as-you-live*", ad esempio, la compagnia di assicurazione dovrebbe aver predisposto adeguate procedure per evitare di creare inique distorsioni e/o pregiudizi (cc.dd. *unfair bias*, che minano la realizzazione di classi omogenee: ad esempio eseguendo test su un campione di popolazione con determinate caratteristiche o casi

3.3. Il Regolamento sull'Intelligenza Artificiale.

A conclusione di questa parte dell'elaborato, si vuole sottolineare come il tema riguardante la gestione degli aspetti discriminatori sia stato preso in considerazione anche dal recente Regolamento UE sull'Intelligenza artificiale, n. 1689/2024 (anche *AI Act*).

Già l'art. 5 del testo normativo evidenzia la rilevanza e l'impatto che le tecnologie di intelligenza artificiale possono avere nella gestione delle polizze assicurative. In particolare, l'Allegato III, rubricato "Sistemi ad alto rischio", include tra tali sistemi quelli destinati alla valutazione del rischio e alla determinazione dei premi assicurativi relativi a persone fisiche, nell'ambito delle assicurazioni sulla vita e di quelle sanitarie, qualificandoli espressamente come sistemi di IA ad alto rischi (punto 5, lett. c).

Il considerando n. 58 esplicita le ragioni del legislatore europeo di questa inclusione: "*anche i sistemi di IA destinati a essere utilizzati per la valutazione dei rischi e la determinazione dei prezzi in relazione alle persone fisiche per assicurazioni sulla vita e assicurazioni sanitarie possono avere un impatto significativo sul sostentamento delle persone e, se non debitamente progettati, sviluppati e utilizzati, possono violare i loro diritti fondamentali e comportare gravi conseguenze per la vita e la salute delle persone, tra cui l'esclusione finanziaria e la discriminazione. Infine, è opportuno classificare come ad alto rischio anche i sistemi di IA utilizzati per valutare e classificare le chiamate di emergenza effettuate da persone fisiche o inviare servizi di emergenza di primo soccorso o per stabilire priorità in merito all'invio di tali servizi, anche da parte di polizia, vigili del fuoco e assistenza medica, nonché per i sistemi di selezione dei pazienti per quanto concerne l'assistenza sanitaria di emergenza, in quanto prendono decisioni in situazioni molto critiche per la vita e la salute delle persone e per i loro beni*".

In via necessariamente sintetica, si rammenta che l'*AI Act* considera ad alto rischio un numero limitato di sistemi di IA e, in particolare, quelli che per il loro impatto potenziale sui diritti fondamentali, sulla sicurezza o sul benessere delle persone, richiedono particolari garanzie e obblighi di conformità (art. 6). Ai fornitori e agli utilizzatori di tali sistemi, l'*AI Act* impone obblighi stringenti, tra i quali: valutazioni di conformità prima dell'immissione sul mercato;

particolari che non devono aprioristicamente rimanere escluse dal sistema). Così come, ulteriormente, dovrebbero essere stati predisposti dei processi in modo che l'applicativo di I.A. sia fedele e affidabile ed affinché, ad esempio, possano essere riconosciuti e superati errori di sistema dati da variabili non rappresentate o immaginate nella realizzazione delle istruzioni ed obiettivi dell'applicativo di I.A (ad esempio l'incapacità del sistema di valutare allo stesso modo l'età effettiva – al di là di quella anagrafica – rispetto a determinate tipologie di persone).

documentazione tecnica approfondita; registrazione dei sistemi in un database europeo; misure di trasparenza verso gli utenti finali; sistemi di governance e gestione del rischio.[396].

L'obiettivo è quello di promuovere uno sviluppo responsabile dell'Intelligenza artificiale e di rafforzare il potenziale competitivo dell'Europa a livello globale, permettendo la massimizzazione delle risorse e il coordinamento degli investimenti[397].

[396] Proprio per tali ragioni e per la potenziale applicazione pervasiva dell'Intelligenza Artificiale, la Commissione europea ha approvato specifiche linee guida ("*Orientamenti Etici per un'I.A. affidabile*") che riassumono e stabiliscono gli *standard* a cui deve tendere chi sviluppa e realizza applicazioni basate sull'IA, come risulta dagli *Orientamenti etici sull'Intelligenza Artificiale*, reperibili in *https://www.insuranceup.it/it/opinioni/artificial-intelligence-e-assicurazioni-rischio/*.

[397] Attraverso i programmi *Digital Europe* e *Horizon Europe*, la Commissione prevede infatti di investire 1 miliardo di euro all'anno nell'AI, mobilitando ulteriori investimenti dal settore privato e dagli Stati membri al fine di raggiungere un volume di investimenti annuali di 20 miliardi di euro nel corso del decennio digitale.

SEZIONE V

LA REPORTISTICA DEGLI SMART INSURANCE CONTRACT.

1. Analisi dei principali report: esempi e casistica. - 2. Un possibile prodotto innovativo e brevi considerazioni conclusive.

1. Analisi dei principali report: esempi e casistica.

La presente ricerca richiede, in modo analitico, di analizzare, tra gli aspetti innovativi, l'impiego degli *Smart Contract* e *Blockchain* in ambito assicurativo.

A tal fine, di fondamentale ausilio è stata la collaborazione, durante il periodo di *stage* obbligatorio, con Propensione S.p.a., *broker* che si occupa, soprattutto, di collocare prodotti assicurativi e fondi pensione, che mi ha permesso di approfondire il tema del presente lavoro, anche attraverso la dazione di materiale predisposto *ad hoc.*

Propensione è nata a Trieste, nel 2016; la *startup* si presenta come una società di intermediazione assicurativa digitale che offre consulenze specializzate nel settore della previdenza, aiutando i clienti a orientarsi tra i numerosi prodotti pensionistici presenti sul mercato.

Nel corso del periodo di stage presso la società, previsto dalla mia borsa di dottorato, sono venuta a conoscenza dell'*Italian InsurTech Association*, associazione di riferimento per gli attori della filiera assicurativa che intendono innovare e sviluppare prodotti e offerte per affrontare le nuove sfide lanciate al consumatore digitale.

Obbiettivo dell'associazione è, in particolare, quello di promuovere il progresso dell'innovazione assicurativa, aiutare l'educazione nel settore, attraverso, se del caso, sinergie e rapporti con le istituzioni preposte[398]. Il sito, ben strutturato, contiene, nella sezione *news,* tutte le novità recenti in tema di *InsurTech*, oltre ad evidenziare eventuali e rilevanti approfondimenti.

In particolare, dall'analisi dei diversi *report* e dei numerosi *white paper* disponibili nel sito, emerge chiaramente come il fenomeno dell'*InsurTech* sia in costante espansione. Le previsioni indicano che la trasformazione del settore assicurativo, trainata dall'adozione di tecnologie emergenti quali intelligenza artificiale (AI), Internet of Things (IoT) e *blockchain*, sia già in atto e destinata a compiersi entro il 2030. Si stima, infatti, che entro tale data il valore complessivo dell'industria assicurativa crescerà di quasi il 100%, passando dagli attuali 5,5 trilioni di dollari a circa 10 trilioni.

.

[398] Tutte le informazioni sono reperibili presso il sito dell'Associazione, al link *insurtechitaly.com.*

Ciò premesso, ai fini del presente lavoro, risulta di evidente importanza analizzare ed evidenziare i settori in cui l'impiego delle nuove tecnologie è emerso in modo preponderante e verificare quali sono i prodotti assicurativi sperimentati nei settori di volta in volta attenzionati.

Si consideri, ad esempio, come, in ambito turistico, già nel corso del 2018, sia stato sperimentato un prodotto assicurativo al fine di risolvere una problematica sempre più sentita nel settore del turismo, ossia da un lato la minore disponibilità da parte dei viaggiatori nel prenotare con tariffe prepagate e, dall'altro, le difficoltà degli albergatori nel vendere i loro servizi con una tariffa non rimborsabile. Il prodotto in questione è *BeSafe Rate*, che, appunto, persegue come fine principale quello di tutelare il viaggiatore in caso di cancellazione del viaggio, assicurando contemporaneamente il guadagno alla struttura ricettiva. Il cliente può acquistare il soggiorno in anticipo con la certezza di non perdere i propri soldi e dando all'albergatore un maggior potere di *revenue;* inoltre, proprio in virtù dell'utilizzo delle nuove tecnologie di Intelligenza Artificiale, le polizze risultano essere estremamente personalizzate[399].

Uno dei settori nel quale maggiormente sono stati sperimentati prodotti *InsurTech* è quello della salute[400]. È quanto emerge dalla ricerca "*Tech in insurance & health*: opportunità di una trasformazione integrata" indagine di EY e IIA sponsorizzata da All Well e Rga[401].

Secondo tale *report,* le compagnie assicurative "*Si trovano in una posizione cruciale per intercettare la crescente domanda di servizi sanitari nel nostro Paese. Infatti, l'età media della*

[399] Maggiori informazioni sono reperibili nel sito ufficiale *https://besfesuite.com/besaferate/*. Si tratta, vieppiù, di *Embedded Insurance,* definibile, quest'ultima, come l'integrazione di prodotti assicurativi e di protezione all'interno di *funnel* non assicurativi, accompagnata dall'ingresso di nuovi *player* non assicurativi all'interno della distribuzione di servizi connessi all'*insurance*. Secondo la ricerca *Open & Embedded Insurance*, realizzata da Yolo in collaborazione con IIA, il valore dell'*embedded insurance*, ossia la possibilità di acquistare una polizza assicurativa integrata all'acquisto di un altro prodotto, nel 2030 raggiungerà circa 1 trilione di euro.
A titolo esemplificativo, Tesla offre ai propri clienti la soluzione *InsureMyTesla* per assicurare il veicolo acquistato con *Zurich Insurance*. Nel Regno Unito Amazon ha inaugurato *Amazon Insurance Store*, per aiutare gli utenti a confrontare le polizze casa di compagnie con cui collabora. Tra i settori più coinvolti in *embedded insurance* si può fuori di dubbio menzionare quello bancario. Secondo i vari report di IIA ad oggi sono quindici le banche in Italia che distribuiscono prodotti assicurativi digitali e saranno quaranta nel 2025. In particolare, sono tre le modalità di integrazione fra assicuratore e distributore: dalle polizze inclusive, integrate nel processo di vendita e con esso pacchettizzate; alle polizze opzionali, integrate nel processo di vendita, ma opzionali per il cliente finale. Infine, si possono riscontrare le polizze cc.dd. in *marketplaces*, promesse e vendute in store dedicati all'interno delle *properties* digitali del distributore. Per un maggior approfondimento si rinvia a G. DI FRANCESCO, S. RANUCCI BRANDIMARTE, *InsurTech or Out. L'industria assicurativa italiana sulla strada della digitalizzazione,* Milano, 2023. 1 ss.. Il volume, ideato con la collaborazione dell'I*talian InsurTech Association,* è integrato da una serie di articoli disponibili online al sito: *//www.egeaeditore.it/ita/insurtech-or-out.aspx.*

[400] La pandemia ha contribuito alla crescita della domanda di polizze salute, insieme ai servizi e programmi di prevenzione e monitoraggio. Una tendenza importante, accresciuta grazie all'utilizzo di strumenti quali assistenza e consulti medici da remoto. Tuttavia, al momento, le tecnologie come *Internet of Things* e le eventuali app ideate al fine di supportare il cliente sono ancora insufficienti per gestire questo tipo di prestazioni, quantomeno nel panorama italiano. Sul punto, G. DI FRANCESCO, S. RANUCCI BRANDIMARTE, *op. cit*., 83 ss.

[401] Il contributo è reperibile nel sito ufficiale dell'Associazione, già indicato nel presente lavoro. Dall'indagine emerge come il ruolo dell'assicurazione stia evolvendo da attore passivo, orientato principalmente al rimborso del sinistro, a protagonista attivo nel guidare il cliente lungo tutta la *patient journey*. Invero, secondo il 70% degli intervistati sarà fondamentale favorire la transizione e lo sviluppo di ecosistemi in ambito salute, dove operatori sanitari, health teche e compagnie assicurative opereranno in maniera integrata e sinergica nel pubblico e nel privato, per ridurre i costi di distribuzione e offrire servizi di prevenzione e di copertura innovativi.

popolazione e le patologie sono destinate a crescere nei prossimi anni a fronte di un'offerta sanitaria pubblica in continua contrazione[402]".

Ipotesi applicativa molto interessante è il contratto automatizzato adottato da alcune compagnie assicurative in relazione a polizze sanitarie che coprono il costo delle spese in caso di ricovero del soggetto assicurato.

In queste ipotesi, lo *smart contract*, una volta verificatosi l'evento (ricovero o erogazione della prestazione sanitaria comunicata, ad esempio, dalla struttura sanitaria convenzionata individuata e gravata da obblighi di informazione e trasmissione dati all'impresa assicuratrice), opera in automatico il rimborso previsto in sede di polizza, connettendo il conto corrente del consumatore-assicurato con quello dell'impresa.

Questo modello di contratto automatizzato sta acquisendo maggiore diffusione nel settore in esame anche per l'indubbia capacità di contribuire alla riduzione delle contestazioni in caso di indennizzi e del contrasto alle frodi assicurative (anche tramite le potenzialità dell'*IoT* e l'uso dei *devices*), nonché per gli effetti positivi sul piano della trasparenza delle clausole contrattuali auto eseguibili e quindi delle procedure ad esse collegate. Un sistema *blockchain based* consentirebbe, inoltre, di verificare lo stato di una *polizza* costantemente e, per esempio, nelle ipotesi di *pay for use,* anche attivare o disattivare la copertura[403].

Nel settore esaminando, i prodotti che risultano sperimentati sono, a titolo esemplificativo, *Salute Go*, la nuova polizza infortuni e malattie realizzata da *MetLife*, studiata per fornire all'assicurato, al proprio partner o all'intera famiglia uno scudo contro gli imprevisti della vita. La polizza prevede un indennizzo giornaliero in caso di ricovero e per i giorni di convalescenza post ricovero. La somma assicurata varia in base al piano scelto (Protezione Base o Alta) ed all'attivazione del Bonus che prevede un extra indennizzo se il ricovero è dovuto a infarto o carcinoma.

Ancora, Axa propone *health claims instant payment*[404], sviluppato da AXA *Caring,* gestore dei sinistri salute di proprietà AXA specializzato in servizi innovativi dedicati al benessere,

---

[402] Si legge, ancora, che: "*L'industria assicurativa si trova dunque di fronte ad un'opportunità senza precedenti. Queste opportunità necessitano di investimenti in piattaforme nuove e tecnologicamente avanzate, prodotte internamente e in partnership con startup Insurtech. L'adozione e lo sviluppo di prodotti e processi innovative per le polizze salute permettono di semplificare l'accesso ai servizi sanitari da parte dei cittadini*".

[403] Per maggiori approfondimenti si rinvia a E. BATTELLI, Insurtech *ed evoluzione dell'offerta di polizze sanitarie: tra innovazione tecnologica e nuovi servizi assicurativi in campo medico,* in *Contratto e Impresa*, 2022, 1, 52 ss.

[404] Il prodotto si è aggiudicato il primo posto nella categoria "*Digital Customer Experience*" agli *Italy Insurance Awards* 2022, iniziativa promossa da *Insurance Club*, la *community* di *IKN Italy*, nata per stimolare l'adozione di approcci innovativi in un settore in continua evoluzione. Candidato per il Premio Miglior Progetto Innovativo *Italy Insurance* Forum Awards 2022 anche *Village care*, prodotto di Vittoria assicurazioni, polizza specializzata in servizi di sostegno per figli che si prendono cura dei propri cari, in grado di garantire all'assicurato di gestire in modo più semplice e conciliare vita, lavoro, genitori anziani secondo un approccio *user centric*.

alla prevenzione e alle cure sanitarie, grazie a un mix vincente di Intelligenza artificiale e OCR (*Optical Character Recognition*).

Il nuovo algoritmo si sostituisce al liquidatore (che prima, anche per rimborsi semplici, doveva verificare manualmente tutti i documenti e gli importi da pagare), leggendo automaticamente e in tempo reale prescrizioni mediche e documenti di spesa (come fatture e scontrini), verificando la coerenza dei documenti con la denuncia digitale del cliente ed estraendo le informazioni chiave per gestire il sinistro.

Le informazioni ricavate dall'*OCR* vengono poi ricevute dal sistema sinistri che può finalizzare la gestione, in particolare eseguendo controlli automatici pre-liquidazione, calcolando l'importo da pagare e predisponendo il pagamento automatico.

Un perfetto connubio, dunque, di tecnologia *OCR* e *automation* che azzera il tempo cliente, aumentandone la soddisfazione e crea efficienza operativa nella gestione dei sinistri malattia. Il vantaggio della soluzione, già operativa per piccoli sinistri e segmenti dedicati di portafoglio, è anche quello di essere scalabile ed applicabile in futuro ad altre tipologie di sinistro a tutto vantaggio del cliente[405].

Ancora, Quixa, ha sviluppato la *Quixa smart dog&cat*, prodotto assicurativo innovativo dedicato alla cura e al benessere del proprio animale domestico, con tutta la sicurezza e la trasparenza della tecnologia *blockchain*.

