
UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI GENOVA
SCUOLA DI SCIENZE SOCIALI
DIPARTIMENTO DI ECONOMIA

**Corso di laurea magistrale in Economia e
Management Marittimo e Portuale**



Tesi di laurea magistrale in
Diritto della Navigazione

**QUESTIONI GIURIDICHE SULL'UTILIZZO DI
BLOCKCHAIN E SMART CONTRACTS
NEL SETTORE DELLO *SHIPPING***

Relatore: prof.ssa Monica Brignardello

Candidato: Luca Giacobbe

Anno accademico 2022/2023

INDICE

| | Pag. |
|---|------|
| Abstract | 3 |
| | |
| Capitolo I | |
| LE NUOVE TECNOLOGIE | |
| 1.1. Premessa | 5 |
| 1.2. La tecnologia <i>Blockchain</i> | 8 |
| 1.2.1. <i>Definizione e funzionamento</i> | 8 |
| 1.2.2. <i>Settori di applicazione e problematiche derivanti dall'assenza di una puntuale regolamentazione</i> | 10 |
| 1.2.3. <i>Potenzialità e rischi</i> | 13 |
| 1.3. Gli <i>Smart Contracts</i> | 17 |
| 1.4. Gli <i>Oracles</i> | 21 |
| | |
| Capitolo II | |
| INQUADRAMENTO GIURIDICO DEGLI SMART CONTRACTS | |
| 2.1. Natura degli <i>smart contracts</i> e questioni giuridiche | 23 |
| 2.2. La regolamentazione delle nuove tecnologie nella <i>Civil Law</i> | 28 |
| 2.2.1. <i>La normativa unionale</i> | 29 |
| 2.2.2. <i>La legislazione italiana</i> | 32 |
| 2.3. Le nuove tecnologie nella <i>Common Law</i> e nella <i>Contract Law</i> | 35 |
| 2.4. Lo <i>smart contract developer</i> | 39 |
| 2.4.1. <i>Problematiche in merito alla responsabilità</i> | 39 |
| 2.4.2. <i>Possibili soluzioni e interventi normativi</i> | 42 |
| | |
| Capitolo III | |
| BLOCKCHAIN E SMART CONTRACTS NELLO SHIPPING | |
| 3.1. Premessa | 45 |
| 3.2. Evoluzione del settore dello <i>shipping</i> e innovazione tecnologica | 46 |
| 3.3. Gli studi della dottrina e la posizione degli operatori del settore riguardo alle nuove tecnologie | 51 |
| 3.4. Panoramica sui principali campi di applicazione delle nuove tecnologie | 54 |
| 3.4.1. <i>La gestione del flusso documentale</i> | 54 |
| 3.4.2. <i>Il processo finanziario e il flusso dei pagamenti</i> | 57 |
| 3.4.3. <i>Supply chain management</i> | 59 |
| 3.4.4. <i>Port Community System</i> | 61 |
| 3.4.5. <i>Ulteriori ambiti applicativi</i> | 65 |
| 3.5. Gli <i>smart contracts</i> nello <i>shipping</i> | 66 |

Capitolo IV

APPLICAZIONI OPERATIVE E QUESTIONI GIURIDICHE APERTE

| | |
|--|-----|
| 4.1. Sistemi di <i>track-and-trace</i> e <i>Internet of Things</i> nella <i>supply chain</i> | 69 |
| 4.1.1. <i>Effetti delle nuove tecnologie sulla regolamentazione del trasporto multimodale</i> | 73 |
| 4.2. I contratti di noleggio della nave | 80 |
| 4.2.1. <i>Versamento automatico dei compensi di controballia e premi di accelerazione mediante smart contracts</i> | 85 |
| 4.2.2. <i>Il ruolo del broker: rischi e opportunità della disintermediazione</i> | 90 |
| 4.3. Le assicurazioni marittime | 96 |
| 4.4. I pagamenti mediante <i>Letter of Credit</i> e il settore finanziario | 105 |
| 4.5. Documenti in formato elettronico: la <i>Blockchain Bill of Lading</i> (cenni) | 113 |

Capitolo V

PROGETTI ATTUALMENTE ATTIVI O IN SPERIMENTAZIONE

| | |
|---|-----|
| 5.1. Premessa | 122 |
| 5.2. <i>TradeLens</i> | 123 |
| 5.3. <i>Global Shipping Business Network</i> (GSBN) | 126 |
| 5.4. <i>CargoX</i> | 129 |
| 5.5. <i>Morpheus Network</i> | 131 |
| 5.6. <i>Digital Container Shipping Association</i> (DCSA) | 133 |
| 5.7. <i>Insurwave</i> | 135 |
| 5.8. Altri progetti e qualche considerazione | 136 |

| | |
|----------------------------------|-----|
| CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE | 141 |
|----------------------------------|-----|

| | |
|---------------------|-----|
| BIBLIOGRAFIA | 147 |
|---------------------|-----|

| | |
|-------------------|-----|
| SITOGRAFIA | 151 |
|-------------------|-----|

RIASSUNTO

La tesi ha l'obiettivo di presentare le principali questioni giuridiche connesse all'impiego di *blockchain* e *smart contracts* in alcuni rilevanti ambiti del settore marittimo e portuale.

Il primo capitolo è volto a descrivere le peculiarità delle nuove tecnologie, introducendone sia gli aspetti tecnico/operativi, che quelli giuridici. Questi ultimi vengono poi ampiamente esaminati nel capitolo 2, che focalizza l'attenzione sugli *smart contracts* e sulle conseguenze della loro implementazione.

All'interno dei capitoli 3 e 4 vengono quindi presentate le principali applicazioni delle nuove tecnologie nel settore dello *shipping*, dedicando un certo spazio alla descrizione del loro attuale grado di diffusione. L'attenzione si concentra poi su un'analisi puntuale di alcuni settori e attività rilevanti in ambito marittimo, evidenziandone la possibile evoluzione a seguito della diffusione di *blockchain* e *smart contracts*, nonché le principali criticità connesse al rapido avanzamento tecnologico.

Il capitolo 5, infine, offre una panoramica dei principali progetti attivi o in sperimentazione, individuando soggetti coinvolti e obiettivi perseguiti.

I risultati della ricerca evidenziano lo stato ancora embrionale e frammentato di queste tecnologie in ambito marittimo, spesso riconducibile a un quadro normativo incompleto e a una scarsa collaborazione tra i principali operatori del settore.

ABSTRACT

The thesis aims to present the main legal issues related to the use of blockchain and smart contracts in some relevant areas of the maritime and port sector.

The first chapter is aimed at introducing the peculiarities of the new technologies, presenting both the technical/operational and legal aspects. The latter are then extensively examined in chapter 2, which focuses attention on smart contracts and the consequences of their implementation.

Within chapters 3 and 4 the main applications of new technologies in the shipping sector are therefore presented, dedicating a certain space to the description of their current degree of diffusion. The focus is then on a specific analysis of some relevant sectors and activities in the maritime field, highlighting their possible evolution following the diffusion of blockchain and smart contracts, as well as the main critical issues connected to the rapid technological advancement.

Finally, chapter 5 provides an overview of the main active or experimental projects, identifying the actors involved and the objectives pursued.

The results of this research highlight the still embryonic and fragmented state of these technologies in the maritime sector, often attributable to an incomplete regulatory framework and poor collaboration between the main operators in the sector.

CAPITOLO I

LE NUOVE TECNOLOGIE

1.1. Premessa

Nel corso degli ultimi anni quasi tutti i settori dell'economia sono stati caratterizzati da una forte accelerazione nello sviluppo tecnologico, nell'ambito di quella che viene definita come la “quarta rivoluzione industriale”. Abbiamo assistito all'affermazione e alla rapida diffusione di *internet*¹, che ha posto le basi per una serie di innovazioni senza precedenti, rivoluzionando un gran numero di processi e attività. Inoltre, la pandemia da Covid-19 e le misure restrittive alla circolazione che ne sono derivate hanno contribuito in gran parte a favorire il processo di digitalizzazione.

In questo contesto il settore dello *shipping* è probabilmente tra quelli che maggiormente meritano attenzione, in particolare a causa dell'elevato impatto che una maggior efficienza e una riduzione di costo nelle spedizioni e nell'organizzazione della *supply chain*, possibili grazie al ricorso a nuove soluzioni tecnologiche, possano avere sui processi produttivi e, di riflesso, sull'economia delle nazioni. La maggior parte dei progetti e delle iniziative in questo ambito, tuttavia, come si avrà modo di approfondire, risulta essere ancora in uno stato embrionale, offrendo quindi ampi spunti di indagine e riflessione².

¹ L. BELTRAMETTI, N. GUARNACCI, N. INTINI, C. LA FORGIA, *La fabbrica connessa*, Milano, 2017, 28 ss.

² A dimostrazione del crescente interesse, sia accademico che operativo, riguardo l'impiego delle nuove tecnologie nello *shipping*, vedasi G. BOVASSANO, C. FERRARI, A. TEI, *Blockchain: How shipping industry is dealing with the ultimate technological leap*, in *Research Transp. Busin. Manag.*, 2020, pag. 1 ss.; S. TSIULIN, K. H. REINAU, O.-P. HILMOLA, N. GORYAEV, A. KARAM, *Blockchain-Based Applications in*

Il maggiore inconveniente che però, storicamente, l'innovazione ha comportato, riguarda una iniziale diffidenza e incertezza, sia dal punto di vista scientifico che operativo, specialmente in settori tendenzialmente conservatori e poco avvezzi al cambiamento.

Sotto il profilo giuridico, lo scenario che si sta delineando in merito a una sempre più diffusa adozione di queste tecnologie si prospetta subito in tutta la sua complessità, mettendo dottrina e giurisprudenza di fronte ad una serie di interrogativi. Basti pensare anche solo alle difficoltà che un giurista potrebbe incontrare di fronte a termini - come *internet of things*, *big data*, *cloud computing*, *artificial intelligence*, *3D printing*, *machine learning*, *quantum computing*, *blockchains*, *smart contracts*, *oracles*, ecc. - fino a pochi anni fa quasi sconosciuti. La comprensione del loro significato, che spesso richiede approfondite conoscenze tecniche e informatiche, risulta tuttavia fondamentale come punto di partenza per poter indagare le problematiche sottostanti che ne derivano.

A complicare la situazione interviene, come spesso accade, l'assenza di un quadro normativo uniforme e armonizzato a livello internazionale che disciplini queste tecnologie. Tale problema è evidente specialmente nei settori del trasporto e delle spedizioni che, per loro natura, hanno spesso portata sovranazionale. Diviene quindi indispensabile cercare di capire quale sia la normativa applicabile e fino a che punto questa, quasi sempre risalente nel tempo, possa essere adattabile ai moderni sviluppi tecnologici, tenendo conto del ritmo elevato a cui le innovazioni tendono a diventare obsolete negli ultimi anni. Si consideri, ad esempio, il dibattito sull'applicabilità delle Regole dell'Aja-Visby e del codice della navigazione alla polizza elettronica e, in seconda battuta, alla *blockchain bill of lading*³. Oppure,

Shipping and Port Management: A Literature Review towards Defining Key Conceptual Frameworks, in *Rev. Int'l Business Strategy*, 2020, pag. 1 ss.; N. WAGNER, B. WIŚNICKI, *Application of Blockchain technology in maritime logistics*, in *Dubrovnik International Economic Meeting*, 2019, pag. 155 ss.

³ V., *infra*, paragrafo 4.5.

ancora, alle difficoltà nell'applicazione della disciplina dei contratti agli *smart contracts*⁴.

Un'ulteriore causa di difficoltà riguarda l'interdisciplinarietà che caratterizza le nuove tecnologie, che spesso spaziano nei settori dell'informatica, della robotica, dell'ingegneria, dell'elettronica, ecc. Da un punto di vista giuridico entrano in gioco materie appartenenti al diritto dell'informatica, della concorrenza, dei contratti, alla tutela della proprietà intellettuale e del consumatore, in aggiunta rispetto al diritto dei trasporti e della navigazione. Su ciascuno di questi aspetti ci si deve confrontare con regole disomogenee tra i diversi ordinamenti giuridici, basti pensare al valore legale delle firme elettroniche⁵ che non è riconosciuto in maniera uniforme in tutti gli Stati.

Alla luce di tali premesse, lo scopo di questa tesi è quello di focalizzare l'attenzione in particolare sulla tecnologia *blockchain* come punto di partenza e, in seguito, sugli *smart contracts*, cercando in primo luogo di descriverne funzionamento e caratteristiche, per poi passare ad evidenziarne i principali campi di applicazione nel settore dello *shipping*, cercando di mettere in rilievo le principali questioni giuridiche ad essi connesse, nonché di presentare i più rilevanti progetti che ne prevedono la sperimentazione.

⁴ V., *infra*, paragrafo 1.3.

⁵ Su questo punto vedasi ad esempio C. ALBRECHT, *Blockchain Bills of Lading: The End of History? Overcoming Paper-Based Transport Documents in Sea Carriage through New Technologies*, in *Tul. Mar. L. J.*, 2019, pag. 259 ss.

1.2. La tecnologia *Blockchain*

1.2.1. *Definizione e funzionamento*

Nella consapevolezza che in mancanza di approfondite conoscenze tecnico-informatiche i termini utilizzati in questa sede potrebbero non essere del tutto accurati o precisi, risulta comunque fondamentale offrire una descrizione il più chiara e comprensibile possibile del funzionamento della *blockchain* e delle diverse tipologie esistenti.

Questa tecnologia nasce negli anni 90, ma ancora oggi non ne esiste una definizione univoca. Può essere tuttavia descritta come una piattaforma digitale⁶ attiva in *internet*, operante grazie ad un sistema *peer-to-peer*⁷ in assenza di un amministratore o un'entità centrale tramite un registro condiviso⁸ tra tutti gli utenti della piattaforma stessa. All'interno di una *blockchain* ogni *computer* che opera sullo stesso *network* e detiene una "copia" del registro condiviso viene definito "nodo".

Il primo elemento che possiamo notare è che la *blockchain*, a differenza delle classiche piattaforme adibite alle transazioni, non contempla la presenza di un'entità centrale in funzione di garante⁹ delle operazioni e del corretto funzionamento, fatto che, come si vedrà, genera non poche perplessità in termini di sicurezza. Un'ulteriore peculiarità riguarda l'assenza di transazioni in valuta

⁶ H. LIU, *Blockchain and Bills of Lading: Legal Issues in Perspective*, in *Maritime Law in Motion*, a cura di P. K. Mukherjee, M. Q. Mejia, J. Xu, *WMU Studies in Maritime Affairs*, Cham, 2020, pag. 416 ss.

⁷ Questa espressione spesso abbreviata con P2P, ossia "rete paritaria" indica un modello di architettura di una rete informatica in cui tutti i nodi godono di un rapporto paritario, che si discosta dal modello gerarchico che vede contrapposti *client* (clienti) e *server* (serventi).

⁸ Il termine "registro" o "*ledger*" può essere assimilato ad un semplice *database* in grado di registrare e conservare informazioni e transazioni.

⁹ Ruolo che viene svolto generalmente da banche, enti governativi, avvocati, agenti o intermediari.

classica all'interno della *blockchain*. Questa è infatti sostituita da un sistema a “*tokens*¹⁰” che possono essere definiti come una “valuta virtuale” utilizzabile esclusivamente all'interno di una determinata *blockchain*.

La registrazione di informazioni e transazioni avviene seguendo una procedura rigida che contempla alcuni passaggi che di seguito verranno sinteticamente schematizzati.

Ipotizzando che un utente voglia registrare un'informazione, dovrà per prima cosa autenticarsi accedendo *online*, venendo identificato con un codice alfanumerico.

A questo punto, una volta trascritta l'informazione, potrà formulare una richiesta sulla piattaforma richiedendone la “validazione” da parte degli altri nodi, che si metteranno all'opera, competendo gli uni con gli altri, per validare l'informazione nel minor tempo possibile. L'attività di validazione è complessa e in questa sede non verrà approfondita¹¹, tuttavia, è utile sapere che per completare una validazione è necessario, per prima cosa, risolvere un algoritmo che consente di generare un *hash*, ossia un codice alfanumerico di 64 caratteri, identificativo dell'informazione o transazione che si sta eseguendo. L'attività di validazione è svolta dai cosiddetti “*miners*¹²” che, tramite computer dalle elevate capacità di calcolo, cercano di essere i primi a risolvere l'algoritmo in modo da ottenere la ricompensa prevista, generalmente in criptovalute. Una volta che l'algoritmo viene risolto, la soluzione proposta è sottoposta a tutti i nodi della *blockchain*, che ne verificano la correttezza (per concludere la validazione è necessario che più del 50% dei nodi, in termini di potenza di calcolo, approvino la soluzione). I *miners* talvolta si consorziano in gruppi per aumentare le probabilità di successo, tuttavia

¹⁰ Sull'utilizzo dei *tokens* e le loro tipologie vedasi H. LIU, *op. cit.*, pag. 416.

¹¹ Per un approfondimento sul processo di validazione e i sistemi di consenso vedasi ad esempio E.H. GREEN, E.W. CARR, J.J. WINEBRAKE, J.J. CORBETT, *Blockchain Technology and Maritime Shipping: A Primer*, U.S. Maritime Administration, 2022, <https://www.maritime.dot.gov/sites/marad.dot.gov/files/2020-07/MARAD%20Blockchain%20Final%20Primer%20%2820200622%29.pdf>, pag. 12 ss.

¹² L. PAROLA, P. MERATI, G. GAVOTTI, *Blockchain e smart contract: questioni giuridiche aperte*, in *Contr.*, 2018, pag. 681.

questa pratica, se non regolata, rischia di compromettere il corretto funzionamento della *blockchain* sbilanciandone l'equilibrio, che si basa, come si è visto, su un rapporto paritario tra gli utenti¹³.