Infine, la portoghese *Knock Care* ha sviluppato un prodotto *healthtech* consistente in una piattaforma che incorpora consulenze video e strumenti di supporto per il monitoraggio remoto dei pazienti tramite l'Intelligenza artificiale. I dati ivi contenuti, custoditi in forma anonima, potranno poi essere venduti a *player* esterni, fra cui quelli assicurativi.

Connessa alla questione delle polizze *smart* in ambito assicurativo è la tematica degli infortuni sportivi. Sul punto è stata ideata da Italiana Assicurativa il progetto Tandem[406]. Trattasi di una polizza messa a punto su misura di singoli e famiglie anche per tutelarsi dagli infortuni legati alla vita quotidiana o all'attività sportiva non professionale. Tandem può prevedere assistenza medico-legale e un aiuto economico in base alle garanzie scelte e alla gravità dell'evento, assicurando un indennizzo o una rendita nel caso di inabilità lavorativa, riconoscendo a tal fine una diaria per ogni giorno di ricovero e convalescenza, servizi ospedalieri a domicilio e personale per l'aiuto domestico, secondo una prospettiva *consumer centric* con offerta di polizze altamente personalizzate.

---

[405] Può infine menzionarsi il progetto WSalute Alleanza, prodotto assicurativo che consente un alto livello di personalizzazione della polizza sanitaria. Maggiori informazioni sono reperibili nel sito *https://www.alleanza.it/protezione/wsalute/.*

[406] Per un approfondimento si veda il sito ufficiale, reperibile al seguente indirizzo: *italiana.it/famiglia/assicurazione-infortuni/tandem.*

Nello stesso settore può essere menzionato il prodotto Wopta[407], l'*Insurtech* per le PMI che rimborsa la polizza in caso di infortunio o malattia, con procedure di sottoscrizione delle polizze veloci e automatizzate.

Non è immune a queste tecnologie nemmeno il settore degli incidenti ambientali[408]. In questo frangente, fondamentale sarà l'investimento dei grandi player assicurativi nel potenziamento di ambiti quali *Space, Innovation, Intelligenza Artificiale e Big Data*, in grado di preconizzare i rischi legati a disastri ambientali. Come per il settore sanitario, il ruolo dell'assicuratore deve modificare paradigma, passando da attore passivo orientato, in via principale, al risarcimento del danno, a protagonista attivo in grado di guidare il cliente dalla stima alla gestione dell'incidente, attraverso lo sfruttamento delle nuovissime tecnologie menzionate.

Ad oggi esistono diverse realtà italiane che stanno sviluppando soluzioni fortemente innovative che utilizzano dati climatici e metereologici, provenienti da satelliti in orbita, allo scopo di fornire prodotti assicurativi parametrici che indennizzano eventi monitorati e misurati per una più adeguata gestione del rischio.

In particolare, *SaferPlaces* sfrutta dati satellitari per l'analisi del rischio di alluvione nelle aree urbane, realizzando mappe di pericolo allagamento per diversi scenari[409]. In questo settore, inoltre, si potrebbe assistere ad un aumento dell'utilizzo di polizze *base index,* di cui già si è ampiamente detto nel corso del presente lavoro. In tale contesto, *Law firm Clyde & Co*. hanno progettato un'assicurazione parametrica, basata e connessa su uno *smart contract,* nel caso di calo dei ricavi o della produzione di un produttore di energia solare. In tale frangente, il contratto assicurativo è concepito per coprire il rischio di un calo della produzione di energia prevista a causa di condizioni meteorologiche sfavorevoli. In questo caso, lo *smart insurance contract* riceve *input* dai fornitori di dati meteorologici e può effettuare pagamenti automatici, poiché il contratto viene eseguito quando soddisfa o supera i parametri predefiniti necessari[410].

Uno dei settori che maggiormente ha avvertito l'impatto rappresentato dall'emersione delle tecnologie in esame è fuori di dubbio quello della *cybersecurity*[411].

---

[407] *Wopta* nasce da un gruppo di professionisti del settore *insurance:* da Vincenzo Macaione, fondatore e CEO, a Ivan Pivirotto (*Managing Director*) e Andrea Papetti (*Chief Distribution Officer*), con un passato in compagnie come AXA e Zurich. L'Head of P&C Product è Michele Lomazzi, già in ING e BNP Paribas, mentre il *Chief Technolology Officer* è Luca Barbieri, con esperienza in Generali *Jeniot* e *Sky.*

[408] Secondo l'aggiornamento di luglio 2022, i sinistri ambientali hanno comportato perdite per 343 miliardi di dollari nel 2021, di cui solo il 38% risultava coperto da idonea copertura assicurativa.

[409] V. *https://saferplaces.co/.*

[410] Per un maggior approfondimento si consulti il sito *online* reperibile al seguente link: *https://www.artemis.bm/news/connected-parametric-insurance-contract-to-trigger-auto-payouts-clyde-co/.*

[411] Si legga, a tal fine, *agendadigitale.eu/mercati-digitali/assicurazioni-ecco-come-cambia-il-mercato-con-digitale-e-green-trend-e-nuove-sfide/).* Secondo l'Osservatorio *Fintech ed Insurtech* del Politecnico di Milano, in Italia lo scorso anno il mercato della *cybersecurity* ha raggiunto il valore di 1,55 miliardi di euro, un aumento del 13% rispetto al 2020 e del 58% rispetto ai 976 milioni del 2016. Inoltre, ne 2021, il 60% delle grandi organizzazioni ha previsto un aumento del *budget* destinato a questo ambito strategico.

In particolare, nel 2021, è stata presentata la *Cyber Risk Protection*, una soluzione contro i rischi digitali firmata dal marchio commerciale *Allianz Global Assistance*, attraverso la quale i dati personali, come email, carte di credito, iban, numero di telefono e molti altri vengono monitorati per individuare possibili rischi nel *web;* nel caso in cui siano individuate corrispondenze a rischio, il sistema immediatamente provvede a notificare tale informazione all'interessato, invitandolo ad accedere al portale per prendere visione dei dati oggetto di violazione e fruire del supporto garantito dal prodotto assicurativo per mitigare il livello di rischio a cui risulta esposto il titolare della polizza.

Il passo successivo è stato quello di *CyberAngels* che combina la polizza assicurativa con il monitoraggio e la mitigazione proattiva del rischio informatico durante l'intera vita della polizza. La piattaforma è basata su informazioni di *cyber intelligence* combinate con dati proprietari e provenienti da fonti aperte e/o chiuse, ad esempio, monitorando in continuo il *Dark web* per estrarre informazioni sugli attacchi *ramsware*. La banca dati proprietaria contiene informazioni dettagliate sugli attacchi subiti dalle organizzazioni, sui gruppi *ramsware*, sulle statistiche dei settori e delle geografie più colpite. La piattaforma è in grado di raccogliere dati sui sistemi di sicurezza di un'organizzazione, compresi le vulnerabilità, le credenziali rubate e dispositivi infettati. I servizi e le piattaforme *CyberAngel* consentono, inoltre, agli assicuratori ed ai *broker* di offrire servizi avanzati di monitoraggio e protezione dei clienti che consentono azioni preventive rispetto ad eventuali attacchi informatici e a tentativi di esfiltrazione di dati[412].

Il mercato dell'*Insurtech*, ancora, ha coinvolto anche il mondo delle polizze per professionisti. A tal fine, si consideri la polizza YOLO multirischio, che protegge i beni e il patrimonio dei liberi professionisti e delle imprese di diversi settori, tra cui artigianato, turismo, ristorazione. La polizza copre il rischio d'incendio degli immobili e la assicura da furto e rapina, ma non solo, anche da responsabilità civile verso terzi e tutela legale. Si caratterizza per essere polizza veloce e intuitiva, altamente e facilmente personalizzabile, soprattutto attraverso i dispositivi di Intelligenza Artificiale[413].

---

[412] Cyberangels è un prodotto di Victoria Assicurazioni. Maggiori informazioni su *https://www.vittoriaassicurazioni.com/e-market/cyberangels/#.* Ulteriori polizze sono *Keyless,* che offre un sistema di autenticazione biometrica universale, assicurata dalla crittografia e utilizzabile in tutte le piattaforme e su tutti i dispositivi. *Keyless* permette agli utenti di autenticarsi senza utilizzare *password*, aumentando così i livelli di sicurezza da tutti i punti di vista: i dati biometrici sono infatti unici e inequivocabili, e per loro natura non possono essere soggetti a rischi di compromissione, persi o rubati. Altra startup da attenzionare è *Toothpic,* nata come *spin-off* del Politecnico di Torino. La compagnia ha sviluppato una tecnologia di autenticazione a più fattori unica al mondo, utilizzando come chiave d'accesso le imperfezioni distintive nella fotocamera dello smartphone, impossibili da replicare. V. per tutti, E. KENNEALLY, *Ransomware: A Darwinian Opportunity for Cyber Insurance*, in *Connecticut Insurance Law Journal*, Vol. 28, No. 1, 2021

[413] Maggiori informazioni sono reperibili nel sito *https://www.innovami.news/2023/01/13/net-insurance-yolo-nuova-polizza multirischi/#:~:text=YOLO%20multirischi%20protegge%20i%20beni%20e%20il%20patrimonio,da%20responsabilit%C3%A0%20civile%20verso%20terzi%20e%20tutela%20legale.*

Uno dei mercati fuor di dubbio più influenzati dallo sviluppo delle nuove tecnologie è il settore della *mobility*. Nel rapporto, risalente a dicembre 2021, sulla mobilità del futuro di IIA e EY, vengono messe a fuoco le tipologie di polizze formulate in virtù delle esigenze degli assicurati, in una prospettiva *consumer centric*. In particolare, sono emerse le *Instant, On Demand, Plug and Play Insurance*. Trattasi di soluzioni pensate per coprire un singolo evento o un limite temporale ben demarcato: la loro caratteristica è quella di poter essere attivate all'istante.

Emerse sono anche le polizze *Pay* per mille o *Pay when you drive*; in particolare, l'assicurazione *pay* per mille è una soluzione che permette di pagare in base ai chilometri percorsi. Ancora, si stanno diffondendo le *Behavioural Insurance*, modelli basati sulla prevenzione del sinistro.

Si stanno moltiplicando le polizze che offrono vantaggi personalizzati e applicano le logiche di *reward* ai fini di incentivare l'utente a guidare in modo più responsabile e attento. Su questo modello si basano anche le polizze *pay as you drive*, che permettono di rapportare il costo all'utilizzo effettivo dell'auto e del modo di guidare[414].

Alla luce di quanto appena descritto, gli esempi possono essere numerosi. Si pensi al prodotto idealizzato da Toyota, *WeHybrid Insurance*, un'assicurazione RC auto che si basa su un solo parametro, i chilometri percorsi. Si tratta evidentemente di una polizza chilometrica particolare, visto che i chilometri percorsi in elettrico sono gratis, ai fini di incentivare temi etici, come la protezione dell'ambiente[415].

Ancora, sempre più diffusi sono i prodotti relativi alla micro-mobilità urbana, studiati appositamente per coprire sinistri relativi a mezzi quali bici, *e-bike*, monopattini. Tali prodotti sono ideali per chi sceglie di muoversi *in sharing* e di solito l'attivazione di tali polizze avviene *online* su specifica esigenza del cliente, nonché abbastanza rapidamente.

Per ciò che attiene alla gestione dei sinistri, l'innovazione non può che riguardare le seguenti linee di sviluppo: denunce di danno automatiche e/o a distanza, effettuabili attraverso applicazioni mobili, *web* o equivalenti, per accelerare l'apertura iniziale del sinistro; applicazioni mirate a indirizzare i clienti verso partner dell'assicuratore preferiti (per esempio la carrozzeria, il riparatore); valutazioni a distanza dei danni, avvalendosi di applicazioni in dotazione agli stessi clienti, o ai riparatori, per accelerare la valutazione o la perizia dei danni, ottimizzando la risoluzione e liquidazione dei sinistri nella modalità più conveniente per il cliente; applicazioni

[414] P. MANES, *Credit scoring assicurativo, machine learning e profilo di rischio*, in *Contratto e Impresa*, 2, 2021, 477. Si veda anche *l'Indagine conoscitiva sulle tematiche relative all'impatto della tecnologia finanziaria sul settore finanziario, creditizio e assicurativo*. *Audizione del Vicedirettore Generale della Banca d'Italia Fabio Panetta*, reperibile *online* al seguente sito*: https://www.bancaditalia.it/pubblicazioni/interventi-direttorio/int-dir-2017/panetta-29112017.pdf.*

[415] In un intervento congressuale il Ceo di Toyota *Insurance Management Italy*, Mario La Femina, ha rilevato che "*quanto più un cliente guida in modalità elettrica, tanto migliore è il suo punteggio di guida, per il quale abbiamo utilizzato tutti gli algoritmi ad oggi presenti sul mercato*".

robotizzare per automatizzare tutte le attività di basso valore di *back office*; applicazione di *chatbot* con Intelligenza artificiale per assistere, e guidare e smistare i clienti[416].

Ancora, come emerge dall'*Eiopa Discussion Papers*, sono state sperimentate in Italia limitate esperienze di *blockchain* basate sul sistema P2P[417].

Il sistema di assicurazioni *peer to peer* è molto semplice: il premio che viene pagato dai clienti, oltre alla quota dell'assicurazione standard, include una seconda quota che viene versata in una sorta di fondo del gruppo. Alla fine dell'anno, di solito, quello che avanza del fondo comune viene restituito ai clienti, a patto che non abbiano ricevuto alcun indennizzo assicurativo e che quindi non abbiano usufruito dell'assicurazione. Ciò consente, in modo indiretto, di ottenere comportamenti maggiormente virtuosi da parte degli assicurati, così da ottenere, *pro-futuro*, anche una riduzione del premio assicurativo.

A titolo esemplificativo, aziende come *AirBnB, Tujia e Wimdu* offrono alle persone un modo per scambiare temporaneamente beni (comprese anche le proprie abitazioni private) a fronte di un corrispettivo economico. Il problema è che è quasi impossibile assicurare i propri valori e beni su queste piattaforme. Insieme, la startup *Stratumn,* la società di consulenza e servizi professionali Deloitte e il fornitore di servizi di pagamento *Lemonway* hanno recentemente presentato una soluzione abilitata dalle tecnologie *blockchain* chiamata *LenderBot*. Si tratta di una micro-assicurazione pensata proprio per tutelare i clienti di servizi che rientrano sotto l'ampio ombrello della *sharing economy*. *LenderBot* permette alle persone di sottoscrivere micro-assicurazioni personalizzate semplicemente chattando tramite l'*App* di *Facebook Messenger.* L'obiettivo è quello di assicurare prodotti ad alto valore scambiati tra gli individui, eliminando l'intervento di un'autorità garante nel contratto di assicurazione.

Un'altra *Insurtech* che si basa sul modello P2P è *Friendinsurance,* che è stata scelta da *Deutsche Bank* per la distribuzione di polizze danni nel mercato tedesco, attraverso l'interfaccia *web*. L'istituto finanziario ha infatti scelto questo *player* per offrire ai clienti la possibilità di gestire in modo semplice le proprie polizze, approfittando anche della possibilità di ricevere un *cashback* sul premio versato, tipica del modello P2P, appunto[418].

---

[416] Sul punto, *ex multis,* si legga il contributo di E. BATTELLI, *Le nuove frontiere dell'automatizzazione contrattuale tra codici algoritmici e big data*. *Gli smart contracts in ambito assicurativo, bancario e finanziario*, in *Giustizia civile*, 4, 2020, 681 ss.

[417] La *Blockchain Insurance Industry Initiativa* (B3i), ad esempio, è il frutto di una collaborazione, nata tra compagnie di assicurazione e riassicurazione nel 2016 che utilizza la *Blockchain* per migliorare lo scambio di dati tra le stesse, al fine di fornire ai consumatori un servizio più soddisfacente. Grazie alla tecnologia *Blockchain*, ogni operazione e trasferimento di valore avvengono senza dover passare da un database all'altro in quanto vi è un unico registro detenuto da tutti gli attori coinvolti, e questi è parimenti visibile.

[418] Maggiori informazioni sul sito ufficiale *friendinsurance.com.* Altri, esempi possono essere *Axieme*, intermediario assicurativo che, attraverso una piattaforma che permette a persone con un bisogno assicurativo e un medesimo profilo di rischio, di creare un gruppo e ottenere benefici economici. *Axieme* si definisce la prima *social insurance* italiana. Alla scadenza della polizza sarà possibile ottenere un rimborso, quantificabile in base a due fattori: quanti sinistri accadono nella propria cerchia e quante persone ne fanno parte. Minori sono i sinistri nella cerchia, maggiore è il *giveback* che spetta a ogni membro; rimborso che viene calcolato

Decisamente complesso per un giurista, ma rilevante nel caso in esame, è la questione inerente alla possibile influenza dell'utilizzo di *crypto-assets* nel settore assicurativo, vista la diffusione -ampia- di questi strumenti, in particolare negli ambienti *blockchain*[419].