Nonostante questa eventualità sia teoricamente possibile, è tuttavia estremamente improbabile, in quanto i sistemi di validazione sono garantiti da meccanismi quali *Proof of work* (PoW) e *Proof of Stake* (PoS) in grado di rendere estremamente semplice il riconoscimento, da parte della rete, di eventuali blocchi errati o fraudolenti¹⁴.

Una volta validata l'informazione, questa va a costituire quello che viene definito come "blocco". Ogni blocco è immutabile e l'aggiunta di nuove informazioni non modifica il blocco iniziale, bensì ne crea di nuovi, che vanno a legarsi al precedente con un sistema di crittografia¹⁵. Da questo peculiare sistema deriva il nome *blockchain*, ossia "catena di blocchi"¹⁶.

1.2.2. Settori di applicazione e problematiche derivanti dall'assenza di una puntuale regolamentazione

Attualmente le *blockchain* che maggiormente hanno avuto successo possono essere classificate in:

¹³ Immaginiamo la situazione ipotetica in cui un consorzio di *miners* riuscisse ad aggregare il 51% dei nodi totali presenti sulla piattaforma. In questa eventualità potrebbe, decidere arbitrariamente di validare operazioni e informazioni false o fraudolente, del tutto immune dal controllo degli altri nodi.

¹⁴ Per approfondimenti sul funzionamento di questi sistemi vedasi <https://knobs.it/proof-of-stake-proof-of-work/>.

¹⁵ Si parla infatti di tecnologia *tamper-proof*, ossia letteralmente "a prova di manomissione".

¹⁶ M. BRIGNARDELLO, *Utilizzo e potenzialità delle Blockchain e degli Smart Contracts nel settore dello Shipping: problematiche giuridiche*, in *Riv. Dir. Nav.*, 2020, pag. 717 s.

- **Publiche (*permissionless blockchain*):** sono liberamente accessibili da chiunque. Generalmente non sono in grado di gestire elevate quantità di dati¹⁷ e sono utilizzate principalmente per lo scambio di criptovalute;
- **Private (*permissioned blockchain*):** sono accessibili esclusivamente dagli utenti in possesso delle credenziali necessarie e, come è possibile intuire, sono le più diffuse per scopi professionali, in particolare tra le imprese per uso interno;
- ***Consortium blockchain***¹⁸: queste non presentano regole fisse e possono essere strutturate come *blockchain* pubbliche o private in base allo scopo per cui intendono essere utilizzate, tuttavia, pur funzionando sempre tramite un registro distribuito, presentano una peculiarità nel meccanismo di consenso. La possibilità di validare i blocchi è infatti riservata a un numero limitato di nodi preselezionati, il che le rende solo parzialmente decentrate.

Ad oggi possiamo contare una moltitudine di settori in cui la *blockchain* è stata sperimentata¹⁹, specialmente tra le imprese maggiori e in grado di sostenere i costi connessi alla sua implementazione. Tra questi il settore in cui questa tecnologia ha avuto maggiore successo è senza dubbio quello finanziario, principalmente a causa della popolarità di cui ha goduto fin da subito il *Bitcoin*²⁰ come “motore” della moneta virtuale²¹.

Di recente, tuttavia, i progetti che vedono una sperimentazione della *blockchain* sono aumentati, in particolare nei settori energetico, automobilistico, assicurativo,

¹⁷ E.H. GREEN, E.W. CARR, J.J. WINEBRAKE, J.J. CORBETT, *op. cit.*, pag. 14 ss.

¹⁸ V., *infra*, sottoparagrafo 4.4.

¹⁹ S. TSIULIN, K. H. REINAU, O.-P. HILMOLA, N. GORYAEV, A. KARAM, *op. cit.*, pag. 4 ss.

²⁰ I. PFLAUM, E. HATELEY, *A bit of a problem: National and extraterritorial regulation of virtual currency in the age of financial disintermediation*, in *Georgetown Journ. of Int. Law*, 2014, pag. 1174 ss.

²¹ L. PAROLA, P. MERATI, G. GAVOTTI, *op. cit.*, pag. 681.

petrolifero²², agroalimentare, della logistica, della sanità, della *governance*, del *data management*, ecc²³.

La rapida diffusione della *blockchain* in diversi settori ne rende necessaria una regolamentazione puntuale, a causa specialmente del suo funzionamento atipico rispetto alle altre piattaforme con scopi simili. Le principali questioni giuridiche ad essa connesse riguardano ad esempio il trattamento dei dati personali, il riconoscimento e l'autenticazione degli utenti²⁴, l'inquadramento della figura dell'intermediario e dei soggetti responsabili in caso di malfunzionamenti o comportamenti illeciti o fraudolenti²⁵.

Allo stato attuale non vi sono fonti normative specifiche, né nel diritto italiano, né in quello unionale che disciplinino in modo preciso le *blockchain* e finora si è quindi cercato, per quanto possibile, di estendere le norme esistenti a queste nuove tecnologie. Questo è motivato in parte dalla loro ancora scarsa diffusione e in parte dall'incertezza circa la loro futura evoluzione. Tale scelta prudenziale, tuttavia, come si avrà modo di vedere²⁶, comporta a cascata un'incertezza normativa su tutte le tecnologie che dipendono dalla *blockchain*, tra cui, *in primis*, gli *smart contracts*.

²² Il settore petrolifero è attualmente tra i più promettenti, per approfondimenti in merito vedasi R. W. AHMAD, K. SALAH, R. JAYARAMAN, I. YAQOUB, M. OMAR, *Blockchain in oil and gas industry: Applications, challenges, and future trends*, in *Technology in society*, 2022, pag. 1 ss.

²³ Addirittura, la Francia, con l'ordinanza governativa n. 1674 datata 8 dicembre 2017, ha introdotto l'utilizzo della *blockchain* al fine di registrare la proprietà e il trasferimento di titoli non quotati.

²⁴ Questi, come si è visto, vengono identificati mediante un codice, il che rende impossibile conoscere con certezza i soggetti coinvolti ad esempio in una transazione, a meno dell'utilizzo di un qualche sistema di autenticazione esterno alla piattaforma.

²⁵ Per una rassegna delle principali questioni giuridiche connesse alla *blockchain* vedasi ad esempio D. A. ZETZSCHE, R. P. BUCKLEY, D. W. ARNER, *The Distributed Liability of Distributed Ledgers: Legal Risks of Blockchain*, in *University of Illinois Law Rev*, 2018, pag. 1361 ss. Inoltre, per un'esauritiva disamina del quadro normativo europeo in materia, si rinvia a European Parliamentary Research Service, *Blockchain for Supply Chains and International Trade, Report on Key Features, Impacts and Policy Options*, Brussels, 2020, pag. 117 ss.

²⁶ V., *infra*, Capitolo II.

1.2.3. Potenzialità e rischi

Una volta descritti e compresi i meccanismi e le regole su cui le piattaforme *blockchain* si basano, risulta decisamente più interessante evidenziare le potenzialità applicative di questa nuova tecnologia e gli eventuali rischi che la sua implementazione potrebbe comportare.

Di seguito è proposto un elenco dei principali benefici connessi alla *blockchain*²⁷:

- **Assenza di un'autorità centralizzata.** La possibilità da parte di ciascun nodo di accedere al registro condiviso e verificare la correttezza delle operazioni, azzerava quasi totalmente il rischio di errori umani o comportamenti illeciti da parte di un singolo utente. Questo beneficio si realizza specialmente sulle piattaforme *permissionless* e in presenza di un numero sufficientemente elevato di utenti/nodi;
- **Immutabilità dei dati e sicurezza.** Mentre i documenti cartacei possono usurarsi nel tempo e i sistemi di archiviazione digitale possono essere corrotti, la *blockchain* offre un sistema di archiviazione in cui i dati sono virtualmente impossibili da alterare o eliminare, grazie al complesso sistema di validazione e consenso. L'immutabilità delle informazioni iscritte sulla piattaforma, tuttavia, potrebbe rappresentare un ostacolo, ad esempio nel caso sia necessario correggere un errore;
- **Riduzione dei costi di transazione e di intermediazione.** Le classiche piattaforme adibite alle transazioni e alla conclusione di contratti, come si è visto, necessitano di un intermediario che generalmente riceve una commissione come compenso per il proprio lavoro. Come si avrà modo di approfondire²⁸ questo ruolo è centrale nel settore dello *shipping*, in cui la figura del *broker* è stata finora indispensabile, specialmente in fase di

²⁷ E.H. GREEN, E.W. CARR, J.J. WINEBRAKE, J.J. CORBETT, *op. cit.*, pag. 15 ss.

²⁸ V., *infra*, sottoparagrafo 4.2.2.

negoziante. Un'adozione della tecnologia *blockchain* promette, da questo punto di vista, di ridurre notevolmente il ricorso all'intermediazione;

- **Trasparenza e tracciabilità dei dati.** Questa è garantita in particolare all'interno di piattaforme pubbliche, grazie alla piena accessibilità da parte di chiunque alle informazioni in esse contenute²⁹;
- **Agevolazione dei pagamenti.** Il ricorso ad un sistema di *tokens* o criptovalute potrebbe consentire un sistema di pagamenti alternativo a quello basato sulle valute classiche e intermediato dalle banche. Le ripercussioni, ad esempio, sul settore dello *shipping*, come sia avrà modo di vedere³⁰, potrebbero essere rilevanti, specialmente a causa della sua natura internazionale. Inoltre, una totale automazione dei pagamenti tramite l'utilizzo di *smart contracts* è già in sperimentazione in questo settore³¹.

Il risvolto della medaglia è rappresentato tuttavia da una serie di rischi e questioni che sono state sollevate negli anni da parte di potenziali utenti, informatici e giuristi. Tra quelli più rilevanti troviamo:

- **Attacchi informatici.** Rappresentano la principale minaccia ai processi di digitalizzazione e implementazione delle moderne tecnologie. Nonostante le *blockchain* garantiscano un livello di sicurezza notevolmente elevato, risultando molto efficienti nel contrastare furti di identità, manomissione di

²⁹ Un semplice esempio come prova dell'affidabilità della *blockchain* da questo punto di vista, è dato dal suo recente impiego quale strumento per il tracciamento dei diamanti da parte della società belga HB Antwerp, in collaborazione con Microsoft. (<https://www.nytimes.com/2023/01/22/fashion/jewelry-diamonds-signum-antwerp-belgium.html>); in merito ad altri impieghi simili si esprime M. DOBROVNIK, D.M. HEROLD, E. FÜRST, S. KUMMER, *Blockchain for and in logistics: What to adopt and where to start*, in *Logistics*, 2018, pag. 10, che ne ipotizza l'utilizzo per la ricostruzione storica delle manutenzioni ai veicoli e il tracciamento degli ingredienti usati nei ristoranti.

³⁰ V., *infra*, paragrafo 4.4.

³¹ European Parliamentary Research Service, *op. cit.*, 2020, pag. 8 ss.

dati e attacchi di tipo *DoS*³² e *ransomware*³³, sono comunque esposte a questo tipo di inconvenienti³⁴.

- **Scarsità di utilizzo.** Come si è visto la sicurezza di una *blockchain* aumenta all'aumentare dei nodi. In caso di *blockchain* riservate a un ristretto numero di utenti o scarsamente popolate, il rischio che un consorzio di nodi raggiunga la maggioranza assoluta, necessaria al completo controllo della piattaforma, aumenta. Questo potrebbe consentire comportamenti illeciti o frodi.
- **Bugs e malfunzionamenti.** Così come tutte le tecnologie operanti in rete tramite una connessione *internet*, o più genericamente richiedenti un *hardware* elettronico per funzionare, le *blockchain* vanno incontro al rischio di problemi³⁵, malfunzionamenti e *bug*, specialmente se non mantenute opportunamente aggiornate.
- **Lentezza nelle transazioni e carenza di spazio di archiviazione.** È stato osservato che, in media, la piattaforma *Bitcoin* impiega dieci minuti per generare un blocco³⁶, mentre *Ethereum* esegue in media 15 transazioni al secondo, che scendono a 7 per quelle più complesse basate su *smart contracts*, risultando quindi poco competitive nel gestire alti volumi di transazioni rapidamente.
- **Costi di implementazione.** L'applicazione pratica di una *blockchain* in ambito operativo richiede cospicui investimenti in *hardware*, *software* e

³² Con l'acronimo *DoS* (*denial-of-service*) si intende un attacco informatico in cui l'aggressore cerca di impedire agli utenti di accedere alla rete o alle risorse del computer. Gli attacchi *DdoS* (*Distributed denial-of-service*) ne rappresentano un'evoluzione e consistono nell'intenzionale invio, da diverse fonti, di grandi quantità di dati a un obiettivo, allo scopo di impedire a un utente, un gruppo di utenti o un'organizzazione di accedere a una risorsa di rete.

³³ Un *ransomware* è un tipo di *malware* che limita al dispositivo infettato l'accesso ad alcuni dati, richiedendo un riscatto (*ransom*) da pagare per rimuovere la limitazione.

³⁴ Si pensi ai furti che nella prima metà del 2018 e nel primo quadrimestre del 2019 hanno portato alla sottrazione rispettivamente di 1 e 1,2 miliardi di dollari in criptovalute³⁴;

³⁵ Si pensi, ad esempio, a come sia sufficiente un semplice calo di tensione o un guasto alla rete elettrica per bloccare qualsiasi apparecchiatura informatica.

³⁶ S. E. CHANG, Y. C. CHEN, T. C. WU, *Exploring blockchain technology in international trade*, in *Industr. Manag. Data Syst.*, 2019, pag. 1715 ss.

formazione del personale; inoltre, i costi variabili legati al suo utilizzo possono variare da qualche centinaio fino a diverse migliaia di dollari³⁷ al mese, risultando quindi proibitivi per le imprese più piccole³⁸.

- **Spreco di potenza computazionale e impatto ambientale**³⁹. L'attività di *mining*, in particolare, è strutturata in modo da premiare esclusivamente il soggetto che risolve per primo l'algoritmo. In assenza di un coordinamento tra i nodi (che peraltro, come si è visto, comprometterebbe la sicurezza della piattaforma) si rischia un elevato spreco di risorse ed energia elettrica a causa della ripetizione dei calcoli da parte di tutti gli utenti coinvolti nella competizione⁴⁰.
- **Interrogativi e questioni giuridiche e regolamentari**. Questo aspetto merita certamente notevole attenzione, risultando fondamentale per un ampliamento dei progetti in corso di sperimentazione e l'estensione di questa tecnologia a nuovi settori⁴¹.

³⁷ Per i dati aggiornati si rinvia ad alcuni dei principali *provider* di servizi *blockchain*, tra cui Amazon e Monax e alle sintesi di BitInfoCharts.

³⁸ Come si avrà modo di approfondire nei successivi capitoli, la collaborazione con gli operatori maggiori risulta fondamentale per un'omogenea adozione di queste tecnologie.

³⁹ E.H. GREEN, E.W. CARR, J.J. WINEBRAKE, J.J. CORBETT, *op. cit.*, pag. 36 s.

⁴⁰ R. ABDALLAH, J. BESANCENOT, C. BERTELLE, C. DUVALLET, F. GILLETTA, *Assessing Blockchain Challenges in the Maritime Sector*, in *Blockchain and Applications, 4th International Congress*, a cura di J. Prieto, F.L. Benítez Martínez, S. Ferretti, D. Arroyo Guardado, P. Tomás Nevado-Batalla, Cham, 2023, pag. 20 ricordano: “A single bitcoin transaction today has a power consumption around 1770.67 kWh equivalent to the consumption over 4 months of a typical French household with a carbon footprint of 841.07 kgCO₂. A single Ethereum transaction is comparable to a typical French household's consumption over 13 days, with a carbon footprint of 84.71 kgCO₂.”

⁴¹ Per approfondimenti su questo tema, in particolare in materia di *smart contracts*, si rinvia al Capitolo II, invece, per un focus puntuale sulle questioni giuridiche relative esclusivamente alla *blockchain*, vedasi D. A. ZETZSCHE, R. P. BUCKLEY, D. W. ARNER, *op. cit.*, pag. 1361 ss.

1.3. Gli *Smart Contracts*

Il termine “*smart contract*⁴²” risale al 1994, quando il suo inventore, Nick Szabo, lo descrisse in questi termini⁴³:

“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.”

Si tratta dunque di un protocollo, costituito da istruzioni sotto forma di codice informatico, in grado di eseguire automaticamente (*self-executing* e *self-enforcing*) una o più azioni al verificarsi di determinate condizioni stabilite a priori⁴⁴. A dispetto del nome, non si parla di contratti effettivamente “intelligenti”, bensì di codici informatici impostati secondo una rigorosa logica IFTT (*If-This-Then-That*) in base alla quale “se” si verifica un determinato evento, oppure una certa condizione è rispettata, “allora” il codice darà esecuzione automatica a una determinata azione⁴⁵. Lo *smart contract* replica e traduce in un codice informatico i termini e le condizioni contenuti in un classico contratto cartaceo, mentre sulla

⁴² Per una panoramica delle definizioni di smart contract elaborate dalla dottrina vedasi R. DE CARIA, *The Legal Meaning of Smart Contracts*, in *Eu Rev. Priv. Law*, 2019, 734 ss.

⁴³ La definizione viene aggiornata da Szabo nel 1995, per poi essere completata all'interno dell'articolo N. SZABO, *Smart Contracts: Building Blocks for Digital Markets*, in *Extropy*, 1996.

⁴⁴ H. LIU, *op. cit.*, pag. 419.