Nonostante in questo settore siano pochi, ad oggi, i prodotti che sono stati sperimentati, occorre evidenziare che è del 28 febbraio 2020 la notizia del lancio, da parte di LIoyd's di un nuovo prodotto assicurativo in grado di "proteggere" le criptovalute e in generale i *crytpo assets* contenuti e investiti nei *wallet*, contro eventuali ruberie o altri maliziosi attacchi[420].

Altro esempio di *crypto-insurance* è quello di *InsurAce*, un protocollo assicurativo decentralizzato, che fornisce servizi assicurativi affidabili e sicuri in favore degli utenti, consentendo loro di proteggere i propri fondi di investimento dai vari rischi che potrebbero loro occorrere. Essendo, di fatto, il primo a proporre una soluzione *crypto-insurance* c.d. *cross chain*, *InsurAce* consente agli utenti di ottenere un premio molto basso. Gli stessi possono anche ottenere rendimenti di investimento sostenibili tramite lo stesso portale *InsurAce,* il quale ha infatti lanciato un proprio prodotto su *Ethereum* e ha creato una linea di prodotti assicurativi *cross chain*, in esecuzione sulle maggiori piattaforme distribuite, quali *Ethereum*, *Solana*, *Fantom.*

Sul punto di recente sono stati sperimentati i *stablecoins*, quali strumenti in grado di ostacolare l'alta volatilità di alcuni dei *cryptoasset*. Di regola il loro valore è ancorato ad altri *asset,* quali valute, materie prime o altri beni, di modo da stabilizzarne il valore.

In particolare, nel settore assicurativo, le *stablecoins* potrebbero essere utilizzate come mezzo per pagare i premi e/o i rimborsi in quelle giurisdizioni in cui non è obbligatorio effettuare i pagamenti in moneta avente corso legale[421].

A titolo esemplificativo, si può citare *Bridge Mutual*, una innovativa piattaforma di copertura dei rischi, che consente agli utenti di acquistare e sottoscrivere un'assicurazione per risorse e protocolli crittografici. In particolare, attraverso la funzione *Leveraged Portfolios* di

---

sulla base di un algoritmo. Più persone entrano nel gruppo più un eventuale sinistro accaduto può essere spalmato su più teste, avendo quindi un impatto inferiore.

[419] Si tratta, in particolare, di diritti e valori registrati e trasferibili in forma digitale tramite la tecnologia *DLT*. I *crypto asset* nativi, ossia le cripto valute come i *bitcoin* e gli *ethereum*, costituiscono, tra l'altro, la remunerazione accordata ai nodi per validare le transazioni e aggiornare il registro. Altri *cryptoasset,* cc.dd. *token*, di cui si è già fatto riferimento nel corso del primo capitolo del presente lavoro, sono codici digitali creati tramite *smart contract* ai quali possono corrispondere diritti o beni esterni alla *DLT,* quali promesse di rendimento o di servizi, monete elettroniche, ed altri beni.

[420] A tal proposito espressamente M. GREAVES, *Underwriter, Atrium*, in un intervento del 28 febbraio 2020, *Lloyd's launches new cryptocurrency wallet insurance solution for Coincover,* espressamente "*There is a growing demand for insurance that can protect cryptocurrency as it becomes increasingly popular. It is a testament to LIoyd's that the market has put together an innovative solution to mitigate these new risks and protect against theft thereby providing customer with piece of mind that their assets are safe". Ancora, David Janczewski, CEO, Coincover, comments: "We are delighted to have worked with Atrium and the LIoyd's PIF members to bring such a unique and timely solution to the crypto asset market. As the crypto asset market heats up again at the start of 2020, a new wave of crypto curios customer are standings by at the ready to jump in, having previously been put off by the lack of adequate protection against theft and loss. With this innovative new policy, we can remove their barriers and broaden the appeal of crypto. It represents another step forward in enabling cryptocurrency adoption*".

[421] Ai fini di un maggior approfondimento sui temi in esame interessante potrebbe essere la lettura *dell'Eiopa DIscussion Paper, op. cit*., più volte menzionato nel corso del presente lavoro.

Bridge Mutual, gli utenti possono sottoscrivere un'assicurazione per più pool di copertura contemporaneamente e guadagnare un rendimento relativamente elevato e stabile[422].

Quanto all'impego di contratti intelligenti, occorre dire come, già nel 2015 la società italiana *Oraclize* aveva sviluppato *InsurETH*, un progetto di *smart contract* che permette ai clienti delle compagnie aeree che hanno subito ritardi di essere rimborsati in base a quanto previsto dalle corrispondenti polizze assicurative, senza dover fare apposita richiesta. Il contratto di trasporto è infatti contenuto in una *blockchain*, collegata con il sito istituzionale dell'aeroporto, per cui, al momento stesso in cui viene registrato un ritardo, il passeggero riceve sul suo conto la somma dovuta dall'assicurazione.

Sempre in tema di viaggi, si deve ricordare il progetto dell'italiana *Reply,* che ha elaborato *Insurchain,* un'applicazione per le assicurazioni viaggi. L'utente, mediante l'uso di uno *smartphone*, accedendo ad una piattaforma integrata con *Ethereum*, può sottoscrivere la polizza.

Una volta effettuata la scelta della destinazione, definite le condizioni di rimborso e pagato il premio, lo *smart contract* è attivato. Al termine del viaggio, sarà lo stesso programma per elaboratore a verificare se le condizioni (esempio, pioggia per almeno tre giorni) dedotte nel momento dell'attivazione della polizza si siano verificate o meno, e, connettendosi con i siti *web* della stazione meteorologica nazionale, sarà in grado di procedere a tale verificazione, indennizzando, in modo automatico, il soggetto assicurato[423].

Ancora, AXA aveva lanciato i cc.dd. *smart flight insurance products*; trattasi, in particolare, di *smart contract* in grado di operare automaticamente rimborsi causati da ritardi o cancellazioni di un volo, in quanto in grado di attingere direttamente alle informazioni sullo stato del volo fornite dagli oracoli[424].

Al di là dei singoli settori, lo sviluppo delle tecnologie esaminate nel corso del presente lavoro consente di influenzare ogni fase del contratto di assicurazione.

Ad esempio, Profilo assicurativo, start-up nata in Italia nata nel 2016, è la prima piattaforma di consulenza assicurativa *full digital*. In particolare, grazie al suo algoritmo proprietario è in grado di elaborare una consulenza assicurativa completa, evidenziando prima

---

[422] V. *it.bitcoinethereumnews.com/tech/defi-project-spotlight-bridge-mutual-the-insurance-protocol-built-for-web3/.*

[423] Circa le prospettive di utilizzo degli *smart contracts* per la tutela dei diritti dei passeggeri in caso di cancellazione o ritardo del volo, settore fra i più influenzati dall'evoluzione delle tecnologie di Intelligenza artificiale, *Blockchain* e *Smart contract*, si veda M. BRIGNARDELLO, *Prospettive di utilizzo degli smart contract per la tutela dei diritti dei passeggeri in caso di cancellazione o ritardo del volo*, in *Riv. dir. nav*., 2, 2019, 443 ss.

[424] A. BORSELLI, *Smart contract in insurance*, *op. cit,* 106 ss., espressamente: "*For instance, this is the case of the "smart" flight insurance products developed by the start-up InsurETH or by AXA that created smart contracts capable of automating claims and refunds for flight delays or cancellations, relying on flight status information provided by oracles. The impact of this innovation is significant as data shows that only a very minor percentage of policyholders actually file flight insurance claims, while by using parameters to trigger the performance of the contract all policyholders would be automatically compensated as soon as a cancellation or a delay is reported".*

consigli utili a limitare l'esposizione al rischio e poi, raccolti quelli di interesse, proponendo i relativi prodotti corrispondenti a profilo di rischio e capacità di spesa.

Ancora, l'*Insurtech* BDEO, *start-up* madrilena, ha sviluppato una soluzione di *visual intelligence* basata su AI che valuta da remoto i danni a veicoli e abitazioni per accelerare i processi di richiesta di indennizzo e sottoscrizione.

Grazie a questa tecnologia, gli assicuratori possono identificare la causa di un sinistro in modo istantaneo, migliorare la gestione delle risorse coinvolte nel processo e dimezzare i tempi per elaborare e liquidare un'eventuale richiesta di risarcimento.

Per ciò che riguarda la fase di gestione del rischio, infine, interessante è il progetto sviluppato da BNP Paribas, con la polizza InvestiPolizza BNL *Easy Life*, lanciata nel 2015. La compagnia ha sviluppato un nuovo algoritmo che consente di rimanere sempre nei limiti di rischio che il cliente ha scelto. L'investimento viene monitorato giornalmente e ogni volta che si rende necessario mantenere il rischio all'interno dei limiti scelti, la piattaforma interviene attraverso ribilanciamenti automatici[425].

Axa ha sviluppato, nel suo programma, un progetto pluriennale di trasformazione digitale, che prevede la gestione automatizzata delle richieste documentali e assuntive dei clienti, con l'introduzione di *tools* di *Robot Process Automation* integrati nel processo di gestione delle richieste di assistenza.

In particolare, il meccanismo è così delineato: il cliente invia la richiesta tramite uno dei canali di assistenza messi a disposizione da AXA. Il consulente verifica la completezza e correttezza dei dati ricevuti dal cliente e avvia il *Robot.* Due volte al giorno, in un orario prestabilito, il processo automatico attiva l'RPA (sistemi di robotica dei processi delle assicurazioni), il quale recupera le informazioni e/o i documenti dal gestionale di riferimento. Successivamente, si provvederà ad inviare l'*e-mail* al cliente con il documento e/o l'informazione richiesta.

Infine, sulla stessa linea, *LiveTech*, azienda specializzata nell'automazione dei processi attraverso l'impiego dell'Intelligenza Artificiale, in collaborazione con Reale Mutua, ha ideato una soluzione basata sulla tecnologia DS4Biz di cui *LiveTech* è proprietaria, al fine di automatizzare e snellire il processo di elaborazione della modulistica e delle richieste in arrivo, rendendo più efficiente il sistema. Per spiegare la portata innovativa del progetto, basti considerare che la piattaforma sviluppata, basata su sistemi di *machine learning*, non si limita soltanto ad estrarre tutte le informazioni di interesse, me ne verifica anche la correttezza attraverso l'interrogazione

[425] Maggiori informazioni sul sito ufficiale *bnl.it/it/individui-e-Famiglie/Investimenti/Life-insurance/InvestiPolizza-BNL-Easy-Life.*

dei sistemi delle compagnie, garantendo in questo modo una rilevazione automatica e puntuale delle incongruenze, una comunicazione attiva con clienti, e permettendo, infine, una compilazione e un aggiornamento dei sistemi gestionali.

Quanto al processo di *Underwriting*, invece, l'obiettivo di Revo, *startup* impegnata nel settore e nell'automazione di processi, è di rendere ancora più rapido ed efficiente il processo di sottoscrizione, grazie alla tecnologia di *expert.ai*.

REVO ammette la possibilità di automatizzare l'analisi dei documenti per consentire agli assicuratori di ridurre in modo significativo il tempo necessario per presentare un'offerta, consentendo di migliorare la qualità del servizio offerto ai *broker* e clienti finali[426]. La soluzione, definita *Cognitive Underwriting*, viene integrata all'interno di *OverX*, specifica piattaforma. Alla ricezione di una *mail* da parte dell'intermediario, *Overx* invierà, tramite chiamata ad un servizio *RestFull*, tutte le informazioni contenute nella *mail*. Tali informazioni verranno poi restituite ad *OverX* che, tramite l'integrazione con risorse e basi dati esterne, creerà una proposta di polizza consultabile dall'intermediario tramite apposita aerea riservata all'interno del portale. A questo punto, l'intermediario potrà decidere se integrare quanto richiesto via *mail* oppure completare la quotazione in modo digitale, collegandosi ad *OverX*. Per questo progetto è stata utilizzata la tecnologia di *AI* per l'analisi del linguaggio naturale sviluppata da *expert.ai.* Grazie ai vantaggi legati all'accuratezza dell'analisi e della comprensione testuale che contraddistinguono questa tecnologia, REVO ha la possibilità di comprendere e analizzare documenti complessi, accelerare l'automazione intelligente del processo di *underwritng* e prendere decisioni più rapide e consapevoli, evitando attività manuali lunghe e onerose.

2. Un possibile prodotto innovativo e brevi considerazioni conclusive.

Nel presente paragrafo si cercherà di prospettare un prodotto innovativo, in grado di adattarsi alle nuove tecnologie esaminate nel presente lavoro, anche tenendo conto del loro attuale livello di sviluppo.

Invero, vi è da dire che quasi tutti i settori assicurativi potrebbero essere influenzati e adattabili rispetto all'utilizzo di *Blockchain* e *Smart Contract*.

---

[426] Sul punto interessante lo studio di M. MAINELLI e B. MANSON, *Chain Reaction: How Blockchain Technology might transform the wholesale insurance*, in *Long finance*, 2016, 1 ss.: "*Wholesale insurance contracts generally reference an ancillary file of paper or electronic real life documents which can be very large and which will be added to check this file at each stage of interaction, which may for example be several times thorough an iterative underwriting process and at subsequent points in the deal lifecycle, there can be a heavy processing overhead in simply reconciling against the file presented on the previous occasion. Use a Blockchain to store all ancillary contract documents and share between the broker and underwriters. This would ensure that every reference to contract documents is consistent and would remove the need for participants to check the same file on different occasion. The Blockchain would also be viewable by regulators, tax authorities and other participants which would simply reporting and checking processes*"

Si pensi, banalmente, al mondo delle polizze casa, e agli innumerevoli casi di sinistri che si verificano periodicamente nel contesto domestico.

Lo *smart contract* trova terreno fertile nel settore in questione, considerata anche la natura dei sinistri domestici. Vi è da considerare, a tal fine, come negli ultimi tempi si stia espandendo sempre più la diffusione di case intelligenti o *smart home*, che si servono della domotica per semplificare la gestione dell'ambiente domestico.

Tale rilievo è di primaria importanza: infatti si potrebbe facilmente affidare allo *smart contract* la fase di esecuzione del contratto di assicurazione. Il contratto intelligente, precisamente, verificato il sinistro attraverso i *devices* domestici, che fungeranno da oracoli, si attiverà e provvederà ad indennizzare l'assicurato in modo automatico ed efficace, riducendo notevolmente le tempistiche di gestione del sinistro.

In particolare, le tecnologie *smart* potrebbero essere utilizzate soprattutto per le assicurazioni istantanee, con soluzioni assicurative flessibili e personalizzabili in base alle proprie esigenze, potendo essere acquistate al bisogno e per uno specifico periodo di tempo con costi contenuti, essendo destinate a coprire un singolo evento.

De jure condendo, uno dei settori che potrebbe trovare nuovi sviluppi attraverso l'impiego di *smart contract* e Intelligenza artificiale, è, invero, proprio quello della circolazione sciistica, soprattutto in virtù della nuova normativa ex art. 30 del D. Lgs. 40/2021, che ha introdotto l'obbligo di assicurazione per la responsabilità civile[427].

In particolare, il sistema che potrebbe essere ideato risulta simile a quello sviluppato da Axa nel settore della circolazione aerea: una volta verificata la cancellazione o il ritardo del volo, lo *smart contract* si attiva e procede in modo automatico alla liquidazione dell'indennizzo.

La medesima vicenda potrebbe caratterizzare il caso *dello sciatore*.

Si potrebbe riflettere circa il ricorso a strumenti di Intelligenza artificiale, come GPS o *Smartwatch*, in grado di comunicare direttamente con lo *smart contract,* e garantire, così, la sua attivazione; in particolare, tali *devices* potrebbero comprendere il verificarsi di un sinistro (esempio, una caduta), registrarne in modo preciso ora e data e attivare i sistemi di emergenza. Il punto problematico di questa prospettazione, invero, sembrerebbe essere l'(*im)*possibilità di coinvolgere il soggetto terzo: per meglio dire, lo *smart contract* non può comprendere autonomamente se il sinistro abbia cagionato o meno danni a terzi e con quale gravità.

[427] Art 30 espressamente: 1. Lo sciatore che utilizza le piste da sci alpino deve possedere una assicurazione in corso di validità che copra la propria responsabilità civile per danni o infortuni causati a terzi. È fatto obbligo in capo al gestore delle aree sciabili attrezzate, con esclusione di quelle riservate allo sci di fondo, di mettere a disposizione degli utenti, all'atto dell'acquisto del titolo di transito, una polizza assicurativa per la responsabilità civile per danni provocati alle persone o alle cose.

A tal fine si potrebbero utilizzare quelle piattaforme *blockchain* che permettono la interoperabilità dei vari dati fra le assicurazioni, del tipo di *OpenInsurance,* già analizzata nell'introduzione del presente capitolo.

Nel caso in cui anche il terzo, infatti, avesse la possibilità di condividere su una piattaforma *blockchain*, attraverso i devices, che sono stati descritti nelle pagine precedenti , l'accadimento del sinistro, e avesse stipulato anch'esso uno *smart contract* collegato a tale *blockchain*, questo sarebbe in grado di attivarsi in modo autonomo.