⁴⁵ M. BRIGNARDELLO, *Utilizzo e potenzialità delle Blockchains e degli Smart Contracts nel settore dello Shipping: problematiche giuridiche*, cit., pag. 722 ss.

possibilità di considerare esso stesso un contratto⁴⁶, come si vedrà⁴⁷, il dibattito è aperto.

Nonostante gli *smart contracts* siano nati al di fuori delle piattaforme *blockchain*, è solo con l'implementazione all'interno di esse che si sono diffusi su larga scala. Questo fenomeno è stato possibile specialmente grazie alla grande popolarità ottenuta in breve tempo dalla piattaforma *Ethereum*, nata specificatamente con questo scopo. I vantaggi principali dati dall'utilizzo di una *blockchain* per l'esecuzione di *smart contracts* riguardano l'elevato livello di sicurezza garantito dal sistema P2P e dalla criptazione dei dati, l'impossibilità di manomissione o variazione dei termini e condizioni contrattuali e l'eliminazione di soggetti intermediari⁴⁸.

Così come tutte le informazioni iscritte sulla *blockchain*, gli *smart contracts*, una volta registrati sulla piattaforma, non possono più essere modificati. Questo aspetto nonostante rappresenti un indubbio punto di forza⁴⁹, riducendo (se non eliminando del tutto) il rischio di inadempimento della controparte e consentendo una sostanziale riduzione delle azioni legali o arbitrali⁵⁰, ha alimentato negli anni un dibattito giuridico e tecnico, principalmente incentrato sull'impossibilità di interrompere l'esecuzione di uno *smart contract* una volta avviata o di correggere eventuali errori.

⁴⁶ P. TODD, *Electronic Bills of Lading, Blockchains and Smart Contracts*, in *Int'l J. Law Inform. Techn.*, 2019, pag. 362 ss.

⁴⁷ V., *infra*, paragrafo 2.1.

⁴⁸ Questo aspetto è particolarmente evidente in contratti che riguardano, ad esempio, la fornitura di energia elettrica e gas, la stipula di polizze assicurative, la compravendita di un bene immobile, la concessione di una linea di credito, il noleggio di nave, ecc.

⁴⁹ Per una panoramica sulle caratteristiche e le potenzialità degli *smart contracts*, vedasi K. L. QUOC, P. N. TRONG, H. L. VAN, H. K. VO, L. H. HUONG, K. T. DANG, K. H. GIA, L. V. C. PHU, D. N. T. QUOC, N. H. TRAN, H. T. NGHIA, B. L. KHANH, K. L. TUAN, *Letter-of-Credit Chain: Cross-Border Exchange based on Blockchain and Smart Contracts*, in *Intern. Journ. Advanced Computer Science & Applic.*, 2022, pag. 891 ss.

⁵⁰ P. SANZ BAYÓN, *Key Legal Issues Surrounding Smart Contract Applications*, in *KLRI Journ. Law Legisl.*, 2019, pag. 8 ss.

Pertanto, a differenza dei contratti tradizionali, che offrono la possibilità di adempiere le prestazioni come stabilito nel contratto stesso, o di rendersi inadempienti ed andare incontro alle relative conseguenze (ad esempio, sospensione della controprestazione, risoluzione per inadempimento, ecc.), ciò non può accadere in uno *smart contract*, dove l'adempimento è automatizzato e subordinato unicamente al verificarsi (o al non verificarsi) di determinati eventi sottratti alla volontà delle parti, che peraltro, grazie alle proprietà della *blockchain*, possono restare anonime⁵¹.

Poiché le condizioni che attivano lo *smart contract* si verificano, quasi sempre, all'esterno della piattaforma *blockchain*, sorge la necessità di mettere in contatto la piattaforma con il mondo esterno. Si immagini ad esempio uno *smart contract* programmato per versare in automatico il prezzo del trasporto nel momento in cui, a seconda delle pattuizioni contrattuali, il vettore prende in consegna le merci dal mittente o le riconsegna al destinatario. In questo caso sarà necessario uno strumento che "informi" lo *smart contract* dell'avvenuta presa in consegna o riconsegna del carico. Tale ruolo è svolto dai cosiddetti *oracles*, le cui caratteristiche verranno in seguito approfondite⁵².

Nonostante gli *smart contracts* possano sembrare, a prima vista, uno strumento d'interesse esclusivo per soggetti professionisti, operanti in un ristretto numero di settori, questi vengono già applicati in una molteplicità di scenari che possiamo sperimentare nella vita quotidiana. Trovano applicazione, ad esempio, nella lettura automatica dei contatori dell'energia elettrica, consentendo una fatturazione puntuale e precisa dei consumi, oltre che su alcune delle più note piattaforme di *crowdfunding*. Tra queste troviamo ad esempio *Kickstarter*, che consente il finanziamento collettivo di progetti innovativi presentati da diversi tipi di imprese e *start-up* che si occupano di film indipendenti, videogiochi, musica, spettacoli teatrali, fumetti, giornalismo ecc. La piattaforma, in particolare, opera tramite

⁵¹ L. PAROLA, P. MERATI, G. GAVOTTI, *op. cit.*, pag. 684.

⁵² V. *infra*, paragrafo 1.4.

smart contracts, consentendo agli utenti di finanziare i progetti proposti dalle imprese. Queste ultime impongono un importo minimo in denaro che deve essere raggiunto, consentendo di valutare la risposta del mercato rispetto a un nuovo prodotto. Se l'importo richiesto viene raggiunto, uno *smart contract* attiva la spedizione del prodotto, che viene consegnato agli utenti che hanno contribuito a finanziarlo⁵³. Un'ulteriore applicazione tangibile e in via di sviluppo riguarda la vendita di beni a rate: è stata ipotizzata, ad esempio, una codificazione contrattuale, applicabile a una vendita rateizzata di un'automobile, che permette di avviare il motore solo dietro il pagamento della rata nel termine pattuito⁵⁴.

Gli *smart contracts* presentano però anche una serie di problematiche rilevanti e lo stesso Szabo, per evidenziarne alcune, utilizza l'analogia con un distributore automatico (*vending machine*)⁵⁵ che si limita a rilasciare il prodotto ed erogare il resto non appena vengono inserite le monete. Così come il distributore effettua la propria operazione anche se il compratore ha inserito le monete per errore o è stato costretto ad acquistare, allo stesso modo uno *smart contract* attua inesorabilmente l'azione per cui è programmato, indipendentemente dalla capacità di contrarre del soggetto che lo attiva o dall'eventuale volontà delle parti di rinunciare alla prestazione o risolvere il contratto. Risulta quindi evidente che per un futuro maggiore ricorso agli *smart contracts* è necessario che siano previamente affrontate una serie di questioni giuridiche, specialmente riguardo al loro riconoscimento legale, al fine di renderli non solo operativi tra le parti, bensì riconosciuti *erga omnes*⁵⁶.

⁵³ Per un approfondimento sul funzionamento di *Kickstarter* e sul tema del *crowdfunding*, vedasi ad esempio H. KHATTER, H. CHAUHAN, I. TRIVEDI, J. AGARWAL, *Secure and transparent crowdfunding using Blockchain*, in *2021 International Conference on Recent Trends on Electronics, Information, Communication & Technology (RTEICT)*, 2021, pag. 76 ss.

⁵⁴ L. PAROLA, P. MERATI, G. GAVOTTI, *op. cit.*, pag. 685.

⁵⁵ M. DUROVIC, A. JANSSEN, *The Formation of Blockchain-based Smart Contracts in the Light of Contract Law*, in *EU Rev. Priv. Law*, 2019, pag. 757 ss.

⁵⁶ P. SANZ BAYÓN, *op. cit.*, pag. 7 s.

1.4. Gli Oracles

Come si è visto, a causa dell'esistenza esclusiva degli *smart contracts* all'interno di una piattaforma virtuale, sorge la necessità di mettere quest'ultima in contatto con il mondo esterno (sia virtuale che reale), nel quale si verificano gran parte degli eventi e condizioni che attivano l'esecuzione del codice; questo obiettivo è raggiunto tramite l'impiego di *oracles*. Questi possono essere definiti come programmi informatici che consentono di creare un ponte tra la *blockchain* e la realtà esterna mediante diversi strumenti sia tecnici che automatici⁵⁷.

L'oracolo può essere strutturato per interrogare anche più di una fonte al fine di recuperare le informazioni necessarie. Può richiedere ad esempio a un *data feed* di fornire un tasso di interesse in tempo reale oppure a un sensore atmosferico di rilevare temperatura e qualità dell'aria o, ancora, a un sensore GPS di trasmettere la posizione esatta (ad esempio di un veicolo), ecc.⁵⁸. Il ruolo degli *oracles*, tuttavia, non si limita alla ricezione di informazioni e *input* dall'esterno. Questi possono infatti operare anche attivamente, ad esempio, trasmettendo i comandi previsti da uno *smart contract* a una piattaforma, un software o uno *smart object*⁵⁹, esterni alla *blockchain*. Per un esempio pratico di questa applicazione, si pensi alla porta di una stanza d'albergo che si sblocca quando il cliente effettua il pagamento⁶⁰.

Gli *oracles* possono essere distinti in diverse categorie in base alle loro caratteristiche⁶¹, tuttavia non esiste una classificazione univoca a causa della loro

⁵⁷ M. BRIGNARDELLO, *Utilizzo e potenzialità delle Blockchains e degli Smart Contracts nel settore dello Shipping: problematiche giuridiche*, cit., pag. 723 ss.

⁵⁸ L. PAROLA, P. MERATI, G. GAVOTTI, *op. cit.*, pag. 684.

⁵⁹ Per approfondimenti su dispositivi interconnessi e *Internet of Things* si rinvia al sottoparagrafo 3.4.3.

⁶⁰ Per ulteriori esempi e per una classificazione diversa da quella proposta, vedasi E. TJONG TJIN TAI, *Force Majeure and Excuses in Smart Contracts*, in *EU Rev. Priv. Law*, 2018, pag. 4 ss.

⁶¹ Per approfondimenti su questa classificazione ed esempi, vedasi <https://research.aimultiple.com/blockchain-oracle/>.

eterogeneità e della velocità con cui la tecnologia evolve. Di seguito se ne riporta un esempio:

- ***Inbound/outbound oracles***. I primi ricevono informazioni dall'esterno e le inviano alla *blockchain*, mentre i secondi, meno comuni, inviano le informazioni presenti sulla *blockchain* verso l'esterno;
- ***Software/hardware oracles***. I primi ricavano le informazioni da fonti digitali, come siti o *database*, mentre i secondi le ricavano dal mondo reale;
- ***Centralized/decentralized oracles***. I primi ricavano le informazioni da una singola fonte, risultando maggiormente esposti in caso di malfunzionamenti, manomissioni o attacchi informatici. I secondi ricavano invece le informazioni combinando i dati provenienti da diverse fonti e risultano quindi più affidabili.

Esistono poi *oracles* che non operano automaticamente e in autonomia, bensì richiedono un *input* o una verifica umana per trasmettere l'informazione (*human oracles*). Si pensi ad esempio a un'applicazione attraverso la quale un passeggero aereo che abbia subito il ritardo o la cancellazione del volo possa scegliere tra le alternative proposte dal vettore, oppure ad un *software* installato sullo *smartphone* di un corriere, che gli consenta di segnalare l'avvenuta consegna di un pacco⁶².

L'*oracle* può quindi essere considerato, almeno in questa sede, come una fonte di dati affidabile e certificata che fornisce supporto per l'esecuzione (o la non esecuzione) dello *smart contract*.

⁶² M. BRIGNARDELLO, *Prospettive di utilizzo degli Smart Contracts per la tutela dei diritti dei passeggeri in caso di cancellazione o ritardo del volo*, in *Riv. Dir. Nav.*, 2019, pag. 452.

Capitolo II

INQUADRAMENTO GIURIDICO DEGLI *SMART CONTRACTS*

2.1. Natura degli *smart contracts* e questioni giuridiche

Di seguito si darà conto delle principali questioni riguardanti l'inquadramento giuridico e la normativa applicabile alle nuove tecnologie descritte nel Capitolo I, distinguendo, in un secondo momento, tra i sistemi giuridici basati sulla *Common Law* e quelli basati sulla *Civil Law*. Per evitare tuttavia di appesantire troppo la trattazione, affrontando integralmente un argomento fin troppo ampio, in questa sede l'attenzione sarà focalizzata sugli *smart contracts*, mentre, come anticipato, le questioni giuridiche riguardanti la *blockchain* saranno affrontate solo marginalmente e in un'ottica propedeutica alla comprensione di questi ultimi.

Per prima cosa risulta necessario circoscrivere nel modo più puntuale possibile la natura degli *smart contracts*, cercando di capire se questi possano essere considerati dei veri e propri "contratti digitali", in grado di sostituire a tutti gli effetti i contratti tradizionali (si parlerà in questo caso di *smart legal contracts*), oppure siano semplicemente programmi/codici informatici contenenti istruzioni per l'esecuzione automatica di alcune prestazioni negoziali (si parlerà in questo caso di *smart contracts* in senso stretto)¹.

¹ M. BRIGNARDELLO, *Prospettive di utilizzo degli Smart Contracts per la tutela dei diritti dei passeggeri in caso di cancellazione o ritardo del volo*, cit., pag. 447 ss; M. DUROVIC, A. JANSSEN, *op. cit.*, pag. 754 ss.

Nonostante il dibattito non possa considerarsi concluso, la dottrina, sia nazionale che straniera, tende a preferire la seconda definizione², che consente di evitare una serie di questioni giuridiche complesse, che di seguito verranno esposte. Tale interpretazione risulta, a mio avviso, condivisibile rispetto allo stato attuale della tecnologia, tuttavia, appare comunque decisamente difficile definire in maniera univoca la natura degli *smart contracts* e solo un'analisi puntuale dei singoli casi può consentire di stabilire, di volta in volta, se si tratti di un mero codice informatico piuttosto che di un vero e proprio contratto. Non fatico inoltre a immaginare che in futuro, a causa della rapidità dei processi di digitalizzazione, gli *smart contracts* possano via via andare a sostituire i contratti cartacei, a causa degli indubbi benefici che la loro applicazione comporta; vale la pena quindi indagarne fin da subito i potenziali risvolti giuridici.

Il primo problema da affrontare riguarda il fatto che i contratti commerciali, quasi sempre, contengono clausole che mal si prestano ad essere usate come *trigger* per l'attivazione di uno *smart contract*. Ciò è motivato, in primo luogo, da una difficoltà intrinseca nella trascrizione di un contratto in codice informatico e, in secondo luogo, dalla necessità di interpretazione che molte clausole e termini comportano. Queste quasi sempre presentano un grado di complessità notevole, prevedendo una serie di esiti diversi e variabili al verificarsi di una o più condizioni, difficilmente schematizzabili tramite una rigida logica *if-then*³. È

² Vedasi ad esempio F. KREIS, M. KAULARTZ, *Smart Contracts and Dispute Resolution – A Chance to Raise Efficiency?*, in *ASA Bull.*, 2019, pag. 338, essi sostengono che “*a smart contract usually does not constitute a legal contract, but [...] requires an underlying legal contract, which governs and sets out the parties’ rights and obligations*”. Inoltre, secondo L. PAROLA, P. MERATI, G. GAVOTTI, *op. cit.*, pag. 688, “*gli smart contracts debbono essere visti, non come istituto che si sostituisce in toto agli accordi contrattuali tradizionalmente intesi, ma come strumenti che devono necessariamente integrarsi con il sistema giuridico tradizionale*”. Non mancano tuttavia opinioni diverse, vedasi ad esempio E. BATTELLI, E. M. INCUTTI, *Gli smart contracts nel diritto bancario tra esigenze di tutela e innovativi profili di applicazione*, in *Contr. Impr.*, 2019, pag. 929 secondo cui: “*Lo smart contract non è un documento informatico, ma un contratto che, una volta perfezionatosi, si separa dalla volizione e dai comportamenti umani, rimettendo la sua esecuzione ai processi automatizzati nel protocollo*”.

³ Viene tuttavia messo in luce da M. BRIGNARDELLO, *Prospettive di utilizzo degli Smart Contracts per la tutela dei diritti dei passeggeri in caso di cancellazione o ritardo*

possibile, infatti, verificare come la maggior parte delle applicazioni attive o in sperimentazione degli *smart contracts* riguardi i contratti più “semplici” e facilmente automatizzabili, mentre una loro diffusa applicazione a contratti complessi e articolati sia ancora in fase di studio.

Risulta quindi fondamentale, come condizione imprescindibile, che, in fase di trascrizione e “traduzione” da contratto a codice, il tecnico/programmatore incaricato (che da qui in avanti chiameremo più correttamente “*smart contract developer*”⁴) abbia competenze di natura giuridica sufficienti da consentirgli di comprendere l’effettivo significato delle clausole e di verificare che quanto scritto tramite codice rifletta l’effettiva volontà delle parti. Per un’efficace integrazione tra materie giuridiche e informatiche, possiamo in ogni caso attenderci, come alcuni fanno notare⁵, una futura maggiore collaborazione tra giuristi e programmatori.

Bisogna in secondo luogo tener presente che gli *smart contracts* non sono esenti dall’obbligo di rispettare alcune condizioni di ammissibilità delle clausole che vanno ad applicare. Ad esempio, non potranno essere inserite clausole meramente potestative, che subordinano l’esecuzione di una prestazione all’esclusiva volontà delle parti. Per quanto questa possa sembrare un’affermazione ovvia, tale situazione potrebbe verificarsi, ad esempio, qualora l’esecuzione dello *smart contract* dipendesse dalle informazioni fornite da un *oracle* che si trova sotto il controllo del creditore o del debitore.

Va infine considerato che, in presenza di *smart legal contracts* la discussione verrebbe estesa a tutte le caratteristiche proprie dei contratti cartacei, le quali, in

del volo, cit., pag. 454 s., come la rigidità del sistema IFTT, se opportunamente applicato, possa comportare “*la possibilità di sfruttare infinite combinazioni di prestazioni conseguenti a determinati eventi. In secondo luogo, la stringente consequenzialità delle stringhe di codice evita incertezze interpretative che potrebbero invece venire alla luce in presenza di clausole contrattuali scritte in linguaggio umano talvolta ambiguo e suscettibile di diverse esegesi*”.

⁴ V., *infra*, paragrafo 2.4.

⁵ P. SANZ BAYÓN, *op. cit.*, pag. 12 ss.

loro assenza, dovrebbero essere soddisfatte dagli stessi *smart contracts*. I principali dubbi finora sollevati riguardano i requisiti di forma scritta, la necessità di comprendere se il linguaggio informatico sia adeguato alla stesura del contratto, le modalità di conclusione, i requisiti e le condizioni di annullabilità, i vizi del consenso, l'esecuzione del contratto secondo buona fede, la possibilità di recesso, l'interpretazione delle clausole negoziali, la tutela della *privacy*⁶, ecc.⁷.

Un ulteriore ambito di indagine si apre se ci soffermiamo sulla normativa applicabile agli *smart contracts* a causa della loro appartenenza a un ambito, quale quello informatico, fortemente internazionale e globalizzato. I principali elementi di internazionalità riguardano: le parti contraenti, che spesso hanno nazionalità e luoghi di residenza diversi, il luogo in cui sono situati i *server* della *blockchain*, la nazionalità e residenza dei soggetti incaricati della gestione della *blockchain* stessa e del processo di validazione⁸ e, forse il più importante, il luogo in cui le condizioni contrattuali trovano applicazione o in cui le prestazioni vengono eseguite. Su questo punto bisogna considerare che le norme internazionali sulla legge applicabile rinviano in larga parte alle pattuizioni contrattuali concordate dalle parti; tuttavia, non sempre una clausola su normativa applicabile e giurisdizione viene inserita a contratto; inoltre, quest'ultima non evita a priori l'eventuale applicazione di norme imperative appartenenti ad altre giurisdizioni⁹.

In generale, il principio della libertà contrattuale è garantito in tutti i sistemi giuridici e solo in alcuni casi sono richiesti requisiti di forma scritta o di altra natura (ad esempio un atto pubblico) per alcuni specifici contratti. Nonostante non sia del tutto pacifico, è prevalente l'orientamento che riconosce ai contratti conclusi in

⁶ La registrazione del contratto su una *blockchain*, che lo rende accessibile a tutti i nodi, mal si concilia, ad esempio, con le norme internazionali in materia di tutela dei dati personali.

⁷ M. BRIGNARDELLO, *Prospettive di utilizzo degli Smart Contracts per la tutela dei diritti dei passeggeri in caso di cancellazione o ritardo del volo*, cit., pag. 459 ss.

⁸ Tale discorso potrebbe essere esteso potenzialmente a tutti i nodi della *blockchain*, con risvolti quantomeno incerti in merito alla normativa applicabile.

⁹ P. SANZ BAYÓN, *op. cit.*, pag. 13.

forma virtuale il requisito di forma scritta¹⁰. Un problema potrebbe sorgere, tuttavia, qualora lo *smart contract* rappresentasse l'unica prova scritta dell'esistenza del contratto. In tal caso infatti le parti coinvolte, se non provviste delle necessarie conoscenze informatiche, potrebbero non riuscire a interpretare il contenuto del contratto stesso e, tantomeno, a risalire all'originale volontà delle parti¹¹. Risulta quindi auspicabile che lo *smart contract* venga comunque accompagnato da un documento cartaceo, o comunque in un formato facilmente consultabile e scritto in un linguaggio di comune utilizzo e comprensione¹², così da evitare che la natura digitale del codice diventi causa di conflitto tra le parti¹³.

Strettamente legato a questo discorso è il dubbio che sorge in merito all'ammissibilità, da un punto di vista giuridico, che gli *smart contracts* basati su una *blockchain*, operante tramite IoT (*Internet of Things*) e M2M (*Machine to Machine*), possano dare esecuzione a transazioni in autonomia e senza l'intervento di un soggetto umano. Su questo punto è generalmente pacifico che, nonostante un controllo e una presenza umana siano indispensabili in fase iniziale per definire materialmente le "regole" che lo *smart contract* andrà ad eseguire, divengono superflui una volta che il codice diventa operativo¹⁴.

¹⁰ Vedasi ad esempio M. GIACCAGLIA, *Considerazioni su blockchain e smart contracts (oltre le criptovalute)*, in *Contr. Impr.*, pag. 954 s.; L. PAROLA, P. MERATI, G. GAVOTTI, *op. cit.*, pag. 686 s.

¹¹ Immaginiamo che uno *smart contract* venga utilizzato per eseguire la volontà testamentaria di un individuo e si attivi una volta che un certificato di morte in forma virtuale viene caricato su una piattaforma *online*. A questo punto per gli eredi sarebbe estremamente difficile risalire al testo originale del documento, limitando la possibilità di eventuali impugnazioni.

¹² È infatti opinione di P. SANZ BAYÓN, *op. cit.*, pag. 14, che: "*What seems more sensible is that the SC can be readable in natural language to facilitate its comprehensibility by the parties and make solutions easier to find. In addition, a written contract in natural language that incorporates SC clauses would guarantee that the parties know and consent that a part of the contract can be self-executed through a blockchain platform*".

¹³ Per un approfondimento sui metodi di risoluzione delle controversie connesse agli *smart contracts*, si veda F. KREIS, M. KAULARTZ, *op. cit.*, pag. 336 ss.

¹⁴ Va ricordato che in ogni caso, una volta che il contratto è caricato su una *blockchain*, qualsiasi possibilità di modifica o interruzione viene meno.

Un'ultima riflessione che è opportuno fare, in questa sezione introduttiva, riguarda la figura del notaio e come questa possa evolvere con la diffusione degli *smart contracts*. Come si avrà modo di approfondire entrando nelle dinamiche del settore dello *shipping* e, in particolare, analizzando la figura del *broker*¹⁵, uno dei punti di forza più evidenti degli *smart contracts* riguarda proprio la possibilità di ridurre fino ad annullare il ricorso a intermediari¹⁶. È quindi importante, in primo luogo, distinguere la figura del notaio¹⁷, specificando che nei sistemi basati sulla *Civil Law* ha un ruolo decisamente centrale, essendo chiamato a verificare l'identità e legittimità delle parti, a certificare la loro capacità di contrarre oltre che la validità dell'atto e, aspetto forse più importante, validare gli atti pubblici, rendendoli opponibili a terzi. Così non è negli ordinamenti giuridici basati sulla *Common Law*, in cui è investito di poteri molto più contenuti, limitandosi ad accertare l'avvenimento di un fatto. Risulta quindi evidente come le garanzie fornite da una *blockchain* siano sufficienti a sostituire il ruolo del notaio previsto dalla *Common Law*, mentre non lo siano nella *Civil Law*, in quanto lo *smart contract* risulterebbe comunque vincolante tra le parti, ma non godrebbe di opponibilità verso terzi.

2.2. La regolamentazione delle nuove tecnologie nella *Civil Law*

Avendo compreso, in linea di massima, quali sono le principali problematiche di carattere giuridico rilevanti per l'utilizzo operativo degli *smart contracts*, si cercherà ora di capire in che misura le norme proprie degli ordinamenti basati su *Common Law* e *Civil Law* siano applicabili a questi nuovi contratti digitali,

¹⁵ V., *infra*, sottoparagrafo 4.2.2.

¹⁶ Resta da chiarire se questa affermazione sia veritiera, oppure, più verosimilmente, se gli intermediari siano destinati a rimanere, magari nella nuova veste di consulenti specializzati e con competenze attinenti al settore informatico e della programmazione.

¹⁷ P. SANZ BAYÓN, *op. cit.*, pag. 15 ss.

focalizzando l'attenzione principalmente sugli aspetti tipici dei rapporti *business to business* (B2B)¹⁸.

Partendo, per comodità di esposizione, dagli ordinamenti basati sulla *Civil Law* e ricordando che la maggioranza dei Paesi, compresa l'Italia, che adottano tali sistemi si trova in Europa e in Sud America, si procederà analizzando, *in primis*, la normativa unionale e i suoi principi, focalizzandosi poi in un secondo momento sull'Italia e sulla sua legislazione nazionale.

2.2.1. La normativa unionale

Innanzitutto, affrontando la normativa unionale, bisogna considerare il Reg. 910/2014 in materia di identificazione e transazioni elettroniche nel mercato interno¹⁹; l'art. 25, in particolare, stabilisce la piena ammissibilità delle firme elettroniche, riconoscendone il valore legale. Tale principio risulta certamente applicabile agli *smart contracts* in quanto l'identità delle parti è accertata elettronicamente. Non risulta tuttavia esaustivo nel regolare i documenti iscritti su una *blockchain*²⁰, la quale prevede che le parti si identifichino esclusivamente tramite un codice²¹.

Un passo avanti in questa direzione avviene tramite il *FinTech Action Plan*²² del 2018 e la Direttiva (UE) 2018/843 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 30 maggio 2018. Con il primo l'Unione Europea si misura direttamente con le nuove

¹⁸ Tale decisione è presa al fine di circoscrivere la trattazione agli spetti commerciali che maggiormente interessano un settore come quello dello *shipping*. Non verrà quindi considerata, ad esempio, la normativa in materia di tutela dei consumatori.

¹⁹ La cosiddetta "*eIDAS Regulation*", in vigore dal 1° luglio 2016.

²⁰ Va comunque puntualizzato come l'utilizzo di una firma elettronica non venga imposto, ma ne venga esclusivamente riconosciuta la validità, lasciando di fatto il problema dell'identificazione delle parti irrisolto, almeno a livello comunitario.

²¹ V., *supra*, sottoparagrafo 1.2.1.

²² Tale piano prevedeva una revisione del sistema dei pagamenti con l'obiettivo di renderlo più competitivo e sicuro.

tecnologie, al fine di consentire al sistema finanziario di trarre vantaggio dalle nuove opportunità offerte dall'innovazione (tra cui *blockchain*, intelligenza artificiale e servizi *cloud*); mentre con la seconda vengono definite per la prima volta le valute virtuali²³.

È tuttavia solo con il recente Reg. 2022/858 del Parlamento europeo e del Consiglio del 30 maggio 2022 che il legislatore unionale interviene per colmare il vuoto normativo riguardante le tecnologie basate su registri distribuiti. L'obiettivo principale è infatti quello di promuoverne lo sviluppo tramite un progetto pilota, specialmente in campo finanziario e, in particolare, mediante l'emissione e la negoziazione di strumenti finanziari sotto forma di cripto-attività, con l'obiettivo di garantire la protezione degli investitori, la trasparenza dei mercati, nonché la stabilità finanziaria²⁴. Tale regolamento segna una svolta, aprendo la strada alla creazione di un quadro normativo condiviso in materia di criptovalute²⁵ e a una puntuale disciplina di tutte quelle applicazioni della *blockchain* viste nel Capitolo I, tra cui gli *smart contracts*²⁶.

²³ M. PERKUŠIĆ, Š. JOZIPOVIĆ, D. PIPLICA, *Need for Legal Regulation of Blockchain and Smart Contracts in the Shipping Industry*, in *Transact. Marit. Science*, 2020, pag. 370 s.

²⁴ Per approfondimenti si rinvia a: <https://www.dirittobancario.it/art/regolamento-dlt-il-regime-pilota-ue-sulle-nuove-infrastrutture-di-mercato/>.

²⁵ Questo traguardo appare più vicino a seguito del via libera del Parlamento europeo al regolamento Mica (*Markets in crypto-asset*) il 27 aprile, che secondo alcuni analisti potrebbe addirittura spianare la strada a un euro "tokenizzato". Un ulteriore contributo a tale processo potrebbe arrivare da progetti come la *European Blockchain Partnership* o la recente *European Blockchain Regulatory Sandbox*, con lo specifico scopo di raggiungere una piena regolamentazione delle tecnologie basate su registri distribuiti a livello unionale.

<https://www.corrierecomunicazioni.it/digital-economy/blockchain-leuropa-lancia-la-prima-sandbox-normativa/>.

²⁶ L'argomento ha sollevato notevole interesse di recente, spingendo Polygon Labs, tramite una lettera aperta diretta a Parlamento, Consiglio e Commissione europea, a suggerire una modifica al *Data Act* volta ad estendere l'applicazione dell'art. 30 anche agli *smart contracts* pubblicati su piattaforme *permissioned*.

Nella prospettiva di un futuro intervento del legislatore anche in materia di *smart contracts* sono state sollevate alcune questioni dalla dottrina²⁷.

In primo luogo, ci si è interrogati sull'approccio da attuare nei confronti di contratti nulli o annullabili in quanto contrari a norme imperative. In tal caso risulta, a mio avviso, evidente come il giudice possa dichiarare la nullità delle clausole difformi, nonostante venga fatto notare da alcuni Autori che, talvolta, questa potrebbe non essere la soluzione migliore²⁸. Strettamente connesso è inoltre il problema relativo all'impossibilità di arrestare l'esecuzione di uno *smart contract* una volta avviato, a cui ancora oggi non è stata trovata soluzione²⁹ e agli eventuali rimedi da porre ad una prestazione errata o non dovuta³⁰.

Un secondo aspetto riguarda la forma degli *smart contracts* e la loro classificazione normativa. Come si è visto, la condizione di forma scritta risulta rispettata; tuttavia, ad oggi, in quasi tutti i sistemi giuridici basati sulla *Civil Law*, gli *smart contracts* vengono equiparati a documenti come *e-mail* e SMS, sottostimando le decisamente maggiori garanzie in materia di sicurezza offerte da una *blockchain*³¹. Una categorizzazione *ad-hoc* consentirebbe, ad esempio, di invertire l'onere della

²⁷ J. J. SZCZERBOWSK, *Place of Smart Contracts in Civil Law. A Few Comments on Form and Interpretation*, in *Proceedings of the 12th Annual International Scientific Conference NEW TRENDS*, 2017, pag. 334 ss; M. BRIGNARDELLO, *Prospettive di utilizzo degli Smart Contracts per la tutela dei diritti dei passeggeri in caso di cancellazione o ritardo del volo*, cit., pag. 460 s.

²⁸ Sempre J. J. SZCZERBOWSK, *op. cit.*, pag. 335 afferma: “*For example, parties stipulate interest rate which is higher than the maximum interest rate allowed by the law; according to the law only the maximum interest rate is due. In smart contract, it may be efficient and even fair to allow for higher than maximum interest, especially if the interest relates to cryptocurrency.*”

²⁹ Viene spontaneo chiedersi, allo stato attuale, entro quali limiti questo nuovo strumento digitale possa ritenersi compatibile con il regolamento (UE) 2016/679 del Parlamento europeo e del Consiglio del 27 aprile 2016, noto come *GDPR* (regolamento generale sulla protezione dei dati), per quanto concerne, tra l'altro, il diritto di correzione dei dati errati, nonché di cancellazione degli stessi.

³⁰ Per alcune ipotesi di rimedio vedasi C. IORIO, *Blockchain e diritto dei contratti: criticità e prospettive*, in *Actualidad Jurídica Iberoamericana*, 2022, pag. 675 ss.

³¹ Pressioni per una disciplina di questi aspetti arrivano dalla *European Banking Authority* (EBA), che ha criticato a più riprese l'assenza di una normativa che regoli diritti, obbligazioni e responsabilità degli utenti di una *blockchain*.

prova, assegnandolo alla parte che nega l'attendibilità della *blockchain* piuttosto che a quella che la sostiene.

Nonostante, come risulta evidente, l'Unione Europea si stia attivando per porre le basi di una legislazione comune in merito alle nuove tecnologie³², ad oggi, come si è visto, non esiste ancora alcuna norma specificatamente pensata per gli *smart contracts* e la loro disciplina è rimessa alla legislazione nazionale. Va ricordato in merito, ad esempio, l'art. 9 della Direttiva 2000/31/CE del Parlamento europeo e del Consiglio dell'8 giugno 2000 sul Commercio Elettronico, che richiede ai singoli Stati di adattare la propria normativa interna, in modo da consentire la conclusione di contratti in forma elettronica.

2.2.2. La legislazione italiana

In merito alle diverse sfumature che i sistemi giuridici dei vari Stati presentano, vale la pena spendere qualche parola sulla nostra normativa nazionale.

Nell'ordinamento italiano la nozione di *smart contract* si trova nell'art. 8 ter introdotto dalla legge 11 febbraio 2019 n. 12 di conversione del decreto-legge 14 dicembre 2018 n. 135³³ "recante disposizioni urgenti in materia di sostegno e semplificazione per le imprese e per la pubblica amministrazione", che lo definisce come "un programma per elaboratore che opera su tecnologie basate su registri

³² Per ulteriori approfondimenti su questi temi, vedasi C. IORIO, *op. cit.*, pag. 666 ss. Invece, per un dettaglio sulla normativa interna dei singoli Stati, si veda ad esempio D. ROUMPOS, *Liability of the Smart Contract Developer. A Comparative Analysis in the Light of US and EU Law*, Master Thesis LL.M. International Business Law, Tilburg Law School, 2020, <http://arno.uvt.nl/show.cgi?fid=152251>, pag. 32 ss; E. TJONG TJIN TAI, *op. cit.*, pag. 8 ss.