Nella fase successiva, c.d. di *claims made*, tutti i referti riguardanti il terzo, soprattutto nel caso di lesioni di piccola entità, potrebbero essere inseriti all'interno della piattaforma da un oracolo fisico o manuale.

Nel caso di utilizzo di una *Blockchain* condivisa, inoltre, le assicurazioni coinvolte potrebbero visionare tutta la documentazione e raggiungere accordi transattivi.

In via sperimentale, si potrebbero utilizzare per le procedure di gestione del sinistro quelle tecnologie di intelligenza artificiale già impiegate, con risultati positivi, nel settore della *mobility*, come già ampiamente delineato nel par. §, 4 sez. II, cap. IV del presente lavoro, con l'impiego di strumenti in grado di rilevare l'immagine e la gravità della lesione riportata dal terzo.

CONCLUSIONI

Il percorso di analisi condotto in questa tesi ha posto l'attenzione su una delle sfide più significative che il diritto contemporaneo si trova ad affrontare: l'incontro tra innovazione tecnologica e principi consolidati dell'ordinamento giuridico, in particolar modo nell'ambito dei contratti.

La comparazione tra gli istituti tradizionali del contratto e le peculiarità giuridiche, strutturali e operative degli *smart contract* e *blockchain,* ha evidenziato una pluralità di problematiche, ma anche rilevanti opportunità.

Da un punto di vista tecnico – giuridico, gli *smart contract* si pongono in una posizione di rottura rispetto al contratto classico, almeno nella loro forma più automatizzata. La totale automazione della contrattazione algoritmica, la loro esecuzione deterministica e autoapplicativa, fondata su codici immutabili e irretrattabili, inseriti in registri distribuiti disintermediati e decentralizzati, sfida i concetti di volontà e autonomia contrattuale.

Gli *smart contract*, nei casi in cui possono essere accostati a contratti giuridicamente validi, pur rispettando formalmente i requisiti di un accordo vincolante, si collocano in una dimensione che richiede una rilettura della dogmatica contrattuale, soprattutto in termini di funzione, forma e rimedi.

L'analisi normativa, anche quella sovranazionale, ha dimostrato come gli ordinamenti giuridici si stiano progressivamente confrontando con questi nuovi strumenti tecnologici, pur in assenza di un quadro regolatorio comune. In particolare, la normativa italiana, sulla linea di quella europea, si è fondamentalmente limitata ad un approccio definitorio, cercando di inquadrare il fenomeno entro categorie giuridiche preesistenti, sollevando così questioni di compatibilità e di adattamento delle norme.

In questo scenario, particolarmente rilevante si è rivelato l'approfondimento dell'ambito *Insurtech,* dove l'applicazione degli *smart contract* appare non solo promettente, ma in alcuni casi già concretamente operativa. Le polizze assicurative sperimentate offrono esempi tangibili di come la tecnologia possa aumentare l'efficienza, la trasparenza, e la tempestività nell'erogazione delle prestazioni.

Tuttavia, l'uso di *smart contract* in ambito assicurativo pone anche importanti interrogativi sulla tutela del contraente debole, sull'equilibrio contrattuale e sulla gestione delle eccezioni impreviste – questioni centrali nel diritto delle assicurazioni, e non solo, relativamente alle quali, nel presente lavoro, si è carcato di dare soluzione in una prospettiva de *jure condendo* e di bilanciamento.

La tecnologia *blockchain*, d'altra parte, costituisce l'infrastruttura che rende possibile la fiducia in ambienti privi di autorità centrale, ma solleva a sua volta problemi di *governance,* identificazione delle responsabilità, diritto all'oblio e interoperabilità con le normative esistenti, come il *GDPR*. L'immutabilità del registro, pur essendo uno dei principali punti di forza della *blockchain*, si scontra con la necessità del diritto di prevedere meccanismi di rettifica, revisione e risoluzione.

Alla luce di quanto emerso, si può concludere che il diritto dei contratti è chiamato a un'evoluzione non solo interpretativa, ma anche strutturale.

Non si tratta solo di "adattare" le nuove tecnologie ai modelli giuridici esistenti, ma di riflettere su un possibile ripensamento degli istituti tradizionali, in una prospettiva in cui tecnologia e diritto non siano antagonisti, ma costruttori di nuove forme di relazione giuridica.

Il futuro degli *smart contract* non può prescindere da un dialogo continuo tra giuristi e tecnologi, tra norme e codice, tra principi giuridici e regole computazionali. Solo attraverso tale dialogo sarà possibile garantire che l'innovazione non pregiudichi le garanzie fondamentali, ma anzi le rafforzi, integrandole in un nuovo paradigma contrattuale capace di coniugare efficienza e giustizia, automazione e tutela.

In questo senso, il diritto non deve rinunciare alla propria funzione regolatrice, ma deve assumere un ruolo attivo di accompagnamento e orientamento dell'innovazione tecnologica, contribuendo alla definizione di un ecosistema giuridico – contrattuale dinamico, equo e sostenibile.

In conclusione, si ribadisce come, dal presente lavoro emerga con forza la necessità di un bilanciamento tra l'adattamento delle norme esistenti e le innovazioni apportate dai nuovi strumenti tecnologici, secondo il paradigma *Law is Code*. Questa impostazione impone una riflessione profonda sul ruolo delle norme giuridiche e sulla loro funzione sociale, poiché l'automazione che caratterizza queste tecnologie rischia di ridurre drasticamente lo spazio di mediazione, contestualizzazione e giustizia sostanziale. Il rischio è che, nell'inseguire l'efficienza e la certezza dell'automazione, si perda quell'elasticità interpretativa che è propria del diritto contrattuale, con conseguenze rilevanti per la tutela delle parti e per la capacità del sistema giuridico di rispondere a tali situazioni.

Il diritto dei contratti, allora, deve muoversi con cautela tra due poli: da un lato, l'esigenza di innovare strumenti e categorie, nel senso di un loro adattamento, ove possibile, per non frenare lo sviluppo di queste tecnologie; dall'altro, la necessità di preservare la funzione regolatrice e riequilibratice del diritto.

In questo equilibrio delicato il ruolo del giurista diventa centrale: non solo quale interprete del cambiamento, ma anche come progettista di nuove architetture normative che sappiano integrare e attualizzare il Codice civile.

BIBLIOGRAFIA

P. Abas, *Errore di previsione e sopravvenienza contrattuale: un'indagine comparatistica,* in *Riv. trim. dir. proc. civ.,* 2011, 787 ss.;

S. Aceto di Capriglia, *Contrattazione algoritmica. Problemi di profilazione e prospettive operazionali. L'esperienza "pilota" statunitense*, reperibile in *Federalismi.it*, 2 ottobre 2019, 1 ss.;

M. Allara, *La teoria generale del contratto*, Torino, 1955, 711 ss.;

G. Alpa, *Le stagioni del contratto*, Bologna, 2012, 1 ss.;

Id, (a cura di), *Diritto e intelligenza artificiale,* Pisa 2020;

Id, *Unità del negozio e principi di ermeneutica contrattuale*, in *Giur. it*., 1973, I, 1, 1513 ss.;

G. Alpa, M. Bessone, E. Roppo, *Rischio contrattuale e autonomia privata*, Napoli, 1982, 1 ss.;

G. Amadio, *La condizione di inadempimento*. *Contributo alla teoria del negozio condizionato*, Padova, 1996, 1 ss.;

G. Amadio, *Inattuazione e risoluzione: la fattispecie*, in *Trattato del contratto. Rimedi*, a cura di Roppo, II, Milano, 2006, 3 ss.;

C. Amato, *La computerizzazione del contratto (Smart, data oriented, computable e self driving contracts. Una panoramica)*, in *Europa e diritto privato*, 4, 2020, 1259 ss.;

M. Ambrosoli, *Il motivo tra i vizi del consenso e causa del contratto*, in *Contratti,* 1995, 362 ss.;

Id, *Le restituzioni nella risoluzione del contratto per inadempimento*, in *Riv. dir. priv.,* 2012, 39 ss.;

V. Andrioli, *Profili processuali della nuova disciplina della simulazione*, in *Studi in onore di Redenti*, Milano, 1951, 1 ss.;

G. Arnone, *Breve guida agli smart contracts: disciplina giuridica e limiti dei "contratti intelligenti"*, in *DirittoFuturo,* 2021, 1 ss.;

T. Ascarelli, *Ancora sulla validità della clausola "solve et repete" nei contratti*, in *Riv. dir. comm*., I, 1933, 424 ss.;

Id, *Clausola solve et repete nei contratti*, in *Foro it.,* 1929, I, 290 ss.;

C. Attanasio, *Inadempimento dello smart contract, sistema rimediale e tutela effettiva,* in *Riv. Dir. civ.,* 4, 2024, 719 ss*.;*

I. Avegno, *Regolamentazione delle criptoattività: lo scenario comunitario,* in *Amministrazione e finanza*, 1, 2024, 15 ss.;

D. Barbero, *Sistema istituzionale del diritto privato*, Torino, 1965, 422 ss.;

A. Barbiera, *Risoluzione per impossibilità sopravvenuta e causa concreta del contratto a confronto*, in *Contratti,* 2008, 786 ss.;

M. Barcellona, *Appunti a proposito di obbligo di rinegoziazione e gestione delle sopravvenienze*, in *Eur. dir. priv.*, 2003, 46 ss.;

L. Barchiesi, *L'errore di diritto nel contratto: storia e sistematica di una nozione nella riflessione dottrinale*, in *Riv. dir. civ.,* 2012, I, 167 ss.;

S. Barison – M. Gagliardi, *Dell'assicurazione sulla vita*, in *Il Codice civile. Commentario Schlesinger – Busnelli,* Milano, 2013, 1 ss.;

R. Barone, F. Pampurini, A. G. Quaranta, *Innovazione tecnologica e normativa. Degli intermediari assicurativi. L'insurance distribution Directive un anno dopo,* in *Rivista bancaria*, 3, 2020, 121 ss.;

F. Bassan - M. Rabitti, *Recenti evoluzioni dei contratti sulla blockchain. Dagli smart legal contracts ai 'contracts on chain'*, in *Rivista diritto bancario*, 2023, 601;

R. Battaglini, *Risoluzione dispute e piattaforme decentralizzate*, in *Teoria e Critica della Regolazione Sociale,* n. 2, 2021*,* Milano – Udine, 1 ss.;

R. Battaglini, M. T. Giordano, *Blockchain e smart contract. Funzionamento, profili giuridici e internazionali, applicazioni pratiche*, Milano, 2019;

R. Battaglini, *La normativa italiana sugli smart contract,* in Aa. Vv. *Blockchain e Smart Contract*, a cura di Giordano e Battaglini, Milano, 2019, 375 ss.;

R. Battaglini, P. Nicorelli, *Smart legal contract: dall'idea al codice*, Milano, 2021, 22;

E. Battelli, *Le nuove frontiere dell'automatizzazione contrattuale tra codici algoritmici e big data: gli smart contract in ambito assicurativo, bancario e finanziario*, in *Giustizia civile*, 4, 2020, 681 ss.;

E. Battelli - E. M. Incutti, *Gli* smart contracts *nel diritto bancario tra esigenze di tutela e innovativi profili di applicazione*, in *Contratto e Impresa,* 2019, 925 ss.;

Id, *Insurtech ed evoluzione dell'offerta di polizze sanitarie: tra innovazione tecnologica e nuovi servizi assicurativi in campo medico*, in *Contratto e Imresa*, 1, 2022, 52 ss.;

E. Battelli, S. Rigazio, *Smart contracts e tecnologie basate su registri distribuiti nella l. 12/2019,* in *Il diritto dell'informazione e dell'informatica*, 2, 2021, 369 ss.;

A. Battista, *Il mercato assicurativo italiano, fra regolamentazione e Fintech*, in *Rivista bancaria*, 4, 2019, 95 ss.;

A. Battista, M. Siri, *L'assicurazione digitale tra dinamiche di mercato e contesto regolatorio*, in *Rivista bancaria*, 3, 2020, 167 ss.;

A. Belfiore, *Il contratto in generale. La presupposizione*, in *Trattato di diritto Privato*, diretto da M. Bessone, Torino, 2003, 1 ss.;

G. Bellantuono, *I contratti dell'energia: produzione: mercato all'ingrosso; contratti di rete*, in *Trattato dei contratti*, diretto da V. Roppo, V, Milano, 2014, 1321 ss.;

G. Belli, *Proposta e accettazione: la formazione del contratto nel diritto europeo,* in *Studium iuris*, 2012, 820;

V. M. Bellini, *Blockchain: cos'è, come funziona e gli ambiti applicativi in Italia*, in *https://www.blockchain4innovation.it/esperti/blockchain-perche-e-cosi-importante/*;

G. Benedetti, *La formazione del contratto e l'inizio dell'esecuzione. Dal codice civile ai principi di diritto europeo dei contratti*, in *Europa e dir. privato*, I, 2005, 119 ss.;

A. M. Benedetti ed E. Pesce, *Mutuo fondiario, superamento del tetto di finanziabilità e nullità strutturale*, in *Giur. it*., 2020, 1528 ss.;

Id, *La autodifese contrattuali*, in *Comm. cod. civ*. *Commentario Schlesinger, Artt. 1460-1462*, Milano, 2011, 128;

Id, *Contratto, algoritmi e diritto civile transnazionale: cinque questioni giuridiche e due scenari*, in *Riv. dir. civ*., 3, 2021, 411 ss.;

Id, *Recesso del consumatore*, in *Enc. Dir., Annali*, IV, Milano, 2011, 956 ss.;

G. Benedetti, *La rescissione nell'orizzonte della fonte e del rapporto giuridico,* in *Riv. trim. dir. proc. civ*., 2007, 15;

A. Berenghi, *Determinabilità e determinazione unilaterale del contratto*, Napoli, 2006, 1 ss.;

A. Bergamino. *Blockchains and the law: much ado about nothing? The case of logistics and shipping industry*, in *Diritto del Commercio Internazionale*, 1, 2021, 134;

A. Bertolini, *Human-Robot Interaction and Deception, ODCC,* 2018, 645 ss.;

E. Betti, *Teoria generale delle Obbligazioni*, III, Milano, 1954, 76 ss.;

Id*, Teoria generale del negozio giuridico*, Napoli, 1994, 84 ss.;

Id, *Interpretazione della legge e degli atti giuridici*, Milano, 1949, 1 ss.;

G. Bevivino, *Smart contracts e "assestamenti" della disciplina generale del contratto*, in *Contratto e Impresa*, 2, 2024, 376 ss.;

C. M. Bianca, *Il contratto,* in *Trattato diritto civile*, III ed., Milano, 2019, 1 ss.;

L. Bigliazzi Geri, *Profili sistematici dell'autotutela privata*, vol. II, Milano, 1974, 1 ss.;

Id, *Eccezione di inadempimento*, in *Dig. Civ.,* VII, Torino, 1991, 331 ss.;

L. Bigliazzi Geri – V. Calderai, *L'interpretazione del contratto,* in *Comm. Schlesinger*, Milano, 2013, 1 ss.;

E. Bilotti, *La prestazione in luogo di adempimento*, in *Trattato delle obbligazioni Garofalo – Talamanca*, III, Padova, 2008, 19;

E. Bivona, *Smart contract e interferenze con la disciplina sui contratti: il sistema dei rimedi alla prova degli algortimi*, in *Persona e mercato,* 4, 2021, 781 ss;

Id, *Tutele preventive e tutele successive negli smart contracts* in *Pactum,* 3, 22, 475 ss.;

Id., *Smart Contracts, diritto nazionale e discipline eurounitarie*, in *Smart. Le persone e l'infosfera. Atti del Convegno 30 settembre – 2 ottobre 2021 a Catania*, a cura di U. Salanitro, Pisa, 2022, 319 ss.