³³ <https://blockchain.bakermckenzie.com/2019/02/28/distributed-ledger-technologies-and-smart-contracts-in-italy/>.

distribuiti e la cui esecuzione vincola automaticamente due o più parti sulla base di effetti predefiniti dalle stesse” (comma 2)³⁴.

Come possiamo notare, il linguaggio utilizzato nella definizione rimanda in larga parte agli aspetti tecnici degli *smart contracts*³⁵, risultando poco esaustivo nell'affrontarne i profili giuridici. Ad esempio, potrebbe scaturire il dubbio se la descrizione si addica maggiormente a quella di uno *smart contract* in senso stretto, o a uno *smart legal contract*³⁶. Se infatti da un lato dicendo che “*l'esecuzione vincola due o più parti*”, il legislatore sembrerebbe equiparare totalmente lo *smart contract* a un contratto tradizionale, dall'altro facendo riferimento ad “*effetti predefiniti*” dalle parti stesse, parrebbe indicare che lo *smart contract* sia solamente funzionale all'esecuzione di un precedente accordo negoziale³⁷.

È stato inoltre fatto notare che accettare l'interpretazione che considera la definizione proposta assimilabile a uno *smart legal contract* significherebbe attribuire al codice forza di legge tra le parti ai sensi dell'art. 1372 c.c. Questo sarebbe, quindi, “*autosufficiente, auto eseguito e autoimposto, con la conseguenza di porsi al di là di ogni possibile controllo da parte degli stati nazione e della relativa giurisdizione legale*”³⁸. Tale considerazione non risulta, a mio avviso, condivisibile in quanto, nonostante gli *smart contracts* godano di *self-execution* e *self-enforceability*³⁹, restano pur sempre legati al consenso e alla volontà delle parti e, ammettendone la natura di contratti, soggetti alla disciplina contrattuale. Inoltre,

³⁴ In questa definizione con “tecnologie basate su registri distribuiti” si intendono “*le tecnologie e i protocolli informatici che usano un registro condiviso, distribuito, replicabile, accessibile simultaneamente, architetturealmente decentralizzato su basi crittografiche, tali da consentire la registrazione, la convalida, l'aggiornamento e l'archiviazione di dati sia in chiaro che ulteriormente protetti da crittografia verificabili da ciascun partecipante, non alterabili e non modificabili*”.

³⁵ E. ZAINUTDINOVA, *Smart Contracts in the Civil Law Countries: The Legislative Analysis and Regulation Perspectives*, in *Law and Technology in a Global Digital Society*, a cura di G. Borges, C. Sorge, Cham, 2022, pag. 339 ss.

³⁶ V., *supra*, paragrafo 2.1.

³⁷ M. BRIGNARDELLO, *Prospettive di utilizzo degli Smart Contracts per la tutela dei diritti dei passeggeri in caso di cancellazione o ritardo del volo*, cit., pag. 447 s.

³⁸ L. PAROLA, P. MERATI, G. GAVOTTI, *op. cit.*, pag. 685.

³⁹ V., *supra*, paragrafo 2.3.

come si è visto, sono già in studio una serie di rimedi all'esecuzione automatica di clausole nulle o errate, che vanno dalla ripetizione di un'obbligazione non dovuta, fino ad algoritmi di "autodistruzione" in grado di intervenire sul codice informatico⁴⁰.

Aderendo invece all'interpretazione che li classifica come *smart contracts* in senso stretto, si afferma che gli *smart contracts* non afferiscano alla fase di accordo tra le parti, che viene svolta dal contratto principale, bensì a quella dell'adempimento, con la conseguenza che lo *smart contract* non integra neppure una fattispecie di contratto atipico ai sensi dell'art. 1322 c.c, vedendo ridimensionata la propria funzione a semplice mezzo per l'adempimento.

Non essendo opportuno, in questa sede, scendere ulteriormente nel dettaglio su questi aspetti, di seguito è proposto un breve elenco delle principali fonti normative interne, che tuttavia non verranno analizzate⁴¹, concernenti le principali questioni connesse agli *smart contracts* viste in precedenza:

- Interpretazione del contratto: artt. 1362-1371 ss. c.c. utilizzati per la ricerca della comune intenzione delle parti⁴² oltre che art. 1366 sull'interpretazione secondo buona fede;
- Incapacità e vizi del consenso di uno o più dei contraenti: artt. 1425, 1427, 1428, 1435, 1439 c.c.;
- Forma del contratto: D.Lgs. 7 marzo 2005, n. 82 in materia di documenti informatici e art. 2702 c.c.⁴³;
- Adempimento del contratto: art. 1375 c.c.⁴⁴.

⁴⁰ C. IORIO, *op. cit.*, pag. 675 ss.

⁴¹ L. PAROLA, P. MERATI, G. GAVOTTI, *op. cit.*, pag. 686 ss.

⁴² V., *infra*, paragrafo 2.4 per approfondimenti sull'interpretazione e sul ruolo dello *smart contract developer*.

⁴³ Tale articolo va analizzato tenendo conto che, nel nostro ordinamento, gli *smart contracts* 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.

⁴⁴ In merito va ricordato che la Corte di Cassazione ha più volte affermato come, in presenza di talune circostanze, anche un'esecuzione perfettamente letterale del contratto

2.3. Le nuove tecnologie nella *Common Law* e nella *Contract Law*

Analizzate dunque le peculiarità dei sistemi giuridici basati sulla *Civil law* e le modalità con cui questi si stanno adattando alle nuove tecnologie, risulta interessante effettuare un'analisi simile anche per gli ordinamenti che si ispirano ai principi della *Common Law*. È infatti opportuno ricordare come il settore di nostro maggiore interesse, ossia quello dello *shipping* e dei trasporti, preveda che gran parte delle relazioni contrattuali si basino su modelli e formulari standardizzati, largamente ispirati alla normativa anglosassone. Di seguito verranno esaminati tutti gli elementi fondamentali e i principi cardine⁴⁵ per la conclusione di un contratto.

La prima fase rilevante è quella definibile come “*offer and acceptance*”. Questa fase è simile, indipendentemente dal fatto che ci si trovi di fronte a un contratto classico o uno *smart contract*⁴⁶, in quanto afferisce al processo di negoziazione e al raggiungimento di un accordo. La volontà delle parti può infatti essere accertata in maniera oggettiva nel momento che queste si identificano tramite il proprio codice crittografico, entrando sulla piattaforma *blockchain* e confermando elettronicamente il proprio impegno⁴⁷. Nonostante sia stato argomentato che lo

(come nel caso dell'esecuzione automatica di uno *smart contract*) potrebbe costituire nei fatti un inadempimento perché contraria al canone generale della buona fede (*Inter alia*, Cass., sez. III, 18 settembre 2009, n. 20106, su *iusexplorer.it*; Cass., sez. III, 7 giugno 2006, n. 13345, su *iusexplorer.it*; Cass., Sez. I, 28 settembre 2005, n. 18947, su *iusexplorer.it*).

⁴⁵ Gli ordinamenti basati sulla *Common Law* presentano una prevalenza del diritto giurisprudenziale, che prevede la deduzione di norme e principi da sentenze storiche, piuttosto che da codici e leggi.

⁴⁶ Qui ci riferiremo ad un caso di *smart legal contract*, che risulta di gran lunga il più interessante e, per certi versi, problematico.

⁴⁷ In particolare M. DUROVIC, A. JANSSEN, *op. cit.*, pag. 762, sostengono che: “*Since one party must post his (on-chain smart) ‘contract’ on the blockchain on platforms (for example Ethereum) and the other party accepted by the cryptographic key, such communication (the posting of the on-chain smart ‘contract’ onto the blockchain) will likely be held as to be an offer.*”

smart contract possa rappresentare esclusivamente un invito a proporre⁴⁸, il fatto che il contratto venga trasmesso tramite un codice binario, che contiene già tutti i termini della transazione, lo caratterizza a tutti gli effetti come un'offerta valida e accettabile dal destinatario. Il consenso può inoltre, talvolta, essere implicito (*acceptance by conduct*). Ipotizziamo, ad esempio, che un venditore pubblichi uno *smart contract* su *Ethereum*, con cui si impegna a trasferire la proprietà di un'auto, allegando un *token* che ne rappresenta la proprietà e che può essere riscattato in cambio di dieci *Ether*⁴⁹. A questo punto il compratore, con la sola azione di caricare i dieci *Ether*, esprime il proprio consenso a vincolarsi ai termini del contratto. Lo *smart contract*, rilevando il pagamento, procede quindi in automatico a trasferire il *token* al compratore e a versare gli *Ether* sul conto virtuale del venditore. Risulta quindi evidente come l'accettazione possa avvenire sia implicitamente, eseguendo la prestazione richiesta, sia espressamente, "firmando" il contratto con una chiave crittografica.

Per quanto riguarda il linguaggio utilizzato per concludere l'accordo, il principio di libertà contrattuale assicura alle parti la possibilità di esprimere la propria volontà nel modo che preferiscono⁵⁰, potendo scegliere eventualmente anche una lingua morta come il latino, oppure un codice informatico (fatta ovviamente salva la condizione, tutt'altro che scontata, che tutti i soggetti coinvolti siano in grado di comprenderlo). Rilevanti sentenze⁵¹ hanno inoltre appurato che l'esecuzione di uno *smart contract* risulta ammissibile anche in assenza di un controllo umano.

Il secondo elemento necessario è la cosiddetta "*consideration*", che rappresenta il corrispettivo che le parti si impegnano a scambiarsi. Risulta opportuno notare come non sia richiesto che questa rispetti i requisiti fissati dalla normativa

⁴⁸ M. KAULARTZ, J. HECKMANN, *Smart Contracts – Anwendungen der Blockchain-Technologie*, in *Computer und Recht*, 2016, pag. 621.

⁴⁹ Gli *Ether* sono la valuta digitale utilizzata sulla piattaforma *Ethereum*.

⁵⁰ Alcune restrizioni a questo principio possono tuttavia essere applicate ai rapporti di tipo "*business to consumer*" (B2C).

⁵¹ *Inter alia*, EWCA, Civ 2, 18 dicembre 1970, *Thornton v Shoe Lane Parking Ltd*.

anglosassone⁵², lasciando ampia libertà alle parti sulla definizione dell'oggetto del contratto, sia questo uno scambio di beni o di prestazioni. La dottrina non è tuttavia unanime a tal riguardo. Alcuni ritengono infatti che lo scambio di promesse (*exchange of promises*) sia un elemento imprescindibile per una *consideration* valida, mettendo in dubbio il rispetto di tale requisito da parte di uno *smart contract*⁵³ e sostenendo, ad esempio, che una promessa unilaterale di donazione, caricata su una *blockchain*, risulti vincolante per il donatore, anche in assenza di una valida *consideration*. Non mi pare tuttavia che tali argomentazioni siano sufficienti a inficiare il valore legale degli *smart contracts* in quanto, in merito ad esempio alla suddetta ipotesi, sarebbe comunque garantita al donatore la possibilità di chiedere la ripetizione della prestazione o la restituzione per arricchimento indebito⁵⁴.

Il terzo punto rilevante è la volontà delle parti di vincolarsi tramite un rapporto contrattuale (*Intention to create Legal Relations*). Tale presupposto nella *Common Law* si considera soddisfatto in via di principio e l'onere della prova è in capo alla parte che nega tale volontà. Nonostante il fatto che anche su questo punto esistano visioni più sfumate⁵⁵, l'orientamento prevalente equipara la volontà espressa con un contratto classico a quella manifestata tramite *smart contract*⁵⁶.

⁵² Al riguardo M. DUROVIC, A. JANSSEN, *op. cit.*, pag. 762, spiegano che: “*consideration just need to be sufficient but not adequate according to the English contract law, consideration will easily be satisfied by smart contracts [...]*”.

⁵³ K. WERBACH, N. CORNELL, *Contracts Ex Machina*, in *Duke Law Journal*, 2017, pag. 340, esemplificano il concetto tramite un esempio: “*If someone balances a pail of water on top of a door, he does not promise to drop water on whoever next opens the door. Rather, he has merely set up the mechanical process by which that will happen. In a similar way, a contract to transfer one bitcoin upon such-and-such event occurring is not really a promise at all [...] the so-called '[smart] contract' is not an exchange of promises or commitments. Creation of a smart contract [...] does not commit any party to do anything. There's nothing being prospectively promised.*”

⁵⁴ M. DUROVIC, A. JANSSEN, *op. cit.*, pag. 766 s. Gli autori puntualizzano inoltre che, da questo punto di vista, tutti gli *smart contracts* sono considerabili atti unilaterali.

⁵⁵ A. SAVELYEV, *Contract law 2.0: “Smart” contracts as the beginning of the end of classic contract law*, in *Info. & Commun. Tech. Law*, 2017, pag. 123.

⁵⁶ M. DUROVIC, A. JANSSEN, *op. cit.*, pag. 767 s, ricordano che è possibile, in ogni caso, accompagnare il codice ad un contratto classico, fugando ogni dubbio sulla volontà delle parti.

Il quarto e ultimo elemento necessario per la validità del contratto è la capacità contrattuale delle parti (*capacity*). Questo, come si è visto, è un tema che si ripresenta in modo ricorrente parlando di *smart contracts* e di autenticazione tramite *blockchain* e, anche parlando di sistemi basati sulla *Common Law*, una soluzione definitiva a tale problema non sembra facilmente individuabile. Senza ricadere in superflue ripetizioni, vale la pena riportare la riflessione proposta da alcuni Autori⁵⁷, che hanno rilevato come le parti coinvolte in uno *smart contract* tramite *blockchain* non siano nemmeno, almeno a livello tecnico, considerabili come persone, bensì solo come codici, identificativi di persone. Sulla base di tale ragionamento ci si è chiesti se sia effettivamente opportuno valutare la capacità contrattuale di un mero codice informatico dietro al quale potrebbe agire, ad esempio, una persona, un gruppo di persone o una società.

Pur ritenendo tale riflessione eccessivamente “filosofica”, credo che solo l’introduzione obbligatoria di un qualche sistema di identificazione affidabile, indipendente e riconosciuto a livello internazionale possa porre fine a questo dibattito.

Risulta quindi evidente come, nonostante gli *smart contracts* risultino, in linea di massima, ammissibili dalla normativa contrattuale basata sui principi della *Common Law*⁵⁸, una loro ancora scarsa diffusione renda impossibile delimitarne la natura da un punto di vista giuridico. Non resta quindi che attendere che dai futuri casi giurisprudenziali sia possibile ottenere un maggior livello di certezza.

⁵⁷ K. WERBACH, N. CORNELL, *op. cit.*, pag. 371.

⁵⁸ D. ROUMPOS, *op. cit.*, pag. 41.

2.4. Lo *smart contract developer*

2.4.1. *Problematiche in merito alla responsabilità*

Come si ha avuto modo di anticipare⁵⁹, la questione forse più rilevante in merito all'impiego degli *smart contracts* riguarda la traduzione del contratto cartaceo (che può essere o meno presente) e della volontà delle parti in codice informatico. Tale attività risulta estremamente delicata, non solo per i risvolti operativi che eventuali errori potrebbero comportare, bensì a causa del fatto che potrebbe verificarsi la necessità, in un secondo momento, di eseguire il procedimento a ritroso, ad esempio, allo scopo di ricostruire l'accordo originale per risolvere una controversia⁶⁰.

Va infatti ricordato che nella quasi totalità dei casi, le parti che stipulano il contratto e il giudice stesso, eventualmente chiamato ad interpretarlo, non possiedono le competenze informatiche necessarie a scrivere, o anche solo a comprendere, un complesso codice informatico. Risulta quindi evidente come la presenza di un tecnico informatico o di un programmatore divenga necessaria, allo scopo di facilitare o, più verosimilmente, rendere materialmente possibile, l'impiego degli *smart contracts*. Anche la figura del programmatore, tuttavia, potrebbe essere causa di incomprensioni ed errori, in quanto, se da un lato le parti contraenti non sono esperte di informatica, dall'altro lo stesso tecnico, verosimilmente, mancherà di competenze giuridiche o legate al settore commerciale oggetto del contratto. Il fallimento⁶¹ di uno *smart contract*, come si può intuire, può essere quindi

⁵⁹ V., *supra*, paragrafo 2.1.

⁶⁰ M. BRIGNARDELLO, *Prospettive di utilizzo degli Smart Contracts per la tutela dei diritti dei passeggeri in caso di cancellazione o ritardo del volo*, cit., pag. 455 ss.

⁶¹ In questo caso inteso come l'esecuzione di una prestazione diversa da quella originariamente immaginata dalle parti.

determinato da molteplici cause, tra cui scarsa e inefficace comunicazione, errori in fase di codifica, incompetenza o addirittura comportamenti fraudolenti.

In questo paragrafo si cercherà quindi, senza pretesa di completezza o esaustività rispetto a un tema che si presenta come estremamente ampio e sfaccettato, di mettere in evidenza le principali problematiche di carattere sia giuridico che operativo generate dalla figura dello “*smart contract developer*”⁶², descrivendone il regime di responsabilità ed estendendo la discussione alle peculiarità di contratti pubblicati su una *blockchain*. Tale disamina risulta propedeutica alla comprensione di alcune dinamiche che verranno approfondite parlando di *shipping* tra cui, ad esempio, rischi e opportunità della disintermediazione⁶³.

Per iniziare va puntualizzato che la responsabilità dello *smart contract developer* può essere sia di tipo contrattuale, ossia derivante dall’omesso adempimento o dall’adempimento errato alle obbligazioni contratte, che extracontrattuale, ossia causata dalla violazione del generico dovere di non danneggiare gli altri⁶⁴. Per poter parlare di responsabilità contrattuale è tuttavia necessario che siano presenti gli elementi fondamentali di un contratto visti in precedenza. All’interno di una *blockchain*, ipotizziamo ad esempio *Ethereum*, tale requisito è a mio avviso soddisfatto, in quanto tutti i soggetti operanti, siano utenti o programmatori aderiscono al cosiddetto “*distributed ledger contract*”⁶⁵.

⁶² Con tale termine si attribuisce non solo la responsabilità di codificare lo *smart contract*, bensì anche la capacità di assumere decisioni in maniera discrezionale, riguardanti gli aspetti tecnici tipici del settore informatico che è in capo al tecnico/programmatore.

⁶³ C. IORIO, *op. cit.*, pag. 672 ss.

⁶⁴ D. ROUMPOS, *op. cit.*, pag. 46 ss.

⁶⁵ Come viene puntualizzato da D. ROUMPOS, *op. cit.*, pag. 46: “*The offer, acceptance, and mutual assent are [...] satisfied: individuals who desire to join the blockchain network, download the software and enable their devices to run Ethereum decentralized ledgers. The consideration may be in different ways, such as additional virtual assets or extra fees in payments. As for the intent to establish a legal relationship, even if the developers may not wish to conclude a legally binding contract, their awareness that this contractual relationship may affect third parties makes their participation legally considerable conduct.*”

Alcuni Autori⁶⁶, tuttavia, esprimono un'opinione contraria, sostenendo, ad esempio, che non si possa parlare a priori di relazione contrattuale tra le parti che accedono ad una piattaforma *open source* e priva di una regolamentazione precisa come la *blockchain*. Risulta quindi opportuno, qualora non venga riconosciuta la responsabilità contrattuale, valutare la responsabilità dello *smart contract developer* anche dal punto di vista extracontrattuale. La letteratura concorda, in modo a mio parere corretto, nel circoscrivere tale responsabilità ai soli programmatori/sviluppatori e non già a tutti i nodi della piattaforma⁶⁷. Responsabilità, di carattere oggettivo, che riguarda malfunzionamenti, falle nella sicurezza e attività illegali, da cui lo *smart contract developer* può liberarsi dimostrando di aver agito adottando tutte le precauzioni imposte dalla diligenza professionale. È stato tuttavia fatto notare come tale regime di responsabilità rischi di essere eccessivamente gravoso a causa, da un lato, degli enormi danni economici che un minimo errore di codifica potrebbe causare, coinvolgendo una moltitudine di soggetti operanti sulla piattaforma e, dall'altro, a causa della difficoltà che il programmatore/sviluppatore potrebbe avere nel provare la propria diligenza⁶⁸. Questo aspetto è reso ancor più evidente se si pensa che l'elevata trasparenza delle *blockchain* potrebbe mettere in dubbio l'operato dei programmatori anche in caso di violazioni della *privacy*, *insider trading*, furti di identità, frodi o altri comportamenti illeciti resi possibili dall'architettura del codice.

⁶⁶ D. A. ZETZSCHE, R. P. BUCKLEY, D. W. ARNER, *op. cit.*, pag. 1395.

⁶⁷ Sarebbe quantomeno ingiusto considerare responsabili di errori o malfunzionamenti i singoli nodi/utenti che, al pari dei soggetti coinvolti nello *smart contract*, generalmente hanno scarse competenze informatiche.

⁶⁸ Sempre D. ROUMPOS, *op. cit.*, pag. 48, sostiene che: “*the existence of a breached duty of care is extremely difficult to prove particularly in the case of smart contracts, where the terms and any potential failure into them are written in a programming language.*”

2.4.2. Possibili soluzioni e interventi normativi

Considerate le molteplici circostanze in cui lo *smart contract developer* potrebbe essere ritenuto responsabile, vale la pena interrogarsi su quali siano le possibili soluzioni da attuare, sia tramite futuri eventuali interventi normativi, sia tramite i comportamenti delle parti coinvolte in uno *smart contract*.

Un primo intervento che è stato ipotizzato riguarda l'introduzione di limiti alla responsabilità degli sviluppatori, specialmente se operano su *blockchain*. Tale intervento risulta, a mio avviso, fortemente auspicabile, magari con modalità simili a quelle utilizzate per introdurre l'istituto del limite del debito del vettore nel settore dei trasporti, prevedendo quindi non già un esonero dalla responsabilità⁶⁹, bensì un limite risarcitorio massimo a beneficio del programmatore. Questo consentirebbe non solo di tutelare una figura chiave per lo sviluppo delle nuove tecnologie, ma anche di accelerare il progresso tecnologico⁷⁰. Risulta infatti evidente come, in assenza di alcun tipo di garanzia, gli sviluppatori possano essere scoraggiati dagli elevati rischi e potenziali risarcimenti, derivanti dallo sviluppo e sperimentazione di un nuovo codice⁷¹. Resta, a mio avviso, necessario che tale intervento sia di carattere normativo, in modo da evitare che l'assenza di un contratto chiaramente disciplinato tra nodi e sviluppatori, tipico di *blockchain* pubbliche, possa inficiare la tutela degli sviluppatori stessi. Va comunque precisato

⁶⁹ La possibilità di esonerare totalmente lo sviluppatore in caso di eventi imprevedibili e inevitabili quali malfunzionamenti su larga scala o massicci attacchi informatici andrebbe, comunque, a mio avviso considerata.

⁷⁰ Per ulteriori ipotesi di applicazione vedasi European Commission Study on Blockchains - Legal, governance and interoperability aspects (SMART 2018/0038), 2020, <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/study-blockchains-legal-governance-and-interoperability-aspects-smart-20180038>, pag.48 s.

⁷¹ A sostegno di questa tesi, D. ROUMPOS, *op. cit.*, pag. 55, spiega che: “*if developers of smart contracts utilized in open distributed ledgers were not allowed to disclaim liability, the costs of code development would increase significantly because they would have to take into account possible legal costs. And since developers are afraid to take on any liability risks; this can disincentivize them from developing innovative smart contract codes.*”

che i risvolti di un intervento in questa direzione richiederanno un'approfondita analisi preliminare, così da evitare che un provvedimento a tutela dello sviluppatore finisca per limitare eccessivamente il risarcimento dovuto a eventuali soggetti danneggiati.

Un secondo possibile intervento, che è ragionevole ipotizzare, riguarda l'istituzione di un obbligo assicurativo per gli *smart contract developers*. Come è stato fatto notare, in assenza di una adeguata copertura assicurativa, lo sviluppatore non disporrebbe infatti delle risorse necessarie a far fronte a eventuali risarcimenti⁷², potendo contare su un compenso spesso inadeguato rispetto ai rischi e responsabilità assunti⁷³. È quindi immaginabile che in futuro possano nascere coperture dedicate agli operatori della *blockchain*, offerte verosimilmente da *pool* di assicurazioni, in modo simile a quanto già avviene nel settore bancario. Questo consentirebbe non solo di garantire il risarcimento dovuto alle parti danneggiate, aumentando il livello di fiducia nelle *blockchain*, ma permetterebbe agli assicuratori (tramite appositi consulenti) di valutare le vulnerabilità del codice in anticipo, stabilendo un premio più basso per *smart contracts* ritenuti maggiormente sicuri. Tale intervento richiede tuttavia a mio avviso ulteriore studio. Basti pensare infatti a come gli sviluppatori siano in gran parte indipendenti o associati in piccoli gruppi, ma allo stesso tempo strettamente collegati gli uni agli altri a causa della natura condivisa delle piattaforme su cui operano. Questa particolarità potrebbe mettere a dura prova il settore assicurativo a causa delle difficoltà nell'individuare e valutare con precisione i singoli soggetti assicurati.

Un ultimo intervento che risulta a mio avviso interessante, sia per la relativa facilità di implementazione, sia per i rilevanti vantaggi che potrebbe portare, riguarda l'introduzione di modelli *standard* di *smart contracts*, personalizzati e adattati in base alle esigenze dei diversi ambiti di applicazione. Tale soluzione si presterebbe particolarmente bene in settori che fanno già ampio ricorso a formulari e modelli

⁷² Si pensi ad esempio agli eclatanti furti di criptovalute a cui si è accennato nel sottoparagrafo 1.2.3. avvenuti nel 2018 e 2019.

⁷³ D. ROUMPOS, *op. cit.*, pag. 57.

contrattuali standardizzati, come ad esempio quello dello *shipping*. Sarebbe possibile, infatti, tramite codici già collaudati, evitare gran parte delle difficoltà interpretative, nonché eventuali errori di codifica, *bugs*⁷⁴ e fraintendimenti. Tale iniziativa renderebbe inoltre gli *smart contracts* potenzialmente accessibili anche a soggetti con competenze informatiche ridotte⁷⁵, consentendo un utilizzo diretto di tale tecnologia da parte degli operatori dei diversi settori.

⁷⁴ Inoltre, come ricordato da R. ABDALLAH, J. BESANCENOT, C. BERTELLE, C. DUVALLET, F. GILLETTA, *op. cit.*, pag.19, esistono già programmi in grado di individuare *bug* ed errori di programmazione; tra i più noti troviamo Oyente, ReGuard, NPChecker e Zeus.

⁷⁵ Le competenze necessarie potrebbero essere acquisite ad esempio mediante corsi di formazione.

CAPITOLO III

BLOCKCHAIN E SMART CONTRACTS

NELLO SHIPPING

3.1. Premessa

Conclusa la prima parte dedicata alla presentazione e descrizione delle nuove tecnologie, sia da un punto di vista tecnico (Capitolo I), che giuridico (Capitolo II), si entrerà ora nel dettaglio della loro applicazione, focalizzando l'attenzione sui settori del trasporto, della logistica e della portualità.

In questo capitolo verrà offerta una panoramica sui principali impieghi di *blockchain* e *smart contracts* in tali settori, analizzandone l'origine, la diffusione e presentando i soggetti maggiormente coinvolti nella loro implementazione. Sarà inoltre presentata una proposta di introduzione della *blockchain* nell'ambito dei *Port Community Systems*, analizzandone punti di forza e debolezze.

In seguito nel Capitolo IV, centrale per la nostra trattazione, si cercherà di andare nel dettaglio di alcune tra le sperimentazioni a mio avviso più interessanti nei singoli settori dello *shipping*, esponendone potenzialità e problematiche attuali, da un punto di vista sia giuridico che operativo.

Conviene fin da subito anticipare come, scendendo nei particolari dei singoli campi di applicazione, la letteratura ufficiale scarseggi, imponendo il ricorso a fonti non scientifiche e alla cosiddetta "letteratura grigia". Tale carenza è motivata dalla ancora scarsa diffusione delle più moderne tecnologie, oltre che dalle ridotte informazioni circa le loro potenzialità applicative; si cercherà comunque, per quanto possibile, di basare la trattazione su dati oggettivi e opinioni autorevoli, offrendo di tanto in tanto qualche spunto di riflessione personale.

Infine, nel Capitolo V verrà proposta una rassegna dei progetti di maggior successo, sia attualmente attivi che in sperimentazione¹, che promuovono l'applicazione di queste tecnologie a specifiche attività legate al contesto marittimo/portuale, in modo da cercare di prevederne gli sviluppi futuri.

3.2. Evoluzione del settore dello *shipping* e innovazione tecnologica

Iniziamo quindi premettendo che il settore dei trasporti e, in particolare, quello delle spedizioni via mare (*shipping*), storicamente si è contraddistinto per un approccio fortemente conservatore e per una scarsa propensione al cambiamento e alle novità da parte dei suoi attori principali². Come viene infatti messo in luce da Martin Stopford, uno dei maggiori esperti in materia, gli armatori, soprattutto in passato, erano soliti mettere in atto strategie di *asset management*, in cui comportamenti speculativi tendevano a prevalere rispetto a strutturati piani di investimento a medio-lungo termine (a meno di evidenti vantaggi finanziari) riducendo quindi al minimo gli sforzi e le iniziative legate alla ricerca e sviluppo di innovazioni³. Benché tale comportamento fosse certamente tipico del trasporto *tramp*⁴, risultava decisamente diffuso anche tra i maggiori operatori di linea che preferivano, nonostante disponessero (e tutt'ora dispongano) di una disponibilità finanziaria e di investimento infinitamente maggiore, a causa della natura oligopolistica del mercato, investire per consolidare la propria posizione

¹ Verranno presi in considerazione anche progetti ritirati, quali ad esempio *TradeLens*, al fine di analizzarne le cause di fallimento.

² M. JOVIC, E. TIJAN, M. FLIPOVIĆ, M. JARDAS, *A Review of Blockchain Technology Implementation in Shipping Industry*, in *Pomorstvo*, 2019, pag. 142.

³ Per approfondimenti su questi temi vedasi M. STOPFORD, *Maritime Economics*, Londra, 2009, ed. III. Tale libro, nelle sue diverse edizioni, rappresenta una pietra miliare dell'economia marittima, nonché un importante punto di riferimento per tutti gli operatori del settore.

⁴ Con il termine *tramp* intendiamo i trasporti via mare svolti da navi, generalmente portarinfuse, che non operano su una rotta fissa, bensì vengono impiegate in aree del mondo variabili in base alla domanda di mercato espressa dai caricatori.

competitiva, piuttosto che sostenere costi e rischi connessi all'innovazione⁵. D'altra parte, anche i porti, che sono senza dubbio un altro *player* rilevante del settore, per loro predisposizione naturale dipendono strettamente dalle scelte degli armatori, condizione che li ha spinti nel corso degli anni a limitarsi ad adattare le proprie infrastrutture, sia tangibili che intangibili, seguendo l'evoluzione e le richieste del mercato e concentrando gli sforzi principalmente sul miglioramento dell'efficienza interna⁶. Tale condotta è inoltre largamente motivata dalla loro natura; parliamo infatti di infrastrutture specializzate e gestite, quasi sempre, da soggetti privati che operano su concessione per un tempo limitato ed entro i limiti imposti dall'autorità concedente. Risulta quindi evidente come questo aspetto possa scoraggiare i terminalisti (specialmente quelli meno forti finanziariamente) dall'imbarcarsi in investimenti onerosi e dai risultati incerti. È possibile quindi, alla luce di una serie di comportamenti consolidati nel tempo, individuare ancora oggi un gran numero di tradizioni e procedure, che caratterizzano questi settori e che da secoli vengono tramandate invariate, che rendono questo mondo tanto affascinante quanto, a volte, operativamente obsoleto e inefficiente.

Negli ultimi anni, tuttavia, il settore ha subito profondi cambiamenti, specialmente a seguito di una progressiva, ma inesorabile concentrazione delle quote di mercato e delle rotte nelle mani di un ristretto numero di operatori di linea, che oggi si presentano come *global carriers* altamente integrati verticalmente e dotati di *terminal* e infrastrutture in concessione per lunghi periodi di tempo.

Le maggiori dimensioni delle compagnie, una gestione aziendale più efficiente⁷ e un mercato in difficoltà a seguito della crisi del 2008 hanno spinto il settore a

⁵ Come spiegano chiaramente G. BOVASSANO, C. FERRARI, A. TEI, *op. cit.*, pag. 1: “since liner shipping is characterised by network issues, every novel solution often needs to be applicable to the whole network, exponentially increasing the costs of deploying the innovation as well as the potential barriers to invest in solution that do not show a clear competitive advantage.”

⁶ I porti sono storicamente “*Innovation takers*”.

⁷ Oggi le compagnie marittime vengono gestite quasi totalmente da manager professionisti tramite modelli di *governance* strutturati. In passato era invece prevalente una gestione accentrata nelle manie dell'armatore e della sua famiglia, peculiarità che permane in alcune compagnie storiche.

evolvere, divenendo un vero e proprio banco di prova per importanti progetti e innovazioni⁸. Inoltre, un po' come avvenuto in molti altri ambiti, la pandemia da Covid-19 ha dato un rilevante impulso al processo di digitalizzazione, orientando cospicui investimenti sulle nuove tecnologie.

La possibilità di applicare la *blockchain* al settore dello *shipping* nasce nel 2014, quando alcuni operatori⁹ dichiarano l'intenzione di investire in nuove tecnologie ICT¹⁰ per riorganizzare il proprio business. Da quel momento diverse compagnie di navigazione e terminalisti iniziano a testarne l'impatto sulla *supply chain*¹¹ con risultati promettenti. La *blockchain* attira fin da subito l'attenzione, in quanto, in un settore fortemente *capital intensive*, la possibilità di creare valore aggiunto tramite l'erogazione di informazioni aggiuntive al cliente in merito alla spedizione viene immediatamente vista come una possibile fonte di vantaggio competitivo. Le compagnie prevedono inoltre di poter aumentare la propria efficienza e creare moderni sistemi di *business intelligence*; motivazioni che giustificano, nell'arco di pochi anni, massicci investimenti in tale tecnologia. Questi sforzi si concretizzano tramite il progetto *TradeLens*, che, come si avrà modo di approfondire¹², nasce da una collaborazione tra la compagnia di navigazione Maersk e il colosso dell'informatica IBM e a cui nel 2019 aderiscono alcuni tra i maggiori *carriers* (tra i più importanti troviamo MSC, Hapag-Lloyd, ONE e CMA-CGM) e anche qualche rilevante operatore portuale.

È opportuno puntualizzare che, in aggiunta a compagnie marittime e altri soggetti operanti nel contesto marittimo/portuale, un ruolo cruciale nell'implementazione

⁸ Si pensi ad esempio a come, tramite gli ambiziosi obiettivi sulla riduzione delle emissioni di CO₂ (del 40% entro il 2030 e del 70% entro il 2050) fissati dall'IMO, il trasporto marittimo si ponga come capofila nei progetti di decarbonizzazione e transizione *green*.