C. Bomprezzi, *Blockchain e assicurazione: opportunità e nuove sfide*, in *Diritto, Mercato e Tecnologia*, 2017, 10 ss.:

A. Borselli, *Smart Contracts in Insurance: A Law and Futurology Perspective, in Insurtech: A Legal and Regulatory View*, a cura di Marano e Noussia, Cham, 2019, 101 ss.;

A. Boselli, *Rischio, alea ed alea normale del contratto*, in *RTDPC*, 1948, 769 ss.;

M. Bottari, *Regolamentazione e governance dell'intelligenza artificiale nelle smart cities: metodi e strumenti per un approccio utile e sicuro,* in *AziendItalia,* n. 3, 2024, 393 ss.;

F. Bravo, *Intelligenza artificiale, autonomia contrattuale e meccanismi di controllo*, in *Contratto e impresa*, 2024, 1070 ss.;

M. Brignardello, *Prospettive di utilizzo degli smart contract per la tutela dei diritti dei passeggeri in caso di cancellazione o ritardo del volo*, in *Riv. dir. nav*., 2, 2019, 443 ss.;

R. Brownsword, *Smart Transactional Technologies*, *Legal Disruption*, *and the Case of Network Contracts,* in Aa. Vv. *The Cambridge Handbook of Smart Contracts, Blockchain Technology and Digital Platforms*, a cura di Di Matteo, Cannarsa, Poncibò, I, 1, Cambridge, 2020, 313 ss.;

G. Bruno, *Statica e dinamica nel negozio simulato*, Napoli, 2016, 1 ss.;

L. Bugiolacchi, *Questioni in materia di contratto di assicurazione sulla vita,* in *Resp. civ. prev*., 2006, 1224 ss.;

N. Buonanno, *La responsabilità civile nell'era delle nuove tecnologie: l'influenza della blockchain*, in *Resp. civ. prev*., 2020, 1618 ss.;

F. D. Busnelli, voce *Clausola risolutiva,* in *Enc. dir*., vol. VII, Milano, 1960, 196 ss.;

L. Buttaro, *Assicurazione (contratto di)*, in *Enc, giur*., III, Milano, 1958, 455 ss.;

L. Cabral, *Economia industriale*, 2018, 1 ss.;

C. Cachin, E. Androulaki, A. D. Caro, M. Osborne, S. Schubert, A. Sorniotti, M. Vukolic, T. Weigold, *Blockchain, cryptography and consensus*, in *https://cachin.com/cc/talks/2016100-blockchain-techtuesday-web.pdf,* 2016;

C. Caccavale, *Giustizia del contratto e presupposizione*, Torino, 2005, 1 ss.;

O. Cagnasso, G. Cottino, M. Irrera, *L'assicurazione. L'impresa e il contratto,* in *Trattato dir. comm*., diretto da Cottino, Padova, 2001, 1 ss.;

A. Caloni*, Bitcoin: profili civilistici e tutela dell'investitore*, in *Riv. dir. civ.,* 159 ss.;

C. Camardi, *L'eredità digitale. Tra reale e virtuale*, in *Riv. Inform. e Inf*., 1, 2018, 65 ss.;

M. Cammarata e E. Maccarone*, La firma digitale sicura*, Milano, 2003, 1 ss.

M. F. Campagna, *Criptomonete e obbligazioni pecuniarie*, in Riv. dir. civile, 2019, 201 ss.;

A. Cannarsa, *Interpretation of Contracts and Smart contracts: Smart Interpretation or Interpretation of Smart Contracts?,* in *European Review of Private Law*, Vol. 26, 6, 2018, 777 ss.;

S. Capaccioli, *Blockchain*, in *Tecnologia e Diritto*, a cura di Ziccardi e Perri, II, Milano, 2019;

B. Cappiello, *Dallo "Smart Contract" computer code allo Smart (Legal) Contract. I nuovi strumenti (para) giuridici alla luce della normativa nazionale del diritto internazionale privato europeo: prospettive de jure condendo*, 2, 2020, 477 ss.;

C. Caravelli, *La clausola solve et repete nel diritto privato,* in *Foro. It*., 1930, I, 629 ss.;

D. Carboni, M. Simbula, *Blockchain e smart contract: le debolezze della nuova regolamentazione italiana*, in *Agenda Digitale*, 2019;

E. Carloni, *La riforma del Codice dell'amministrazione digitale*, *ibidem,* 5, 2011, 469 ss.

F. Carnelutti, *Preclusione dell'offerta di riduzione ad aequitatem del contratto rescindibile, in Giust. Civ*., 1979, I, 1091 ss.;

U. Carnevale, *Natura giuridica della donazione modale e inadempimento dell'onere*, in *Nuova giur. civ. comm*., 2006, I, 387 ss.;

U. Carnevali, (voce) *Modo*, in *Enc. dir.*, XXVI, Milano, 1976, 687 ss.;

B. Carotti, *L'amministrazione digitale: le sfide culturali e politiche del nuovo Codice, Commento a D.lgs. 26 agosto 2016, n. 179*, in *Giornale dir. amm*, 1, 2017, 7 ss.;

B. G. Carpino, *La rescissione del contratto*, in *Il Codice civile. Commentario*, diretto da Schlesinger, Milano, 2000, 1 ss.;

F. Carresi, *Il Contratto*, in *Trattato di Diritto civile e commerciale*, già diretto da A. Cicu e F. Messineo, continuato da L. Mengoni, vol XXI, t. 1, Milano, 1987, 2 ss.;

Id, *Dell'interpretazione del contratto,* in *Comm. Scialoja Branca,* Roma – Bologna, 1992, 1 ss.;

B. Carron, V. Botteron, *How smart can a contract be?,* in D. Kraus, T. Obrist, O. Hari (eds.), *Blockchains, Smart Contracts, Decentralised Autonomous Organisations and the Law*, Cheltenham, UK-Northampton, MA, USA, 2019, p. 101 ss.;

D. Carusi, *Appunti in tema di condizione*, in *Rass. Dir. civ*., 1996, 53 ss.;

P. G. Casali, *Il contratto di sviluppo di software alla luce della disciplina sull'appalto,* in *I Contratti*, 1, 2025, 62 ss.;

M. Casella, *Il contratto e l'interpretazione*, Milano, 1961, 1 ss.;

C. Castronovo, *La responsabilità del prestatore di servizi nella proposta di direttiva comunitaria*, in *Foro.it*., 1994, V, 273 ss.;

A. Cataudella, *Sul contenuto del contratto,* 1966, Milano, 1 ss.;

E. Caterini, *L'intelligenza artificiale sostenibile e il processo di socializzazione del diritto civile,* Napoli 2020;

M. Cavicchioli, *Alcuni dubbi sulla normativa italiana su blockchain e smart contract*, *in The Cryptonomist*, 2019;

P. Cendon, *Della condizione del contratto*, in *Commentario al Codice civile*, vol II, Agg. 2, artt. 1173-2059, diretto da P. Cendon, Torino, 2002, 486 ss.;

F. Ceppi, *Il dolo nei contratti*, Padova, 2001, 1 ss.;

S. A. Cerrato, *Appunti su Smart contract e diritto dei contratti*, in *Banca Borsa e Titoli di Credito*, 3, 2020, 370 ss.;

S. P. Cerri, *Conservazione e adeguamento del contratto*, Napoli, 2020;

R. Cerrone, Innovation and digital transformation of insurance industry: new perspectives and business impications, in Rivista bancaria, 3, 2020, 35 ss.;

S. Cherti, *Le obbligazioni alternative*, in *Trattato delle obbligazioni Garofalo – Talamanca*, V, Padova, 2010, 633 ss.;

Id, *L'obbligazione alternativa e l'obbligazione con facoltà alternativa*, in *Studium Iuris*, 2010, 503 ss.;

A. Chianale, *La nullità del mutuo fondiario per superamento del limite di finanziabilità*, in *Banca borsa tit. cred*., 2019, 583 ss.;

S. Chibbaro, *Blockchain e smart contract, i notai: "Ecco i rischi della normativa"*, in *Agenda Digitale*, 2019;

M. Chierici, *La blockchain: una lettura giuridica per uno sguardo verso il futuro*, in *Ciberspazio e Diritto*, 3, 2018;

G. Chiap, J. Ranalli, R. Bianchi, *Blockchain. Tecnologia e applicazioni per il business*, Milano, 2019;

M. Cian, *La criptovaluta - alle radici dell'idea giuridica di denaro attraverso la tecnologia: spunti preliminari, Banca, borsa, tit. cred.*, 2019, 315 ss.;

G. Cian, *L'offerta al pubblico e l'art. 3 del d. lgs. 31 maggio 1998, n. 114 in materia di vendite al dettaglio*, in *Riv. dir. civ*., 2001, I, 313 ss.;

Id, *Forma solenne e interpretazione del negozio*, Napoli, 2013, 1 ss.;

C. Cicero, *La violenza nel negozio giuridico*, Padova, 2000, 1 ss.;

M. Cinque, *La successione nel patrimonio digitale: prime considerazioni*, *ibidem*., 2012, 10, 645;

C.D. Clack, V.A. Bakshi, L. Braine, *Smart Contract Templates: foundations, design landscape and research directions*, 4, 2016, 2 ss.;

R. Clarizia, *Informatica e contratto: la identificazione dei contraenti*, in *Dialoghi con Guido Alpa,* Roma, 2018, 93 ss.;

G. Cogliano, *Blockchain: un'innovazione tecnologica da studiare, scoprire e inventare,* in *Rivista bancaria,* 12, 2017, 54 ss.;

M. Cognolato, *La caparra confirmatoria e la rinuncia all'effetto risolutorio secondi le Sezioni Unite*, in *Obbl. e Contr*., 2010, 107 ss.;

V. Confortini, *L'eredità digitale (appunti per uno studio),* in *Riv. dir. civ*., 2021, 6, 1187;

G. A. Contaldo (a cura di), *Intelligenza artificiale,* Pisa 2020;

A. Contaldo, F. Campara, *Blockchain, criptovalute, smart contract, industria 4.0. Registri digitali, accordi giuridici e nuove tecnologie, op. cit.,* 144 ss.;

P. Corrias, *Il contratto di assicurazione. Profili funzionali e strutturali*, Napoli, 2016, 133 ss.;

Id, *Contratto di capitalizzazione e attività assicurativa*, Milano, 2011, 1 ss.;

M. Costanza, *La diffida ad adempiere*, in A. Luminoso-U. Carnevali-M. Costanza, *Della risoluzione per inadempimento*, in *Commentario cod. civ.,* a cura di A. Scialoja e G. Branca, Bologna-Roma, 1990, 431 ss.;

J. Costola, *Diffida ad adempiere*, in *Studium iuris*, 2005, 5, 652 ss.;

G. Cozzolino, voce *Codice dell'Amministrazione Digitale*, in *Digesto delle Discipline Pubblicistiche*, (I agg.), 2012, 1 ss.;

S. Crawford, D. Piesse, *Blockchain technology as a platform for digitalization – Implications for the insurance industry,* in *Ernst & Young Report*, 2016, 1 ss.;

S. Crisci, *Intelligenza artificiale ed etica dell'algoritmo*, in *Foro Amm.*, 10, 2018, 1787 ss.;

G. Criscuoli, *Errore di diritto e riconoscibilità*, in *Riv. dir. civ*., 1986, 383 ss.;

P. Cuccuru, *Blockchain ed automazione contrattuale. Riflessioni sugli smart contract,* in *Nuova giurisprudenza civile commentata,* 1, 2017, 107 ss.;

T. Cuttis, *Smart Contracts and Consumers*, in *LSE Law, Society and Economy Working Papers,* 1, 2019, 1 ss.;

A. D'Adda, *Smart contract e diritto generale dei contratti*, in *Osservatorio del diritto civile e commerciale, Fascicolo speciale*, 2022, 105 ss.;

S. D'Adda, *Nullità parziale del contratto e tecniche di adattamento del contratto*, Padova, 2008, 1 ss.;

L. D'Agostino, R. Piselli, *La definizione di tecnologia a registro distribuito e di smart contract nella legge di conversione del "decreto semplificazioni*". *Un primo commento critico*, in Aa. Vv. *Blockchain e autonomia privata. Fondamenti giuridici*, a cura di Nuzzo, Roma, 2019, 18 ss.;

A. Dalmartello, *Lesione, riduzione del contratto all'equità e svalutazione monetaria,* in *Temi,* 1948, 37 ss.;

D. D'Ambrosio, *Contratto telematico: Conclusione del contratto a mezzo internet e valore del documento informatico*, in *Giurisprudenza di merito*: *rivista bimestrale di giurisprudenza dei giudici di merito*, 11, 2006, 7 ss.,

G. D'Amico, *Violenza generale (diritto privato),* in *Enc. Dir*., XLVI, Milano, 1993 ss.;

Id, *La formazione del contratto*, in *Enc. dir., Annali*, II, 2, Milano, 2008, 567 ss.;

S. Davies, *Bitcoin: Possible bane of the diamond thief,* reperibile in *http://www.ft.com/cms/s/0/ f2b0b2ee-9012-11e4-a0e5-00144feabdc0.html#axzz4DAQsiRry,* 2015;

R. De Caria, *Definitions of Smart Contracts Between Law and Code*, in Aa. Vv. *The Cambridge Handbook of Smart Contracts, Blockchain Technology and Digital Platforms*, a cura di Di Matteo, Cannarsa, Poncibò, I, 1, Cambridge, 2020, p. 22;

F. Delfini, *Blockchain, Smart contracts e innovazione tecnologica: l'informatica e il diritto dei contratti,* in *Rivista di Diritto privato*, 2, 2019, 167 ss.

Id, *Autonomia privata e rischio contrattuale,* Milano, 1999, 1 ss.;

Id, *Dell'impossibilità sopravvenuta*, in *Il Codice civile. Commentario* diretto da Schlesinger, continuato da Busnelli, Milano, 2003;

Id, *Contratto telematico e commercio elettronico*, Milano, 2002, 1 ss.;

M. Dellacasa, *Il recesso arbitrario tra principi e rimedi,* in *Riv. dir. priv*., 2012, 13 ss.;

M. Della Chiesa, *Violenza relativa e stati emotivi interni del contraente*, in *Contratti,* 2008, 1115 ss.;

S. Delle Monache, *Successione mortis causa e patrimonio digitale*, in *Nuova giur. civ. comm.*, 2020, 2, 460 ss.;

E. Del Prato, *Sulle clausole di rinegoziazione del contratto*, in *Riv. dir. civ.,* 2016, 3, 801 ss.;

D. De Filippi e A. Wright, *Blockchain and the law - The rule of code, The Expansion of Algorithmic Governance: From Code is Law to Law is Code. Field Actions Science Reports: The Journal of Field Actions. Special issue 17: Artificial Intelligence and Robotics in the City. Open Edition Journals*, reperibile in *https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3117630*;

F. De Francesco, *La successione mortis causa nei rapporti contrattuali*: *spunti interpretativi sull'art. 2-terdecies codice privacy e sull'eredità "digitale"*, in *Contr. e Impr*., 2022, 2, 64;

E. Del Prato, *Fonti legali e usi*, *Riv. dir. civ.*, 2002, II, 516 ss.;

G. De Nova (a cura di), *Recesso e risoluzione nei contratti*, Milano, 1994, 1 ss.;

M. De Poli, A*simmetrie informative e rapporti contrattuali,* Padova, 2002, 1 ss.;

Id, *La rescissione del contratto*, Napoli, 2011, 1 ss.;

V. De Stasio, *Verso un concetto europeo di moneta legale: valute virtuali, monete complementari e regole di inadempimento,* in *Banca, borsa, tit. cred.,* 2018, 747 ss.;

L. Devoto, *L'obbligazione ad esecuzione continuata,* 1943;

F. Di Ciommo, *Blockchain, Smart contract, Intelligenza Artificiale (ai) e Trading algoritmico: ovvero, del regno del non diritto*, in *Rivista degli Infortuni e delle malattie professionali,* 8 ss.;

Id., *Smart contract e (non) diritto. Il caso dei mercati finanziari*, in *Nuovo diritto civile*, 1, 2019, 257 ss.;

G. D'Ippolito ed E. **M. Incutti,** *I processi decisionali interamente automatizzato nel settore assicurativo, in Rivista diritto bancario,* 3, 2019, 735 ss.;

G. Di Francesco, S. Ranucci Brandimarte, *Insurtech or out. L'industria assicurativa italiana sulla strada della digitalizzazione,* Milano, 2023, 1 ss.;

G. Di Giandomenico, *L'alea normale del contratto*, in *I contratti aleatori*, a cura di G. Di Giandomenico e D. Riccio, Torino, 2005, 419 ss.;

F. Di Giovanni, *Intelligenza artificiale e diritto - attività contrattuale e intelligenza artificiale*, in *Giur. it*., 7, 2019, 1657 ss.;

L. Di Lorenzo*, L'eredità digitale*, in *Notariato*, 2, 2021, 138 ss.;

A. Di Majo, *voce Termine, (dir. priv.),* in *Enc. dir*., XLIV, Milano, 1971, 1 ss.;

D. Di Sabato, *Gli* smart contracts*: robot che gestiscono il rischio contrattuale*, in *Contratto e impr*., 2017, 378 ss.;

Id, *Tecnologia algoritmica e attività negoziale smart*, in *Contratto e Impresa*, 2, 2024, 360 ss.;

Discussion paper on blockchain and smart contracts in insurance, reperibile in https://www.eiopa.europa.eu;

N. Distaso, voce *Somma di danaro (debito di*), in *Nov. D.,* XVII, Torino 1970, 869;

Id, *La simulazione dei negozi giuridici*, Torino, 1960, 1 ss.;

A. Dolmetta, *Linee evolutive di uno* ius variandi, Milano, 2012, 1 ss.;

A. Donati, *Trattato di diritto delle assicurazioni private*, Milano, 1999, 101 ss.;

A. Donati - G. Volpe Putzoulu, *Manuale di diritto delle Assicurazioni*, Milano, 1990, 1 ss.;

P. Duvia, *Il principio di conformità nella conclusione del contratto,* Milano, 2012, 1 ss.,

A. Egberts, *The Oracle Problem - An Analysis of how Blockchain Oracles Undermine the Advantages of Decentralized Ledger Systems*, reperibile in *https://ssrn.com/abstract=3382343*, 2017;

A. Favarò, *L'art. 1359 c.c. e la cosiddetta finzione di avveramento della condizione*, in *Foro pad.,* 1980, 154 ss.;

F. Faini, *Blockchain e diritto: la catena del valore tra documenti informatici, smart contract e data protection,* in *Resp. civ e prev.,* 1*,* 2020, 297 ss.;

A. Falzea, *Condizione (dir. civ.),* in *Enc. Giur*., VII, Roma, 1988, 1 ss.;

G. Fanelli, *Le assicurazioni*, I, in *Tratt. di dir. civ*. *e comm.* diretto da A. Cicu e F. Messineo, Milano, 1973, 137 ss.;

Id, *Prestazione di rendita ed assicurazione di rendita: note preliminari per la disciplina della previdenza integrativa*, in *Ass*., 1987, 201;

D. Fauceglia*, Il problema dell'integrazione dello smart contract,* in *Contratti,* 5, 2020, 591 ss.;

Id, *I contratti di utenza di energia elettrica e i poteri dell'Autorità indipendente del settore energetico: un esempio di integrazione del contratto*, in *Riv. dir. impresa*, 2019, 1, 87 ss.;

R. Favale, *La conclusione del contratto: proposta e accettazione*, in *Rass. dir. civ*., 2011, 937 ss.,

I. Federici, *Dolo incidente e regole di correttezza*, Napoli, 2010, 1 ss.;

A. Federico, *Equilibrio e contrattazione algoritmica*, in *Rassegna diritto civile*, 2021, 509;

Id, *Profili dell'integrazione del contratto*, Milano, 2008, 1 ss.;

F. Ferrara, *Della simulazione nei negozi giuridici*, Roma, 1922, 1 ss.;

V. Ferrari, *I Contratti di assicurazione contro i danni e sulla vita*, Napoli, 2001, 1 ss.;

C. Ferrari, *Ipotesi di qualificazione per il "recesso" del consumatore,* in *Riv. dir. civ*., 2010, II, 1 ss.;

G.B. Ferri, *Il c.d. recupero del negozio invalido*, in *Riv. dir. comm. e dir. gen. obbl*., 1986, 1 ss.;

Id, *La nozione di contratto*, in E. Gabrielli, (a cura di*), I contratti in generale*, in *Trattato dei Contratti*, diretto da P. Rescigno ed E. Gabrielli, Torino, II ed., 2006, 10 ss.;

G. Fiengo, *Clausola penale per il ritardo e usura*, in *Giur. merito*, 2012, 2041 ss.;

A. Figone, *La violenza – Artt. 1434 – 1438 cod. civ*., in *Il Codice civile. Commentario Schlesinger – Busnelli,* Milano, 2005, 1 ss.;

M. Fink, *Blockchains and Data Protection in the European Union*, in *European Data Protection Law Review*, 2018, 17 ss.;

G. Finocchiaro, *Il contratto nell'era dell'intelligenza artificiale*, in *Riv. trim. dir. e proc. civ*., 2018, 456 ss.;

Id, *Intelligenza artificiale e responsabilità,* in *Contratto e impresa*., 2020, 713 ss.;

Id, *La firma digitale*, Bologna, 2000;

Id, *Intelligenza artificiale e responsabilità, CeI,* 2020,713 ss.;

G. Finocchiaro e C. Bomprezzi, *A legal analysis of the use of blockchain technology for the formation of smart legal contracts*, *in Diritto mercato tecnologia*, 2020, 6;

F. Fontanarosa, *Copyright e intelligenza artificiale nel diritto dell'unione europea, ODCC,* 2020, 129 ss.;

M. Franzoni, *Il recupero dell'efficacia del contratto invalido*, in *Diritto privato*, 2000, 113 ss.;

Id, *Degli effetti del contratto*, II*, Integrazione del contratto. Suoi effetti reali e obbligatori*, in *Il Codice civile. Commentario Schlesinger – Busnelli*, Milano, 2013, 1 ss.;

Id, *Degli effetti del contratto, I, Efficacia del contratto e recesso unilaterale*, in *Il Codice civile. Commentario Schlesinger*, Milano, 1998, 1 ss.

A. Fraternale, *I contratti a distanza*, Milano, 2009, 1 ss.;

N. F. Frattari, *Robotica e responsabilità da algoritmo. Il processo di produzione dell'intelligenza artificiale, CeI,* 2020, 458 ss.;

G. Frezza, *Blockchain, autenticazione e arte contemporanea*, in *Dir. fam. pers.,* 2020, 489 ss.;

G. Furgiuele, *Della simulazione di effetti negoziali*, Padova, 1992, 1 ss.;

G. Fusco, *L'adempimento come condizione del contratto,* in *Vita not.,* 1983, 304 ss.;

Id, *Ancora in tema di adempimento come condizione,* in *Vita not.,* 1984, 291 ss.;

G. Gabrielli, F. Padovini, (voce) *Recesso (dir. priv.)*, in *Enc. dir*., vol. XXXIX, Milano, 1988, 27 ss.;

E. Gabrielli, voce *Offerta di riduzione ad equità del contratto*, *in Digesto IV, sez. civ. Aggiornamento*, Torino, 2003, 972;

Id, *I contratti di durata, il diritto italiano e il nuovo codice civile argentino,* in *Giust. civ*., 2018, 2, 267;

Id, *Il contratto e i rimedi: la sospensione dell'esecuzione,* in *Jus civile,* 2014, 18 ss.;

M. C. Gaeta e D. S. D'Aloia, *InsurTech in Italy: opportunities, risks and applicable regulation*, in *European Journal of Privacy Law & Technologies*, 2021, II, 9 ss.;

P. Gaggero, *La modificazione unilaterale nei contratti bancari*, Padova, 1999, 1 ss.;

F. Galgano*, Il Contratto*, Padova, 2020, 1 ss.;

Id, *Il negozio giuridico*, in *Tratt. dir. priv.* diretto da A. Cicu e F. Messineo, III, 1, Milano, 1998, 59 ss.;

P. Gallo, *Intelligenza artificiale e protezione dei dati personali*, in *Digesto sez. civ. on line*, 2024, 1 ss.;

Id, *Revisione e rinegoziazione del contratto*, in *Dig. disc. priv.,* Agg. VI, Torino, 2011, 804 ss.;

C. Galli, *I diritti IP nel mercato globale e nella nuova economia digitale: le ragioni di un convegno*, in *Dir. ind.*, 2, 2015, 105 ss.;

M. Galli, L. Garotti, *Blockchain e smart contract: le novità previste dal Decreto semplificazioni*, in *Quotidiano Giuridico Pluris*, 2019;

M. Gambini, *Intelligenza artificiale e diritto – Algoritmi e sicurezza*, in *Giur. it*., 7, 2019, 1657 ss.;

A. Gambino, voce *Assicurazione (contratto di assicurazione: profili generali),* in *Enc, giur*., III, Roma, 1988;

Id., voce *Firma digitale (dir. civ.*), in *Enc. giur. Treccani*, 1999;

A. M. Gambino, C. Bomprezzi, *Blockchain e protezione dei dati personali*, in *Diritto dell'Informazione e dell'Informatica*, 3, 2019;

R. Garavaglia, *Tutto su Blockchain. Capire la tecnologia e le nuove opportunità*, Milano, 2018;

L. Gardani Contursi Lisi, *Presenza del motivo e volontà di donare nella donazione: brevi riflessioni*, in *Giur. it*, 2005, 1 ss.;

A. Gaschi e V. Portale, *La definizione di Blockchain e distribuited ledger, in Blockchain e Smart contract. Funzionamento, profili giuridici e internazionali*, *applicazioni pratiche,* a cura di R. Battaglini e M. T. Giordano, Milano, 2019, 19 ss.

N. Gasperoni, *Contratto di Assicurazione (in generale),* in *Novissimo Dig. It*., IV, III ed., Torino, 1959, 564 ss.;

V. Gatteschi, F. Lamberti, C. Demartini, C. Pranteda, V. Santamaria, *Blockchain and Smart contract for Insurance: is Technology Mature Enough?,* in *Future Internet*, 2018, reperibile in *www.mdpi.com/journal/futureinternet*;

F. Gazzoni, *Equità e autonomia privata*, Milano, 1970, 229 ss.;

P. Gelato, (voce) *Modo,* in *Dig. discipl. priv., sez. civ.*, XI, Torino, 1994, 393 ss.;

A. Genovese, *Usi negoziali e interpretativi (dir. privato).,* in *Enc. giur.,* XXXII, Roma, 1994, 6;

A. Gentili, *Crisi delle categorie e crisi degli interpreti*, in *Riv. dir. civ*., 633 ss.;

Id, *Regole per l'Intelligenza artificiale*, in *Contratto e Impresa*, 4, 2023, 1043 ss.;

Id, *Documento informatico e tutela dell'affidamento*, in *Riv. dir. civ*., 1998, 163 ss.;

Id, *La forma*, in *Lezioni sul contratto*, Torino, 2009, 72 ss., D. Negroni, *I contratti conclusi via internet,* in *www.ud.camcom.it,* 5;

Id, *Il contratto simulato - Teorie della simulazione e analisi del linguaggio*, Napoli, 1982. 1 ss.;

F. Ghodoosi, *Contracting in the Age of Smart Contract*, in *Washington Law Review*, 1, 96, 2021, 1 ss.;

M. Giaccaglia, *Considerazioni su blockchain e smart contracts (oltre le criptovalute),* in *Contratto e Impresa*, 3, 2019, 945 ss.;

Id, *Il contratto del futuro? Brevi riflessioni sullo smart contract e sulla perdurante vitalità delle categorie giuridiche attuali e delle norme vigenti del Codice civile italiano*, in *Tecnologie e diritto*, 1, 2021, 113 ss.;

Id*, Gli smart contracts. Vecchi e nuovi(?) paradigmi contrattuali nella prospettiva della protezione dei consumatori,* in *Diritto mercato tecnologia*, 2020, 11 ss.:

E. Giacobbe, *Il termine,* in *Diritto civile*, diretto da Lipari e Rescigno, III, 2, *Il contratto in generale*, Milano, 2009, 501 ss.;

G. Giamo, *Conversione del contratto nullo*, in *Il codice civile. Commentario Schlesinger – Busnelli*, Milano, 2013;

R. Giampetralia, *Il diritto di recesso nel codice del consumo*, in *Riv. not.,* 2007, 79 ss.;

M. T. Giordano*, Il problema degli oracoli, in Blockchain e smart contract: funzionamento, profili giuridici e internazionali, applicazioni pratiche,* Milano, 2019, 255 ss.;

M. Giorgianni, *Il "modus" testamentario*, in *Riv. dir. e proc. civ.,* 2, 1957, 921 ss.;

F. M. Giuliani, *Elusione fiscale, frode alla legge e causa concreta del contratto*, in *Contratto e Impresa*, 2007, 2, 455;

A. Giuliani, *Il concetto di termine nel diritto privato*, in *Contratto e Impresa*, 2000, 1492 ss.;

M. Giuliano*, La Blockchain e gli smart contracts nell'innovazione del diritto nel terzo millennio*, in *Dir. Inf. e Inform.,* 989 ss.;

Id, *Regolare l'infosfera*, in *Contr. e Impr*., 3, 2021, 885 ss.,

Id, *Blockchain, i rischi del tentativo italiano di regolamentazione*, consultabile sul sito *https://www.agendadigitale.eu.*

Id*, L'adempimento delle obbligazioni pecuniarie nell'era digitale,* Torino, 2019, 151;

Id, *Blockchain, i rischi del tentativo italiano di regolamentazione*, in *Agenda Digitale*, 2019;

A. Gnani, *Il contratto divisibile. Frazionabilità del sinallagma e risoluzione del contratto*, Napoli, 2012, 1 ss.;

C. Grassetti, *L'interpretazione del negozio giuridico con particolare riguardo ai contratti,* Padova, 1938, 1 ss.;

Id., *Interpretazione dei negozi giuridici inter vivos (diritto civile)*, in *Noviss. Digesto it*., VIII, Torino, 1962, 903 ss.;

G. Grisi, *L'obbligo precontrattuale di informazione*, Napoli, 1990, 251 ss.;

M. Iecher, *I vizi del consenso nel contratto cibernetico*, in *https://www.jet.it/approfondimenti-giuridici;*

E. M. Incutti, *Gli smart contracts nel diritto bancario tra esigenze di tutela e innovativi profili di applicazione*, in *Contratto e Impresa*, 2019, 930 ss.;

C. Iorio, *Blockchain e diritto dei contratti: criticità e prospettive*, in *Actualidad Jurídica Iberoamericana*, 2022, 654 ss.;

R. Iovine, *Blockchain e proprietà intellettuale: Opportunità e questioni giuridiche aperte*, in *Dir. merc. Tecn.*, 2020, 1 ss.;

N. Irti, *Destini dell'oggettività. Studio sul negozio giuridico*, Milano, 2011, 1 ss.;

A.U. Jannsen, F.P. Patti, *Demistificare gli* smart contracts, in ODCC, 2020, 35;

M. Kasatkina, *The interpretation of smart contracts in the Eu and the Usa*, in *International comparative Jurisprudence*, vol 7, 2, 2021, 1 ss.;

E. Kenneally, *Ransomware: A Darwinian Opportunity for Cyber Insurance*, in *Connecticut Insurance Law Journal*, Vol. 28, No. 1, 2021;

A. J. Kolber, *Not-So-Smart Blockchain Contracts and Artificial Responsibility*, in *Stanford Technology Law Review*, 21, 2018, 198;

E. Labella, *Gli smart contract: riflessioni sulle prestazioni "autoesecutive" nel sistema di blockchain,* in *Media Laws,* 3, 2020, 1 ss.;

F. Lamberti, *Blockchain and not blockchain, that is the question of the insurance and other sectors*, 2017, 32 ss.;

S. Landini e A. C. Nazzaro, *Blockchain e assicurazioni*, in *Dei singoli contratti, leggi collegate, codice civile commentato*, a cura di Valentino, diretto da E. Gabrielli, Torino, 2020, p. 361 ss.;

S. Landini, *Delle assicurazioni, artt. 1882-1917*, in *Comm. cod. civ.,* diretto da E. Gabrielli, Torino, 2011, 43, 44;

R. Lanzillo – A. Riccio, *Rescissione del contratto*, in *Commentario del Codice civile Scialoja Branca,* a cura di Galgano, Bologna – Roma, 2005, 1 ss.;

G. La Rocca, *Appunti sulla tutela dell'obbligo di concludere un contratto,* in *Dir. e Giur*., 1984, 299;

M. La Torre, *Su;lla clausola solve et repete nei contratti e inspecie nelle locazioni*, in *Riv. Dir. comm*., 1932, II, 494 ss.;

C. Leanza, *Intelligenza artificiale e diritto: ipotesi di responsabilità civile nel terzo millennio*, in *Resp. civ. prev*., 2021, 3, 1011 ss.;

E. Leccese, *Sulla scusabilità dell'errore tra Codice civile e principi sovranazionali del diritto dei contratti*, in *Obbl. e Contr*., 2008, 50 ss.;

Id, *La clausola solve et repete*, Milano, 1998, 1 ss.;

M. Lembo, *Il Regolamento UE 2023/1114 (MiCA) sul mercato delle criptovalute*, in *i Contratti,* 1, 2025, 70 ss.;

G. Lemme, *Blockchain, Smart Contracts e Privacy, o del nuovo manifestarsi della volontà contrattuale*, in *Privacy digitale*, Milano, 2019, 293 ss.;

R. Lenzi, *In tema di adempimento come condizione: ammissibilità, qualificazione e disciplina*, in *Riv. not.*, 1986, 87 ss.;

Id, *Condizione, autonomia privata e funzione di autotutela*, Milano, 1996;

L. Lessig, *Code and Other Laws cyberspace, New York, Basic Books*, 1999; Id., *Code. Version 2.0*, 2006, in *https://codev2.cc/download+remix/Lessig-Codev.pdf*;

P. Liberanome, *Criptoarte e nuove sfide alla tutela dei diritti autoriali*, in *Contratti*, 1, 2022, 93;

C. Licini, *Il notaio dell'era digitale: riflessioni gius-economiche,* in *Notariato,* 2, 2018, 142 ss.;

G. Lipari, *Per una revisione della disciplina sull'interpretazione e sull'integrazione del contratto*?, in *Riv. dic. civ*., 2006, I, 215 ss.;

J.M. Lipshaw, *The Persistence of Dumb Contracts,* in *Stanford Journal of Blockchain Law and Policy*, 2, 2019, reperibile su *https://stanford-jblp.pubpub.org/pub/persistence-dumb-contract;*

A. Longo, G. Scorza, *L'intelligenza artificiale. L'impatto sulle nostre vite, diritti e libertà,* Milano 2020;

F. Longobucco, *Smart contracts e contratto giusto: dalla soggettività giuridica delle macchine all'oggettivazione del fatto – contratto. Il ruolo dell'interprete,* in *federalismi.it,* 18 gennaio 2021, 1 ss.;

A. Luberti, C. Tabarrini, *InsurTech. Una ricognizione empirica e giuridica*, in *Consumers' Forum, Consumerism* 2018. *Il cittadino nell'era dell'algoritmo*, 2018, 93 ss.;

P. Lucantoni, *L'inadempimento di non scarsa importanza nell'esecuzione del contratto c.d. quadro tra teoria generale della risoluzione e statuto normativo dei servizi di investimento*, in *Banca borsa e tit. cred*., 2010, II, 783 ss.;