⁹ Per approfondimenti sui diversi passaggi storici, si rinvia a:
<https://www.bloomberg.com/professional/blog/blockchain-revolutionize-shipping-industry/>.

¹⁰ *Information and Communication Technology*.

¹¹ G. BOVASSANO, C. FERRARI, A. TEI, *op. cit.*, pag. 1 ss.

¹² Per una panoramica su progetti e collaborazioni in atto, si rinvia al Capitolo V.

di queste tecnologie è riservato a operatori del settore informatico e dell'ICT, nonché ad autorità locali e altri operatori della *supply chain*.

Arrivando ad analizzare il settore ai giorni nostri, possiamo osservare un coinvolgimento da parte di tutti i principali attori del trasporto di linea¹³ all'interno di progetti, in fase più o meno avanzata, di sperimentazione della *blockchain*. Sono nate inoltre vere e proprie alleanze come la *Global Shipping Business Network* (GSBN), che promuovono un impegno condiviso all'interno del settore. Va inoltre osservato come, prevedibilmente, l'interesse si concentri su piattaforme di tipo privato (*permissioned*), talvolta sotto forma di *consortium*, a causa delle maggiori garanzie in termini di *privacy*, trasparenza e velocità nelle operazioni offerte. Le *blockchain* più popolari nel settore, attualmente sono *Hyperledger Fabric*, *Corda*¹⁴, *Ethereum* and *Ethereum Quorum*¹⁵.

Come si avrà modo di approfondire¹⁶, oggi, complice una sempre maggiore conoscenza delle piattaforme *blockchain* e degli *smart contracts*, le loro applicazioni al mondo dello *shipping* sono molteplici e toccano quasi tutte le attività che riguardano tale ambito; spaziando dalla gestione documentale ai controlli e coinvolgendo anche altri settori ad esso connessi, come quello assicurativo e finanziario¹⁷. Tra i potenziali benefici conviene citare alcune stime che prospettano una possibile riduzione del 5% dei costi di trasporto semplicemente eliminando gli errori che coinvolgono le fatture e un ulteriore taglio

¹³ Rispetto alle compagnie già citate, è possibile annoverare anche COSCO, ONE, Evergreen Line, Yang Ming Marine Transport Corporation, Pacific International Lines (PIL) e Zim, oltre ad altri operatori minori.

¹⁴ È necessario specificare che *Corda*, nonostante si basi su un registro distribuito, non possa essere considerata una *blockchain*, in quanto le informazioni caricate su di essa non vengono archiviate mediante la creazione dei classici "blocchi".

¹⁵ Per approfondimenti sulle piattaforme *blockchain* nello *shipping* e un dettaglio su quelle citate, si veda S. PU, J. S. L. LAM, *Blockchain adoptions in the maritime industry: a conceptual framework*, in *Mar. Pol. Manag.*, 2021, pag. 779 ss., in particolare le tabelle 1-2-3.

¹⁶ V., *infra*, paragrafo 3.4.

¹⁷ Stranamente, tuttavia, questi due settori sono tra i meno indagati dalla letteratura, fatto che risulta quantomeno curioso se pensiamo che la *blockchain* è nata proprio come mezzo per agevolare i pagamenti.

del 20% derivante dal passaggio a documenti digitalizzati¹⁸. Inoltre, il progetto *TradeLens* nel 2019 aveva ipotizzato una possibile riduzione del 40% dei tempi di consegna grazie a soluzioni basate su *blockchain* e *smart contracts*.

Il quadro non è tuttavia così roseo come potrebbe sembrare e molteplici difficoltà si manifestano lungo il percorso che porta a un'effettiva implementazione di queste tecnologie; si pensi solo come, alle già di per sé complesse questioni giuridiche affrontate nei precedenti capitoli, si aggiunga la necessità di aggiornare tutta la normativa in materia di trasporti e infrastrutture, nel tentativo di prevedere gli sviluppi futuri di un ambito, quale quello tecnologico, soggetto a un'evoluzione estremamente rapida. Un ulteriore problema riguarda l'assenza di *standard* operativi all'interno del settore, sia a livello di piattaforme impiegate, sia a livello di integrazione tra sistemi informativi e infrastrutture informatiche utilizzati dai diversi attori coinvolti¹⁹. Ciò comporta difficoltà nella trasmissione dei dati e lentezza nei processi²⁰, che a loro volta generano servizi inaffidabili e di bassa qualità. Risulta quindi opportuno effettuare un'analisi, a scopo conoscitivo, dell'effettivo stato dell'arte riguardante la diffusione delle nuove tecnologie all'interno del settore e dei loro potenziali sviluppi futuri.

¹⁸ G. BOVASSANO, C. FERRARI, A. TEI, *op. cit.*, pag. 2.

¹⁹ I problemi legati a integrazione e condivisione dei dati risalgono tuttavia a ben prima dell'impiego della *blockchain* e rappresentano una delle maggiori criticità nel settore dei trasporti.

²⁰ Si pensi, ad esempio, ai controlli sulle merci importate, che vengono svolti da una moltitudine di soggetti, tra cui operatori doganali, Guardia di Finanza, autorità sanitaria, ecc., ciascuno operante, in molti casi, tramite una piattaforma informatica propria. Da questo scarso coordinamento derivano ripetizioni di controlli, perdite di tempo e inefficienze.

3.3. Gli studi della dottrina e la posizione degli operatori del settore riguardo alle nuove tecnologie

Nonostante gli impatti elevati che la *blockchain* potrebbe avere sul settore dello *shipping*, è interessante notare come le pubblicazioni di carattere scientifico che li analizzano puntualmente scarseggino²¹. Da ricerche svolte su piattaforme quali “UNO per tutto” e “Scopus” emerge fino al 2019 un interesse per questi temi decisamente limitato²², con un numero di pubblicazioni e articoli in merito assolutamente esiguo. Interesse che, nonostante apparisse già in graduale aumento nella seconda metà dell’anno, è cresciuto esponenzialmente a seguito della pandemia²³, a fronte però di una diffusa incertezza, da parte degli Autori esaminati, in merito alle possibili evoluzioni di tali tecnologie. La maggior parte delle fonti, infatti, tende a descrivere genericamente l’argomento, evidenziando i potenziali benefici e rischi che le nuove tecnologie potrebbero avere sul settore, oppure entra nel dettaglio tecnico del funzionamento della *blockchain*²⁴ e delle sue applicazioni, senza approfondirne in modo esaustivo, ad esempio, i risvolti giuridici connessi a un suo impiego nel settore dei trasporti. I temi maggiormente trattati, infine, sono il *supply chain management* e la polizza elettronica, mentre sono quasi del tutto ignorate le applicazioni in campo assicurativo, portuale²⁵ e gli eventuali risvolti

²¹ S. TSIULIN, K. H. REINAU, O.-P. HILMOLA, N. GORYAEV, A. KARAM, *op. cit.*, pag. 205 ss.; S. PU, J. S. L. LAM, *op. cit.*, pag. 778 ss.

²² Le ricerche condotte da G. BOVASSANO, C. FERRARI, A. TEI, *op. cit.*, pag. 4 ss., evidenziano come, da una ricerca su Scopus a luglio 2019, emergessero solo 37 pubblicazioni digitando “*blockchain AND shipping*”; “*blockchain AND maritime*”; “*blockchain AND ports*”, mettendo inoltre in luce come tutte fossero recenti (pubblicate nel periodo 2017-2019).

²³ La stessa ricerca, ripetuta a maggio 2023, annovera 161 documenti, mostrando una tendenza in aumento nel corso degli anni (con rispettivamente 29, 37 e 49 articoli pubblicati nel 2020, 2021 e 2022).

²⁴ Tra le pubblicazioni in materia, accessibili tramite Scopus a maggio 2023, quasi il 45% attenga agli ambiti di *Computer Science* ed *Engineering*; percentuale che ha visto comunque una significativa riduzione negli anni.

²⁵ Non vengono quasi mai menzionate le potenzialità legate nello specifico ad alcune attività svolte ai *terminal*, quali i controlli al ritiro dei container, il monitoraggio degli

che una diffusione delle nuove tecnologie potrebbe avere su alcune figure tipiche del settore marittimo.

D'altra parte, una ricerca in *internet* mette in luce come anche da parte degli stessi operatori di settore vi sia ancora scarsa consapevolezza in merito a questi temi e le principali informazioni risultino reperibili solo tramite un'analisi dei maggiori progetti in atto, che però, com'è verosimile attendersi, delineano un quadro fortemente frammentato e disomogeneo. Se da un lato, infatti, i maggiori *global carriers* sono già in una fase avanzata nella sperimentazione²⁶, dall'altro osserviamo una moltitudine di altri operatori del settore, tra cui spedizionieri, MTO²⁷, NVOCC²⁸, consolidatori, agenti raccomandatari, ma anche piccole compagnie di navigazione, logistiche o operanti nell'indotto, che risultano ancora fortemente impreparati di fronte a un tema che nei prossimi anni promette di rivoluzionare il settore.

Al fine di colmare tale divario, che rischia di vedere penalizzati gli operatori locali più piccoli, a mio avviso un contributo decisivo potrebbe essere offerto, almeno a livello nazionale, dalle Autorità di Sistema Portuale (ADSP), che già oggi agiscono in qualità di regolatori, potendo contare su una capillare conoscenza del territorio e dei diversi *stakeholder* che operano all'interno di una specifica comunità portuale²⁹. Un coordinamento tra i diversi soggetti coinvolti risulta infatti imprescindibile se si parla di nuove tecnologie. Questo, infatti, se visto non come una tregua temporanea rispetto a comportamenti normalmente conflittuali, bensì come una strutturata collaborazione, potrebbe consentire da un lato la condivisione degli investimenti necessari allo sviluppo e implementazione di piattaforme

ingressi ai *gate*, l'allocazione delle merci a piazzale o la redazione di documenti d'inventario.

²⁶ È notizia recente la notizia con cui la *Digital Container Shipping Association* (DCSA) ha dichiarato un impegno, da parte di nove tra i maggiori vettori marittimi, ad emettere il 100% delle polizze di carico in formato elettronico entro il 2030.

²⁷ *Multimodal Transport Operator*.

²⁸ *Non-Vessel Operating Common Carrier*.

²⁹ Si pensi agli enormi progressi in tema di coordinamento, integrazione e condivisione di informazioni resi possibili a seguito dello sviluppo dei vari *Port Community Systems* (PCS) su iniziativa delle diverse ADSP.

complesse come le *blockchain*³⁰ e dall'altro la possibilità di eliminare tutte quelle inefficienze del sistema portuale che, in seguito alla pandemia, sono tornate in primo piano.

In ultima analisi risulta opportuno evidenziare come da parte degli operatori di settore venga espressa un'opinione generalmente sfavorevole in merito all'attuale quadro normativo che disciplina le nuove tecnologie³¹. In seguito alle analisi effettuate nel Capitolo II tale affermazione non dovrebbe sorprendere, ma risulta comunque interessante, in quanto ci ricorda come un intervento del legislatore volto a colmare i vuoti normativi legati a *blockchain* e *smart contracts* potrebbe dare un impulso rilevante alla loro diffusione.

Alla luce di queste considerazioni risulta quindi fondamentale, a mio avviso, che un settore storico come quello marittimo e della portualità riesca a cogliere e sfruttare in modo proficuo le molteplici opportunità che i processi di digitalizzazione stanno offrendo, specialmente a causa del ruolo centrale che questo settore svolge nello sviluppo delle economie globali. Intuitivamente, però, un omogeneo raggiungimento di obiettivi tanto ambiziosi da parte di un numero elevato di operatori profondamente diversi tra loro comporta per sua natura la necessità di un impegno condiviso tra i diversi *stakeholder*, così da evitare che le nuove tecnologie restino in futuro appannaggio esclusivo delle compagnie maggiori³².

³⁰ Una piattaforma condivisa sarebbe inoltre sinonimo di maggiore accessibilità e ridotti costi per la formazione e l'aggiornamento del personale chiamato a utilizzarla.

³¹ G. BOVASSANO, C. FERRARI, A. TEI, *op. cit.*, pag. 6, evidenziano come gli operatori ripongano scarsa fiducia anche nelle autorità doganali, che invece, a causa della loro funzione di connessione tra il legislatore e gli operatori stessi, potrebbero giocare un ruolo importante nello sviluppo di una *blockchain* condivisa.

³² Viene evidenziato da N. WAGNER, B. WISNICKI, *op. cit.*, pag. 159, che nel 2019 gli 11 maggiori operatori di linea coinvolti in progetti di sperimentazione della *blockchain* detenevano, in totale, circa l'84% delle quote di mercato. Dato che nel 2023 si attesta all'86,1%. <https://alphaliner.axsmarine.com/PublicTop100/>.

3.4. Panoramica sui principali campi di applicazione delle nuove tecnologie

Le potenziali applicazioni delle nuove tecnologie al settore dello *shipping* sono molteplici e ne riguardano pressoché tutti gli ambiti. La *blockchain*, ad esempio, trova applicazione nella gestione del flusso documentale e dei pagamenti, grazie alle elevate garanzie in termini di sicurezza e immutabilità che offre. Gli *smart contracts*, invece, si prestano particolarmente bene nell'automazione di una serie di processi, inerenti, per esempio, al *supply chain management* e al settore assicurativo, grazie alla stringente logica di “causa-effetto” che li contraddistingue. Oltretutto, anche un loro impiego come mezzo per una progressiva disintermediazione nel settore potrebbe essere promettente. Vanno ricordati infine gli *oracles*, indispensabili per il funzionamento degli *smart contracts*, ma anche potenzialmente alla base di interventi di monitoraggio, per un più preciso controllo del flusso fisico e informativo e una riduzione delle inefficienze nel settore.

Di seguito è quindi proposta una rassegna dei principali impieghi operativi delle nuove tecnologie, che verranno poi approfonditi singolarmente nel Capitolo IV.

3.4.1. La gestione del flusso documentale

Il primo impiego rilevante per la nostra trattazione riguarda la gestione del flusso documentale³³. Con questo termine intendiamo la sequenza di documenti che inizia con il processo di esportazione e si conclude con la ricezione del carico da parte dell'importatore.

³³ S. TSIULIN, K. H. REINAU, O.-P. HILMOLA, N. GORYAEV, A. KARAM, *op. cit.*, pag. 214 ss.; E. GANNE, *Can Blockchain revolutionize international trade?*, WTO report, 2018, https://www.wto.org/english/res_e/booksp_e/blockchainrev18_e.pdf, pag. 17 ss.

Tra quelli necessari a concludere la spedizione o allegati troviamo³⁴ polizze di carico, dichiarazioni doganali, *charter parties*, certificati di origine, fatture, lettere di credito, distinte d’imballaggio, polizze assicurative, dichiarazioni VGM³⁵ e IMDG³⁶, a cui se ne aggiungono altri in caso di trasporti complessi, multimodali o in presenza di intermediari³⁷.

Ciascuno di questi documenti deve essere messo a disposizione, come si è visto, di tutti i soggetti che intervengono, a vario titolo, per consentire o agevolare la spedizione³⁸, in un processo che, oltre ad essere lento e macchinoso, comporta ad ogni passaggio un aumento del rischio di errori di trascrizione, incomprensioni, smarrimenti, manomissioni, falsificazioni e frodi³⁹. Per avere un’idea della portata di questo fenomeno, si pensi che nel 2018 in media il 29% del tempo totale, trascorso dal momento in cui la merce partiva dalla fabbrica, fino alla consegna ai rivenditori al dettaglio, era dovuto all’attesa dei documenti presso i diversi soggetti coinvolti. Il costo della documentazione, inoltre, incideva tra il 15% e il 20% del costo totale della spedizione⁴⁰.

³⁴ Per una rassegna completa dei numerosi documenti interessanti *l’import-export* si rinvia a M. G. BELU, *Application of Blockchain in International Trade: An Overview*, in *Romanian Econom. J.*, 2019, pag. 11 ss.

³⁵ *Verified Gross Mass*.

³⁶ *International Maritime Dangerous Goods*.

³⁷ Una raffigurazione certamente d’impatto è proposta da E. GANNE, *Blockchain for trade: when code needs law*, in *AJIL Unbound*, 2021, pag. 419, che spiega come la spedizione di un container da Mombasa a Rotterdam produca una pila di documenti alta 25 centimetri, con circa 30 operatori coinvolti, per un totale di oltre 100 persone e 200 interazioni necessarie.

³⁸ Tra questi troviamo vettori, caricatori, destinatari, esportatori/importatori, spedizionieri, terminalisti, agenti marittimi, dogane, autorità portuali, compagnie assicurative, banche, ecc.

³⁹ Come evidenziato da E.H. GREEN, E.W. CARR, J.J. WINEBRAKE, J.J. CORBETT, *op. cit.*, pag. 24, “*Examples of fraud in the maritime sector include: falsification of Bills of Lading, including under-invoicing to avoid taxes; bribes and illicit payments to obtain contracts, influence inspections or enable port operations; and defrauding importers or exporters with illegally purchased letters of credit. Such fraudulent activities are estimated to increase the cost of shipping operations by 10%*”.

⁴⁰ S. PU, J. S. L. LAM, *op. cit.*, pag. 782.

Il trasferimento di tale processo dal mondo “reale” a quello virtuale, tramite una progressiva adozione della *blockchain*⁴¹, consentirebbe un facile accesso da parte di tutti i soggetti interessati, alle informazioni pubblicate su di essa. Si otterrebbero inoltre, un incremento della sicurezza grazie alla tecnologia *tamper-proof* e un abbattimento dei tempi di trasmissione e ricezione, grazie alla possibilità da parte di tutti i soggetti coinvolti, di accedere al registro condiviso in qualsiasi momento. Come si avrà modo di approfondire parlando della polizza di carico elettronica, tuttavia, ad elevati benefici corrispondono attualmente altrettante questioni irrisolte di carattere giuridico e applicativo⁴².