F. Lucarelli, *Lesione d'interesse e annullamento del con*tratto, Napoli, 2009, 1 ss.;

A. Lucca, *La riconoscibilità dell'errore e il principio dell'affidamento,* in *Nuova giur. civ. comm*., 1990, II, 353 ss.;

E. Lucchini Guastalla, *Caparra confirmatoria, recesso e risoluzione del contratto*, in *Riv dir. civ*., 2009, II, 327;

A. Luminoso, *Risoluzione per inadempimento e risarcibilità del danno per le spese fatte per il contratto,* in *Riv. giur. sarda*, 2011, 113 ss.,

F. Macario, *Adeguamento e rinegoziazione nei contratti a lungo termine*, Napoli, 2006, 1 ss.;

Id., *Rischio contrattuale e rapporti di durata,* in *Riv. dir. civ*., 2002, 69;

Id, *Per un diritto dei contratti più solidale in epoca di 'coronavirus'*, in *giustiziacivile.com,* 17 marzo 2020;

I. Macrì, *CAD: alcuni profili di miglioramento*, in *Azienditalia,* 7, 2021, 1240 ss.;

D. Maffeis, *Offerta al pubblico e divieto di discriminazione*, Milano, 2007,1 ss.

M. Mainelli e B. Manson, *Chain Reaction: How Blockchain Technology might transform the wholesale insurance*, in *Long finance*, 2016, 1 ss.;

S. Maiorca, *Condizione*, in *Dig. disc. Priv., sez. civ*., III, Torino, 1988, 273 ss.;

Id, *voce Condizione,* in *Digesto disc. priv., Sez. civ.,* IV*,* Torino, 1988, 300 ss.;

M. Manente, *Studio 1_2019 DI – Legge 12/2019 – Smart contract e tecnologie basate su registri distribuiti – Prime note*, in *https://notariato.it/wp content/uploads/S-1-2019-DI.pdf*.;

M. Manente, *Blockchain: la pretesa di sostituire il notaio,* in *Notariato,* 3, 2016, 211 ss.;

P. Manes, *Credit scoring assicurativo, Machine learning e profilo di rischio: nuove prospettive*, in *Contratto e impresa*, 2, 2021, 469 ss.;

A. Maniaci, A. d'Arminio Monforte*, La prima decisione italiana in tema di "eredità digitale": quale tutela post mortem dei dati personali?,* in *Corr. giur*., 5, 2021, 658;

A. Mannetta – G. Schettino, *Negozio in frode alla legge e poteri d'indagine del giudice*, in *Giust. civ*., 2007, I, 471 ss.;

G. Marasco, *La rinegoziazione del contratto. Strumenti legali e convenzionali a tutela dell'equilibrio negoziale*, Padova, 2006;

G. Marchetti, *Lineamenti evolutivi della potestatività condizionale: dal contratto allo smart contract,* in *Riv. dir. civ.,* 2022, 96 ss.;

A. Marini, *Il modus come elemento accidentale del negozio gratuito*, Napoli, 1976, 1 ss.;

P. Massimo, *Termine essenziale e inadempimento tardivo*, 2004, Milano 1 ss.;

R. Mattera, *Successione - «la successione nell'account digitale. il caso tedesco»*, in *Nuova giur. civ. comm.*, 2019, 4, 691;

M. Maugeri, *Smart Contracts e disciplina dei contratti*, Bologna, 2021, 1 ss.;

Id, *Smart Contracts, Consumer Protection, and Competing European Narratives of Private Law,* in *German Law Journal*, 23, 2022, 900 ss.;

Id, voce *Smart Contracts*, in *Enciclopedia del Diritto, Contratto*, Milano, 2021, 1135 ss.;

Id, *La Risoluzione del Parlamento europeo del 20 ottobre 2020 sugli Smart Contracts nella prospettiva del diritto dei contratti e della concorrenza*, in *Contr. Impr. Eur*., 2021, 37;

C. M. Mazzoni, *Obbligazioni alternative*, in *Trattato di diritto privato,* 9, I, 2a ed., Torino 1999, 728;

O Meyer, *Stopping the unstoppable: Termination and Unwinding of smart contracts*, in *Journal of European Consumer and Market Law (EuCML*) 2020, 20 ss.;

R.C. Merkle, *Secrecy, authentication, and public-key systems*, PhD. Thesis, Stanford University, 1979;

Id, *Secure communications over insecure channels*, in 21 *Communications of the ACM*, 4, 1978, 294-299;

G. Messina, *La simulazione assoluta*, in *Scritti giuridici*, Milano, 1948, V, 69 ss.;

F. Messineo, *Manuale di diritto civile e commerciale (Codici e norme complementari)*, I, Milano, 1957 (IX ed. riv. agg.), 48 ss.;

C. Miriello, *Tra offerta al pubblico e invito a proporre: orientamenti giurisprudenziali e dottrina in merito alle ipotesi controverse*, in *Contratto e Impresa*, 2000, 1124 ss.;

L. Miotto, *Recesso ad nutum, abuso e ragioni dell'impresa*, in *Giur. civ. comm*., 2012, I, 881 ss.;

G. Mirabelli, *Dei contratti in generale*, Torino, 1980, 638 ss., A. *Dalmartello,* voce *Solve et repete (patto o clausola del),* in *Noviss. Dig. It*., XVII, Torino, 1970, 855 ss.;

L. Modica, *Vincoli di forma e disciplina del contratto. Dal negozio solenne al nuovo formalismo*, Milano, 2008, 193 ss.;

A. Montanari, *Risoluzione del contratto e risarcimento dell'interesse negativo,* in *Europa e dir. priv*., 2010, 785 ss.;

S. Monticelli, *Considerazioni in tema di nullità parziale, regole di comportamento e responsabilità del notaio*, in *Riv. dir. priv*., 2009, 103 ss.;

L. Mosco, *Principi sull'interpretazione dei negozi giuridici*, Napoli, 1952, 1 ss.;

A. Musio, *La storia non finita dell'evoluzione del contratto tra novità tecnologiche e conseguenti esigenze di regolazione*, in *Nuova giur. civ. comm.,* 1, 2021, 226 ss.;

A. Musto, *La potestà regolamentare dell'AEEG: una fonte di integrazione del contratto?,* in *Nuova giur. civ., comm*., 2010, II, 659;

S. Nakamoto, *Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System*, reperibile in *satoshinakamoto.me/bitcoin.pdf;*

L. Nanni, M. Costanza, U. Carnevali, *Risoluzione per inadempimento, Artt. 1455 – 1459,* in *Commentario del cod. civ. Scialoja-Branca*, diretto da Galgano, Bologna, 2007, 1 ss.;

S. Nardi, *Accordo concluso online dal minore d'età*, in www. *Comparazioneedirittocivile.it*, gennaio 2019;

M. Nastri, *Registri sussidiari, blockchain: notaio oltre la lezione di Carnelutti?,* in *Notariato, 4,* 2017, 369 ss.;

M. Nastri*, Nuove tecnologie: l'ultima domanda,* in *Notariato*, 5, 2018, 485 ss.;

D. Negroni*, I contratti conclusi via internet,* in *www.ud.camcom.it,* 5 ss.;

R. Nicolò, voce *Alea,* in *Enc. dir.,* I, Milano, 1958, 1024 ss.;

M. Nicotra, F. Sarzana di S. Ippolito*, Il decreto semplificazioni aiuterà la blockchain in Italia, ecco perché,* in *Agenda Digitale*, 2018;

M. Nicotra, *L'Italia prova a normare gli smart contract, ecco come: i pro e i contro*, reperibile in *https://www.agendadigitale.eu/documenti/litalia-prova-a-normare-gli-smart-contract-ecco-come-pro-e-contro/*;

S. Nitti, "*Insurtech": suggestioni e dubbi dal mondo assicurativo*, in *Percorsi di diritto comparato*, a cura di Cerchia, Milano, 2021, 123 ss.;

I. L. Nocera, *Clausola risolutiva espressa e condizione risolutiva tra autonomia contrattuale e automatismo della risoluzione*, in *Nuova giur. civ. comm*., 2010, I, 242 ss.;

G. Nuzzo, *Gli smart contract tra esigenze di calcolabilità e gestione delle sopravvenienze,* in F. Bordiga, H. Wais (a cura di), *Inhault und Grenzen der Privatautonomie in Deutschland und Italien – Contenuto e limiti dell'autonomia privata in Germania e in Italia*, Torino, 2021, 109 ss.;

G. Oppo, *Scritti giuridici. Obbligazioni e contratti*, Padova, 1962, 203;

G. Orlando, *Mutuo dissenso e contratti integralmente eseguiti*, in *Contratti,* 2012, 482 ss.;

S. Orlando, *Profili definitori degli "smart contracts*", in *Internet contratto e persona. Quale futuro*, a cura di R. Clarizia, Pisa, 2021, 50;

P. Ortolani, *Self-Enforcing Online Dispute Resolution: Lessons from Bitcoin,* in *Oxford Journal of Legal Studies*, Vol. 36, No. 3, 2016, 595 ss.;

S. Pagliantini, *Autonomia privata e divieto di convalida del contratto nullo*, Torino, 2009, 1 ss.;

Id (a cura di), *Abuso del diritto e buona fede nei contratti*, Torino, 2010;

Id, (voce) *Modificazione unilaterale del contratto (diritto civile)*, in *Enc. Dir*., *Annali*, VI, 2013, 527 ss.;

Id, *La risoluzione dei contratti di durata*, Milano, 2006, 1 ss.;

A. Palazzo, *La forma negoziale tra nuove polemiche e sicure realtà,* in *Scritti in onore di Rodolfo Sacco*, II, Milano, 1994, 795 ss.;

A. Palladino*, L'equilibrio perduto della blockchain tra platform revolution e GDPR compliance*", in *MediaLaw*s *– Riv. Diritto dei Media*, 2019, 150;

G. Pardi, *Osservazioni e spunti critici in tema di clausola penale,* in *Giust civile*, 2011, II, 511 ss.;

R. Pardolesi – A. Davola, *Smart Contracts: lusinghe ed equivoci dell'innovazione purchessia*, in *Il Foro italiano*, 4, 2019, 196 ss.;

R. Pardolesi - A. Davola, *What is wrong in the debate about smart contracts*, in *Smart Statistics for smart Applications*, 2019, 471 ss.;

L. Parola, P. Merati e G. Gavotti, *Blockchain e smart contract: questioni giuridiche aperte*, in *Contratti*, 6, 2018, 684;

G. Partesotti, *La polizza stimata*, Padova 1967, 88 ss.;

B. Pasa, L. A. Di Matteo, *Observations on the Impact of Technology on Contract Law,* in Aa. Vv. *The Cambridge Handbook of Smart Contracts, Blockchain Technology and Digital Platforms,* a cura di Di Matteo, Cannarsa, Poncibò, I, 1, Cambridge, 2020, 334 ss.;

F. P. Patti, Smart Contracts e blockchain: rischi ed opportunità, in *Smart. Le persone e l'infosfera. Atti del Convegno 30 settembre – 2 ottobre 2021 a Catania*, a cura di U. Salanitro, Pisa, 2022, 333 ss.;

Id, *La condizione di adempimento*, in *Vita not.*, 2000, 1163 ss.;

Id, *L'offerta al pubblico di cripto-attività nel Titolo II del Regolamento MiCA*, in *Riv. dir. civ*., 1, 2024, 97 ss.;

Id, *Clausola penale e caparra confirmatoria*, in *Contratti,* 2010, 777 ss.;

Id, *Autonomia privata ed effetti della risoluzione del contratto ad esecuzione continuata e periodica*, in *Contratti*, 2012, 123 ss.;

C. Paulicelli, *Il dolo omissivo quale causa di annullamento del contratto*, in *Contratti,* 2012, 681 ss.;

T. Pellegrini, *Prestazioni auto-esecutive. Smart contract e dintorni*, in *Comparazioni e Diritto civile*, 2019, 843 ss.;

F. Peccenini, *L'assicurazione*, in *Trattato di Diritto Privato* diretto da P. Rescigno, vol. 13, Tomo V, Torino, 2007, 69 ss.;

M. Pennasilico, *Contratto e interpretazione. Lineamenti di ermeneutica contrattuale,* Torino, 2018, 1 ss.;

U. Perfetti, *La conclusione del contratto. Il contratto generale*, vol. 2, in *Trattato di diritto civile e commerciale*, Milano, 2016. - XI, 2016, 1 ss.;

G. Persico, *L'eccezione d'inadempimento*, Milano, 1955, 1 ss.;

M. L. Perugini – P. Dal Checco, *Introduzione agli smart contract*, 8.12.2015, in *https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2729545&download=yes;*

M. L. Perugini*, Distributed ledger technologies e sistemi di Blockchain: digital currency, smart contract e altre applicazioni*, Milano, 2018;

G. Petti, *Regole interpretative e disposizione testamentaria modale*, in *Contratti*, 2008, 41;

E. Pezzoli, *Internet of things, tecnologia blockchain e diritti ip*, in *Dir. ind.*, 2020, 2, 113 ss.;

L. Piatti*, Blockchain, decentralizzazione e privacy: un nuovo approccio del diritto, in Ciberspazio e Diritto, 1, 2, 2018*

L. Piatti, *Dal Codice Civile al codice binario: blockchain e smart contracts, in Ciberspazio e Diritto, 3, 2016, 325 ss.;*

M. P. Pignalosa, *Contratti a distanza e recesso del consumatore*, Milano, 2016, 1 ss.;

C. Pilia, *Contratti a distanza e diritti dei consumatori*, Trento, 2012, 1 ss.;

C. Pilia, *Accordo debole e diritto di recesso*, Milano 2008, 1 ss.;

D. Pirilli, *Il contratto di assicurazione per conto*, Napoli, 2013, 18 ss.;

P. Pirruccio, *La nullità del contratto tra causa illecita e motivo illecito comune*, in *Giur. it.,* 2005, I, 203 ss.;

F. Pisapia, C. A. Minasi, F. Baiocchi, *Digital Insurance: è qui la disruption? Le opportunità perse e quelle che non possiamo permetterci di perdere,* in *Rivista bancaria*, 3, 2020, 181 ss.;

D. Poletti, *Sub art. 1462*, in *Commentario del codice civile*, diretto da E. Gabrielli, Torino, 2011;

C. Poncibò, *Smart contract: un breve viaggio nel futuro del diritto dei consumatori*, in *Annuario di Diritto Comparato e di Studi Legislativi,* Napoli, 2020, 1 ss.;

D. Purcaro, *L'assicurazione per conto altrui*, Milano, 1996, 39 ss.;

V. E. Quadri, *La rettifica del contratto*, Milano, 1973, 1 ss., V. Pietrobon, *L'errore nella teoria del negozio giuridico*, Padova, 1963, 1 ss.;

A. Quaranta, *L'intelligenza artificiale e il paradosso di una sostenibilità umanizzata*, in *Ambiente & sviluppo*, n. 2, 2025, 98 ss.;

O. Rabinovich-Einy, E. Katsh, *Blockchain and the Inevitability of Disputes*: *The Role for Online Dispute Resolution*, in *J. Disp. Resol.,* 2019, 1 ss., disponibile su *SSRN: https://ssrn.com/abstract=3508461*;

L. Raffaele, *Condizione, autonomia privata e funzione di autotutela: l'adempimento dedotto in condizione*, 1996, Milano, 1 ss.;

F. Rampone, *Smart Contract: né smart né contract*, in *Rivista diritto privato*, 2, 2019, 1 ss.;

Id., *I dati personali in ambiente blockchain tra anonimato e pseudonimato*, in *Ciberspazio e Diritto*, 3, 2018;

R. Razzante*, Il panorama delle regole UE su blockchain e crypto asset*, in *Notariato*, 5,2023, 579 ss.;

A. Razzini, *Blockchain e protezione dei dati personali alla luce del Regolamento europeo*, in *Ciberspazio e Diritto*, 1, 2, 2018;

F. Realmonte, *Eccezione di inadempimento* (voce), in *Enc. dir.,* XIV, Milano, 1965, 222 ss.;

L. Regazzoni, *Alcune questioni in tema di* smart contracts *assicurativi: tra istanze di innovazione tecnologica e principi inderogabili dell'ordinamento giuridico*, in *Osservatorio del diritto civile e commerciale*, fasc. spec., 2022, 133 ss.;

L. Regazzoni, *Smart contracts e prodotti autoliquidanti: il contratto di assicurazione*, in Ambientediritto.it, 2022, 527 ss.;

G. Remotti, Blockchain e smart contract. *Un primo inquadramento*, in *ODCC,* 189 ss.;

P. Rescigno, *Premessa*, in E. Gabrielli (a cura di), *I contratti in generale*, in *Tratt. dei Contratti*, diretto da P. Rescigno ed E. Gabrielli, II ed., Torino, 2006, XXIX ss.;

Id, *L'adeguamento del contratto nel diritto italiano*, in *Inadempimento, adattamento, arbitrato: patologie dei contratti e rimedi,* a cura di U. Draetta e C. Vaccà, Milano, 1992, 299;

G. Resta, *La successione nei rapporti digitali e la tutela post-mortale dei dati personali*, *ibidem*., 1, 2019, 85 ss.;

A. Ricci, *Introduzione al Regolamento europeo sull'accesso equo ai dati e sul loro utilizzo,* in *Nuove Leggi Civili Commentate*, n. 4, 2024, 99 ss.;

A. Riccio, *Eccessiva onerosità,* in *Commentario del cod. civ. Scialoja – Branca*, a cura di Galgano, Bologna – Roma, 2010;

V. Ricciuto, N. Zorzi, *Il contratto telematico*, in *Trattato di diritto commerciale e diritto pubblico dell'economia*, 27, 2003, Padova, 685 ss.;

V. Ricciuto, *La simulazione*, in *I contratti in generale*, a cura di Gabrielli, 2, Torino, 1999, 1 ss.;

S. Rigazio, *Smart contracts e tecnologie basate su registri distribuiti nella L. 12/2019*, in *Riv. dir. inform. e informatica*, 2021, 369 ss.;

F. Rimoldi, *La violenza quale vizio del consenso contrattuale*, in *Contratti*, 2007, 1054 ss.;

G. Rinaldi, *Smart Contracts: meccanizzazione del contratto nel paradigma della blockchain*, in *Diritto e Intelligenza artificiale*, a cura di G. Alpa, Roma, 2020, 365 ss.;

S. Rodotà, *Le fonti di integrazione del contratto*, Milano, 1969, 101 ss.;

V. U. Romano, voce *Firma digitale*, *i*n *Digesto IV,* disc. *priv*., Torino, 2002, 386 ss.;

A. Romeo, *Recesso e rinegoziazione. Riflessione sui potenziali rimedi nel caso di sopravvenienze nei contratti di durata*, Pisa, 2019, 93;

V. Roppo*, Il contratto*, in G. Iudica – P. Zatti (a cura di), in *Trattato di diritto provato*, Milano, 2011, 847 ss.;

Id, *Il contratto*, in *Trattato di diritto privato*, a cura di G. Iudica e P. Zatti, Milano, 2011, 206 ss.;

Id, *La condizione*, in *Trattato di diritto privato*, *Il Contratto*, a cura di G. Iudica e P. Zatti, Milano, 2001, 605 ss.;

M. Rossetti, *Caratteri generali del contratto di assicurazione,* in *Giurisprudenza sistematica civile e commerciale. Le assicurazioni private*, a cura di G. Alpa, Tomo I, 2006, 770 ss.;

Id*, Il diritto delle assicurazioni*, vol. II, *Le assicurazioni contro i danni*, Padova, 2012, 4 ss.;

D. Rubino, *Delle obbligazioni. Obbligazioni alternative, obbligazioni in solido, obbligazioni divisibili e indivisibili. Artt. 1285-1320* , in *Commentario del codice civile*, a cura di A. Scialoja e G. Branca, Bologna-Roma 1968, 130 ss.;

U. Ruffolo (a cura di), *Intelligenza artificiale e responsabilità,* Milano 2017;

Id., *Intelligenza artificiale. Il diritto, i diritti, l'etica,* Milano 2020;

L. Ruggieri*, Mercato telematico ed autonomia privata, un nuovo ruolo per la lex mercatoria*, in *Rass. dir. civ.,* 2002, 305 ss.;

C. Ruperto, V. Sgroi, *Della condizione nel contratto*, in *Nuova rassegna di giurisprudenza sul Codice civile*, Libro IV, Tomo II (artt. 1321-1386), a cura di R. Sgroi, Milano, 1994, 928 ss.;

C. Russo, *Termine (dir. civ.), I, In generale,* in *Enc. Treccani*, XXXI, Roma, 1994, 1 ss.;

R. Sacco, *Motivo, fine, interesse*, in *Digesto disc. priv., sez. civile, VII Aggiornamento*, 2012, Torino, 1 ss.;

Id, *Il contratto*, in *Trattato di diritto civile*, a cura di G. De Nova e R. Sacco, 2004, Torino, 1 ss.;

Id, *I rimedi per le sopravvenienze*, in R. Sacco e G. De Nova, *Il contratto*, 4ª ed., Torino, 2016, 1708;

V. Salandra, *Dell'assicurazione,* in *Comm. cod. civ.,* a cura di A. Scialoja e G. Branca, Bologna – Roma, 1966, 180 ss.;

U. Salanitro, *Intelligenza artificiale e responsabilità: la strategia della commissione europea, Riv. dir. civ.,* 2020, 1246 ss.;

G. Salito, *Smart contracts,* in *Digesto delle discipline privatistiche- Sezione civile,* 2019, 393 ss.;

V. Sangiovanni, *Superamento del limite di finanziabilità, nullità del mutuo fondiario e possibile conversione del contratto nullo*, in *Corr. giur*., 2020, 1231 ss.;

C. Sandei, *Le initial coin offering nel prisma dell'ordinamento finanziario*, in *Riv. dir. civ*., 2020, 2, 391 ss.;

F. Sangermano, *L'interpretazione del contratto*, Milano, 2007, 1 ss.;

F. Santoro Passerelli, *Funzioni delle assicurazioni private e delle assicurazioni sociali,* in *Ass*., 1962, 41 ss.;

Id*, Dottrine generali del diritto civile,* Napoli, 2012, IX ed., 199 ss.;

A. Santosuosso, *Diritto, scienze, nuove tecnologie,* Padova 2016;

Id., *Intelligenza artificiale e diritto,* Firenze 2020;

F. Sarzana di S. Ippolito, M. Nicotra, *Diritto della blockchain, intelligenza artificiale e IoT*, Milano, 2018;

Id., *Considerazioni in tema di documento informatico, firma digitale e regole tecniche - il commento,* in *Corriere Giur*., 1999, 7, 799.

A. Saturno, *L'autotutela privata. I modelli della ritenzione e dell'eccezione di inadempimento in comparazione col sistema tedesco*, Napoli, 1995, 1 ss.;

A. Savelyev, *Contract Law 2.0: "Smart" Contracts as the beginning of the End of Classic Contract Law*, reperibile in *https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2885241*;

A. Scacchi, voce «*Modo*», in *Enc. giur., Postilla di aggiornamento*, XXII, Roma, 2008, 2;

G. Scaduto, *L'exceptio non adimplenti contractus nel diritto civile italiano*, in *Ann. Univ. Palermo,* VII, 1921, 225 ss.;

G. Scalfi, *Assicurazione (contratto di)*, *Digesto, sez. comm*., I, Torino, 1987, 333 ss.;

Id, *I contratti di assicurazione, l'assicurazione danni*, Torino, 1991, 3 ss.;

G. Schiavone, *Dolo (raggiro) e responsabilità precontrattuale*, in *Resp. civ. prev*., 2008, 786 ss.;

Id, *Funzione della clausola penale e potere di riduzione da parte del giudice*, in *Resp civ. prev*., 2006, 1, 61 ss.;

C. Scognamiglio, *Termine essenziale e interesse del creditore*, in *Giur. it.* 1986, I, I, p. 691 ss.;

Id, *Interpretazione del contratto e interessi dei contraenti*, Padova, 1992, 1 ss.,

G. Scognamiglio, *Contributo alla teoria del negozio giuridico*, Napoli, 2008, 1 ss.;

R. Scognamiglio, *Dei contratti in generale*. *Disposizioni preliminari. Dei requisiti dei contratti. Art. 1321-1352*, in *Commentario del Codice civile Scialoja Branca*, *Libro IV -Delle obbligazioni*, Roma-Bologna, 1970, XVII;

A. M. Serafin, *La presupposizione: genesi storica, categorizzazione differenziale e olismo contrattuale*, Napoli, 2021, 1 ss.;

R. Sgobbo, *Il mutuo dissenso. La sua natura ed i contratti ad effetti reali,* in *Giur. it.,* 2012, 1791 ss.;

R. Sgroi (a cura di), *Dei contratti in generale*, in *Nuova rassegna di giurisprudenza sul Codice civile*, *Libro IV- Delle obbligazioni (1321-1386),* t. 1, 1994, Milano, 505 ss.;

G. Sicchiero, *La risoluzione per inadempimento*, in *Il Codice civile. Commentario* fondato da Schlesinger, diretto da Busnelli, Milano, 2007, 1709 ss.;

J. M. Sklaroff, *Smart contracts and the cost of Inflexibility*, in *University of Pennsylvania Law Review,* vol. 166, 2017, 1 ss.;

A. Smilordo, voce *Obbligazione alternativa e facoltativa*, in *Nov. D.,* XI, Torino 1965, 630;

S. Sotgia, *Mutamento ed intensità del rischio nel contratto di assicurazione*, in *Ass.,* 1956, II 152 ss.;

A. Spadafora, *La regola contrattuale tra autonomia privata e canone di buona fede*, Torino, 2007, 1 ss.;

A. Spangaro, *Patrimonio digitale - la successione digitale: la permanenza post mortem di aspetti della personalità*, in *Giur. it*., 6, 2022, 1363;

A. Spatuzzi, *Patrimoni digitali e vicenda successoria*, *ibidem*, 4, 2020, 402;

P. Stanzione*, Situazioni creditorie meramente potestative,* Napoli, 1982, 101 ss.;

J. Stark, *Making Sense of Blockchain Smart Contracts*, in *Coindesk*, 2016, in *www.coindesk.com/making-sense-smart-contracts/*;

A. Stazi, *Automazione del contratto, accordo telematico e smart contracts,* in *Smart. Le persone e l'infosfera. Atti del Convegno 30 settembre – 2 ottobre 2021 a Catania*, a cura di U. Salanitro, Pisa, 2022, 333 ss;

Id, *Automazione contrattuale e "contratti intelligenti". Gli smart contracts nel diritto comparato,* Torino, 2019, 122;

Id, *Tutela dei contraenti deboli negli smart contracts,* in *Aa. Vv. Saggi di diritto dei consumi*, a cura di Pignalosa e Catricalà, Torino, 2020, 169 ss.;

P. Suppa, *Il rapporto di consumo*, in *Codice del consumo*, a cura di V. Cuffaro, Giuffrè, Milano, 2006, 226 ss.;

N. Szabo, *Smart Contracts*, in *https://www.fon.hum.uva.nl/rob/Courses/InformationInSpeech/CDROM/Literature/LOTwinterschool2006/szabo.best.vwh.net/smart.contracts.html*, 1994;

Id, *Smart Contracts Glossary*, in *https://www.fon.hum.uva.nl/rob/Courses/InformationInSpeech/CDROM/Literature/LOTwinterschool2006/szabo.best.vwh.net/smart_contracts_glossary.html*, 1995;

Id, *Smart Contracts: Building Blocks for Digital Markets*, in *https://www.fon.hum.uva.nl/rob/Courses/InformationInSpeech/CDROM/Literature/LOTwinterschool2006/szaìbo.best.vwh.net/smart_contracts_2.html,* 1996;

Id, *The Idea of Smart Contracts*, in *https://www.fon.hum.uva.nl/rob/Courses/InformationInSpeech/CDROM/Literature/LOTwinterschool2006/szao.best.vwh.net/smart_contracts_idea.html,* 1997;

Id, *A Formal Language for Analyzing Contracts, in https://www.fon.hum.uva.nl/rob/Courses/InformationInSpeech/CDROM/Literature/LOTwinterschool2006/szabo.best.vwh.net/contractlanguage.html,* 2002.

M. Tampieri, *Il patrimonio digitale oltre la vita: quale destino?,* in *Contr. e Impr.*, 2, 2021, 543 ss.;

M. Tamponi, *Contributo all'esegesi dell'art. 1419 c.c.,* in *Riv. trim. dir. proc. civ.,* 1978, 109 ss.;

The Geneva Association, Big data and Insurance: implications for innovation, competition and Privacy, March 2018, reperibile in www.genevaassociation.org;

E. Tjong Tjin Tai, *Force Majeure and Excuses in Smart Contracts*, in *Tilburg Private Law,* 10, 2018, 1 ss., reperibile in *http://www.ssrn.com/link/Tilburg-Private-Law.html*;

M. F. Tommasini, *Lo smart contract e il diritto dei contratti*, in *Jus Civile*, 4, 2022, 831 ss.;

R. Tommasini, voce *Sanatoria (dir. priv.),* in *Enc. Giur*., XLI, Milano, 1989, 230 ss.;

Id, *Invalidità (Diritto privato)*, in *Enc. dir*., XXII, Milano, 1972, 575 ss.;

Id, *Annullabilità ed annullamento*, in *Enc. giur. Treccani*, Roma, 1988, 2 ss.;

Id (a cura di), *Sopravvenienze e dinamiche di riequilibrio tra controllo e gestione del rapporto contrattuale,* Torino, 2003;

R. Tommasini – E. S. La Rosa, *Dell'azione di annullamento*, in *Il Codice civile. Commentario*, fondato da Schlesinger, diretto da Busnelli, Milano, 2009;

N. Travia, *La tecnologia blockchain*, in *Diritto privato digitale*, a cura di Battelli, Torino, 2022, 289 ss.;

Id, *Profili internazionali del diritto degli smart contract, op. cit*., 389 ss.;

R. Trezza, *Diritto e intelligenza artificiale,* Pisa 2020;

Id, *Il contratto nell'era digitale e dell'intelligenza artificiale*, in *Il Diritto dell'Economia*, 2, 2021, 287 ss.;

P. Trimarchi, *Il contratto. Inadempimento e rimedi,* Milano, 2010, 1 ss.;

E. Tuccari, *Sopravvenienze e rimedi nei contratti di durata,* Padova, 2018, 1 ss.;

Ugdcec (a cura di), *Le opportunità della blockchain e degli smart contracts nei rapporti commerciali,* in *Fondazione Centro Studi UNGDCEC – Quaderno Knos* 13, 1 ss.;

C. Ungari Trasatti, *La risoluzione del contratto per impossibilità sopravvenuta della prestazione ed il requisito dell'imputabilità,* in *Riv. not.,* 2004, 753 ss.;

A. Uricchio, *Intelligenza artificiale e diritto - robot tax: modelli di prelievo e prospettive di riforma*, in *Giur. It*, 7, 2019, 1657 ss.;

L. Vagni, *Il problema della rilevanza giuridica dell'errore nella decisione dell'oracolo della blockchain*, in *lceonline* 2/2022 (*www.lceonline.eu*);

D. Valentino, *I contratti negoziati fuori dei locali commerciali e i contratti a distanza*, in *I contratti dei consumatori*, in *Tratt. Rescigno-Gabrielli*, a cura di E. Gabrielli, E. Minervini, 2, Torino, 2005, 659 ss.;

A. Valongo, *La conclusione del contratto mediante esecuzione nella contrattazione algoritmica*, in *Vita not*., 2004, 1286-1290;

V. Velluzzi, *Il contratto in frode al terzo: individuazione della fattispecie e rapporti con la frode alla legge,* in *Rass. dir. civ*., 2004, 183 ss.;

A. Venditti, *L'assicurazione di interessi altrui*, Jovene, 1961, 67 ss.;

O. Venier, *Intelligenza artificiale, blockchain e mondo iot: l'esperienza degli operatori*, in *Dir. ind.,* 2020, 2, 165 ss.;

G. Villa, *Errore riconosciuto, annullamento del contratto ed incentivi alla ricerca di informazioni*, in *Quadrimestre,* 1988, 286;

N. Visalli, *Il modus testamentario*, in *Giust. Civ.,* 2003, II, 305 ss.;

R. M. Visconti, *La valutazione delle blockchain: internet of value, network digitali e smart transaction*, *ibidem,* 3, 2019, 301 ss.;

P. Vitucci, *Applicazione e por tata del principio di tassatività delle forme solenni*, in *La forma degli atti nel diritto privato. Studi in onore di Michele Giorgianni*, Napoli, 1988, 809 ss.;

L. Vizzoni, *Dispositivi domotici e dati personali: dalle difficoltà applicative del GDPR alla prospettiva del futuro regolamento e-privacy*, in *Nuove Leggi Civ. Comm*., 4,2020, 1032 ss.;

G. Wagner, *Robot liability*, in *https://www.rewi.hu-berlin.de,* 2019, 36;

D. Wallis, *Visions of Future: Smart Contracts, Blockchain, and Artificial Intelligence*, in Aa. Vv. *The Cambridge Handbook of Smart Contracts, Blockchain Technology and Digital Platforms*, a cura di Di Matteo, Cannarsa, Poncibò, I, 1, Cambridge, 2020, 359 ss.;

K. Werbach e N. Cornell*, Contracts ex Machina*, in *Duke Law Journal*, 67, 2017, 313 ss;

A. Zaccaria, *La prestazione in luogo dell'adempimento*, in *Studium Iuris*, 2007, 163 ss.;

A. Zoppini, *Considerazioni generali su contratto e nuove tecnologie*, in *Internet, Contratto e Persona. Quale futuro?,* a cura di R. Clarizia, Pisa, 2021, 31;

N. Zorzi Galgano, *Il contratto di consumo e la libertà del consumatore*, in *Tratt. Galgano*, LXII, Padova, 2012, 376;

V. D. Zaslowsky, B. Allgrove, Y. Chae, *The future and the Promise of Smart Contract*, 2018, su *Legaltechnews;*