Questi temi risultano d’interesse non solo per gli operatori di settore, ma anche per i mittenti e destinatari del carico. Si pensi ad esempio all’ipotesi, in passato decisamente comune e oggi ormai improbabile, di una compravendita di merci, con annesso trasporto containerizzato via mare, in cui la nave designata arrivi a destinazione più rapidamente rispetto al tempo impiegato dalla polizza di carico per essere trasferita dal venditore al compratore. In tal caso il destinatario si troverebbe nella sfortunata condizione di non poter ritirare le merci⁴³, che verrebbero verosimilmente sbarcate presso un *terminal* o un deposito con elevati costi connessi all’*overtime* rispetto ai tempi di franchigia.

Strettamente legato al flusso documentale troviamo il tema della condivisione di informazioni. In questo campo la *blockchain* potrebbe segnare una vera e propria svolta; è stato stimato, infatti, che un migliore coordinamento nella condivisione dei dati tra i diversi *stakeholder* della comunità marittimo/portuale potrebbe consentire una riduzione dei costi di spedizione di un container fino a 300\$⁴⁴, con un risparmio di circa 5,4 milioni di dollari per una nave da 18.000 TEUs. Inoltre,

⁴¹ Da qui in avanti, descrivendo o ipotizzando l’adozione di una *blockchain* all’interno delle diverse attività commerciali che andremo a descrivere, si intenderà, salvo diversamente specificato, una piattaforma di tipo privato (*permissioned*).

⁴² V., *infra*, paragrafo 4.5.

⁴³ La polizza ha tre ruoli principali: prova l’esistenza del contratto di trasporto marittimo, individua l’avente diritto al carico garantendogli il diritto a ritirare le merci e certifica le condizioni delle merci stesse.

⁴⁴ S. PU, J. S. L. LAM, *op. cit.*, pag. 782.

una maggiore efficienza nel riempimento dei container⁴⁵ tramite soluzioni di *container sharing* e servizi LCL⁴⁶, comporterebbe una riduzione delle emissioni annuali di CO₂ di circa 4,5 milioni di tonnellate. Ricordiamo infatti come gli obiettivi legati alla decarbonizzazione siano diventati centrali negli ultimi anni e, tenendo conto che l'80% dei beni di consumo viaggia via mare, per un valore complessivo di 4 trilioni di dollari l'anno, l'impatto del settore dello *shipping* in termini di emissioni inquinanti sia oggetto di forte attenzione⁴⁷. Tuttavia, finora, una scarsa fiducia reciproca tra gli operatori coinvolti ha rappresentato il principale ostacolo al raggiungimento di questi obiettivi⁴⁸.

3.4.2. Il processo finanziario e il flusso dei pagamenti

Il secondo impiego significativo riguarda il processo finanziario e il flusso dei pagamenti. Tali materie finora sono state appannaggio quasi esclusivo di banche e istituti di credito; tuttavia, già da diversi anni, alcuni Autori mettono in luce come, specialmente a seguito della crisi finanziaria e dei successivi accordi di Basilea III, le politiche prudenziali sui finanziamenti da parte delle banche stiano limitando la crescita del settore marittimo⁴⁹. La conseguenza di questa riduzione nell'accesso

⁴⁵ Grazie alla *blockchain*, i soggetti addetti al riempimento dei container potrebbero, ad esempio, segnalare in modo rapido e trasparente eventuali spazi ancora a disposizione prima della partenza, consentendone l'utilizzo da parte di qualche caricatore o spedizioniere. Questa pratica, già diffusa tramite i *software* impiegati dai singoli operatori, consente di sfruttare al massimo la capacità di carico, in termini di peso e volume, del container.

⁴⁶ Con l'acronimo LCL (*Less than Container Loaded*) si intendono spedizioni in cui il container contiene merce appartenente a caricatori diversi, in modo da saturare, in termini di peso o volume, la capacità del container stesso.

⁴⁷ S. MARENKOVIĆ, E. TIJAN, S. AKSENTIJEVIĆ, *Blockchain Technology Perspectives in Maritime Industry*, in *2021 44th International Convention on Information, Communication and Electronic Technology (MIPRO)*, 2021, pag. 1414.

⁴⁸ Per un focus su questo tema si rinvia al sottoparagrafo 3.4.4.

⁴⁹ Per approfondimenti su questi temi vedasi A. LOZINSKAIA, A. MERIKAS, A. MERIKA, H. PENIKAS, *Determinants of the probability of default: the case of the internationally listed shipping corporations*, in *Mar. Pol. Manag.*, 2017, pag. 837 ss.

al credito si manifesta mediante un maggior ricorso ai mercati di capitali da parte degli armatori, tramite emissioni di obbligazioni o *Initial Public Offering* (IPO)⁵⁰, strategia che rischia però di penalizzare le compagnie più piccole, a causa degli elevati interessi che sarebbero chiamate a corrispondere per via delle scarse garanzie offerte. Da questo punto di vista la *blockchain* consentirebbe l'accesso a nuove fonti tramite innovative soluzioni finanziarie, tra cui, ad esempio, l'*Initial Coin Offering* (ICO). Questa si differenzia dall'IPO per una ridotta necessità di intermediari, un sistema agevolato di transazioni internazionali, un elevato livello di trasparenza, oltre che per un semplice ricorso a elevate liquidità⁵¹. Risulta tuttavia fondamentale ricordare che, data l'attuale scarsa regolamentazione in materia di piattaforme a registro distribuito e criptovalute, le ICO restano uno strumento altamente rischioso e che offre scarse garanzie.

Parlando ora dei pagamenti, va puntualizzato che questo si presenta come un tema estremamente ampio, a causa della complessa rete di transazioni che coinvolge tutti i soggetti operanti all'interno del settore marittimo. Si pensi solo alla moltitudine di contratti che è possibile incontrare in tale ambito, ciascuno con caratteristiche e peculiarità uniche nella determinazione dei rapporti tra le parti, che si riflettono, di conseguenza, in una gestione *ad-hoc* degli aspetti finanziari⁵².

Risulta inoltre opportuno evidenziare che le rimesse internazionali (prevalenti in un settore globalizzato come lo *shipping*) hanno attualmente un costo variabile tra il 5% e il 20% per transazione e impiegano diversi giorni per essere accreditate⁵³.

⁵⁰ Un'offerta pubblica iniziale è un'offerta al pubblico dei titoli di una società che intende quotarsi per la prima volta su un mercato regolamentato.

⁵¹ Le prime ICO furono lanciate per raccogliere fondi per nuove criptovalute; tuttavia, i loro usi oggi sono molteplici. Il loro funzionamento è simile a quello delle azioni, in quanto prevedono il rilascio di *token* in cambio di denaro o beni.

⁵² Si immagini, solo a titolo illustrativo, alla posizione di un'agente marittimo, che da un lato è chiamato a versare all'armatore i ricavi derivanti dalla gestione operativa, commerciale e finanziaria della nave e, dall'altro, riceve un compenso per il proprio lavoro dall'armatore stesso. Risulta evidente come anche il rapporto di agenzia, tra i più risalenti e consolidati nel settore, comporti una complessa rete di pagamenti, connessa a temi squisitamente finanziari come *transfer pricing*, *netting systems*, ecc.

⁵³ Uno studio su questi temi applicati alle compagnie di trasporto riportato da M. DOBROVNIK, D.M. HEROLD, E. FÜRST, S. KUMMER, *op. cit.*, pag. 11, evidenzia

Tramite il ricorso a una *blockchain* sarebbe possibile ridurre tali costi al 2%-3%⁵⁴ e ottenere transazioni pressoché immediate, grazie a un modello di pagamenti maggiormente efficiente e, almeno teoricamente, più sicuro dell'attuale sistema SWIFT⁵⁵.

In questa sede questo tema verrà trattato focalizzandosi sulle questioni giuridiche connesse a sistemi evoluti di pagamento basati su *blockchain* e *smart contracts* applicati alla *Letter of Credit*. Questa rappresenta oggi il più comune sistema per il regolamento dei pagamenti tra importatori ed esportatori, sottostante a un contratto di compravendita con annesso trasporto e disciplinato da un INCOTERM⁵⁶. In questo ambito, una *consortium blockchain* potrebbe infatti facilitare o sostituire il ruolo di garanzia svolto da *Issuing bank* e *Advising bank*⁵⁷.

3.4.3. Supply chain management

Il terzo impiego è strettamente connesso a temi quali *Internet of Things* (IoT)⁵⁸ e *device connectivity*, sui quali si ragionerà parlando di *supply chain management*,

un'attesa media per l'incasso dei pagamenti di 42 giorni, stimando gli effetti di un'applicazione della *blockchain* in una riduzione dei costi del capitale del 75%, un aumento della liquidità del 25% e dei profitti della *supply chain* tra il 2% e il 4%.

⁵⁴ S. PU, J. S. L. LAM, *op. cit.*, pag. 783.

⁵⁵ Il sistema di pagamenti internazionali SWIFT (*Society for Worldwide Interbank Financial Telecommunication*) è una codifica che consente agli istituti di credito sparsi nel mondo di identificarsi e comunicare per dare seguito ai pagamenti internazionali.

⁵⁶ Gli *Incoterms* (*International Commercial Terms*) sono termini contrattuali, codificati dalla Camera di Commercio Internazionale, che identificano in maniera chiara la ripartizione tra venditore e compratore delle obbligazioni, dei rischi e dei costi connessi alla consegna della merce.

⁵⁷ Rispettivamente, la banca del compratore e quella del venditore coinvolti in un pagamento tramite *Letter of Credit*.

⁵⁸ Con tale termine intendiamo la rete di oggetti fisici, provvisti di sensori, *software* e altre tecnologie integrate, allo scopo di connettere e scambiare dati con altri dispositivi e sistemi su *internet*. Questi dispositivi spaziano dai normali oggetti domestici ai sofisticati strumenti industriali.

assicurazioni e *oracles*⁵⁹. Tale argomento risulta certamente tra i più interessanti oltre che, probabilmente, il più intuitivo da immaginare, anche per un soggetto poco esperto di logistica. Il controllo della *supply chain* tramite *blockchain* consente infatti di ottenere una molteplicità di vantaggi, tra cui la possibilità di avere un'idea immediata e precisa della posizione dei veicoli, delle merci e dei container (*track-and-trace*), conoscere la provenienza di un prodotto evitando manomissioni o frodi, misurare in tempo reale la temperatura di conservazione del carico durante il trasporto⁶⁰ e poter, se necessario, intervenire tempestivamente al fine di evitare danni, ridurre tempi e costi di verifica dei documenti e dei controlli doganali sulle merci, ecc.

La *blockchain* potrebbe inoltre aumentare il livello di sicurezza all'interno di aree portuali, *terminal*, interporti e magazzini; ad esempio, autorizzando al ritiro delle merci solo i soggetti in possesso di un codice identificativo o *QR code*, rilasciato su consenso degli altri nodi della piattaforma, oppure garantendo un preciso tracciamento dei movimenti dei container grazie a codici ID identificativi, scannerizzati da appositi sensori e telecamere ad ogni movimentazione.

Infine, l'impiego di *smart contracts* in questo ambito potrebbe risultare interessante nella creazione di automatismi al verificarsi di predefiniti eventi⁶¹.

Nonostante le evidenti potenzialità, tali applicazioni non verranno analizzate nei dettagli, in quanto non presentano, se trattate singolarmente, particolari spunti di riflessione da un punto di vista giuridico. Saranno invece oggetto di riflessione gli effetti che l'impiego delle nuove tecnologie potrebbe avere su una definitiva

⁵⁹ S. TSIULIN, K. H. REINAU, O.-P. HILMOLA, N. GORYAEV, A. KARAM, *op. cit.*, pag. 215; M. DOBROVNIK, D.M. HEROLD, E. FÜRST, S. KUMMER, *op. cit.*, pag. 6 ss.

⁶⁰ Informazione cruciale se pensiamo all'ammontare di prodotti che necessitano di essere conservati ad una temperatura costante durante il trasporto. Questi vengono generalmente conservati in container refrigerati (*reefer*).

⁶¹ Potrebbe essere implementato, ad esempio, un sistema di feedback che notifica all'autotrasportatore che deve ritirare un container, il momento in cui la nave si avvicina al porto di sbarco, in modo da programmare al meglio l'appuntamento modale ed evitare attese e congestione ai *terminal*.

disciplina del trasporto multimodale derivanti, ad esempio, da una definizione più accurata delle responsabilità di un vettore legate a perdita o avaria del carico⁶², o alla risoluzione di controversie tra mittente e destinatario in merito allo stato delle merci⁶³.

3.4.4. Port Community System

Come anticipato parlando di flusso documentale e, più precisamente, di accesso alle informazioni, il principale ostacolo a un'effettiva integrazione tra le diverse piattaforme impiegate dai vari attori del settore marittimo/portuale è dato da una generale riluttanza alla condivisione di dati, considerati strategici e alla base di un vantaggio competitivo per numerosi operatori⁶⁴.

Vale la pena quindi cercare di comprendere le potenzialità della tecnologia *blockchain*, applicata a uno strumento già esistente, come il *Port Community System* (PCS), come mezzo per il perseguimento di tutti quei benefici elencati in precedenza e derivanti da un migliore coordinamento tra i diversi *stakeholder*⁶⁵.

A livello normativo nazionale è opportuno richiamare, innanzitutto, il Piano Strategico Nazionale della Portualità e della Logistica, emanato nel 2015 con lo

⁶² M. BRIGNARDELLO, *Utilizzo e potenzialità delle Blockchains e degli Smart Contracts nel settore dello Shipping: problematiche giuridiche*, cit., pag. 738 s.

⁶³ S. TSIULIN, K. H. REINAU, O.-P. HILMOLA, N. GORYAEV, A. KARAM, *op. cit.*, pag. 215.

⁶⁴ In un settore fortemente intermediato, questo non dovrebbe sorprendere. Si pensi ad esempio al rischio che correrebbe uno spedizioniere, rivelando le generalità dei propri clienti ai diversi vettori scelti per il trasporto. Questi ultimi potrebbero infatti mettersi in contatto direttamente con i caricatori per la stipula di successivi contratti, essendo in grado di proporre tariffe più competitive tramite l'eliminazione dei costi connessi al lavoro dell'intermediario.

⁶⁵ Per ulteriori approfondimenti sul tema e un confronto tra gli attuali PCS e le piattaforme *blockchain* si rinvia a S. TSIULIN, K. H. REINAU, N. GORYAEV, *Conceptual Comparison of Port Community System and Blockchain Scenario for Maritime Document Handling*, in *2020 Global Smart Industry Conference (GloSIC)*, 2020, pag. 66 ss.

scopo di evidenziare le criticità del sistema logistico italiano e mettere in luce le disparità territoriali che l'assenza di una regia unica ha comportato. Il piano si inserisce nell'ambito della creazione di una Piattaforma Nazionale Logistica (PNL), come definita dal decreto del MIT n. 18T del 2005 e dal 2012, sotto il controllo della società UIRNet S.p.a. Da questo documento deriva la Direttiva 20 marzo 2018 del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, che promuove un coordinamento centralizzato dei *Port Community Systems* nel perimetro della PNL, ponendo inoltre le basi per la creazione di un Modello unico di PCS (MUPCS).

Nonostante il concetto di *Port Community System* risalga a ben prima degli interventi normativi citati, all'interno della Direttiva è possibile trovare una puntuale definizione di PCS, che viene presentato in questo ambito come “*un sistema informatico aperto e neutrale che abilita lo scambio di informazioni mirato e sicuro tra operatori economici e enti pubblici [...] In particolare, il PCS ottimizza, gestisce e automatizza i processi portuali, ivi compresi quelli autorizzativi, amministrativi e logistici, attraverso la singola immissione del dato e lo scambio di informazioni con il trasporto e la catena logistica.*”

Risulta subito interessante notare come questa definizione richiami in gran parte i principi cardine su cui si basa una piattaforma *blockchain*, parlando infatti di “sistema aperto, neutrale e sicuro”. Anche gli obiettivi appaiono inoltre sovrapponibili; si fa riferimento a scambio di informazioni, automazione (concetto che richiama gli *smart contracts*) e singola immissione dei dati. Alla luce di queste evidenze mi sembra del tutto possibile che in futuro i PCS si basino su una *blockchain* al fine di sfruttarne i benefici, evidenziati a più riprese, per una migliore organizzazione di attività e processi portuali⁶⁶.

⁶⁶ Per i diversi benefici connessi ad un PCS “*blockchain-based*” vedasi M. JOVIC, E. TIJAN, M. FLIPOVIĆ, M. JARDAS, *op. cit.*, pag. 145 ss. Gli Autori sostengono inoltre la necessità di coinvolgere nell'ecosistema anche soggetti attualmente esterni come banche e assicurazioni.

A dire il vero, come è possibile notare, il legislatore nazionale è già intervenuto di recente in materia di coordinamento all'interno della comunità portuale, con iniziative che a mio parere vanno nella direzione giusta, promuovendo la riunione di una serie di materie, finora trattate separatamente, sotto un'unica regia in grado di definire politiche di indirizzo comune. Questi interventi normativi, inoltre, vanno ad ampliare un quadro regolamentare che, anche a livello unionale⁶⁷, contava già diversi provvedimenti rilevanti, quali ad esempio l'istituzione di *single window*⁶⁸ per la facilitazione di operazioni di sdoganamento in *pre-clearing*⁶⁹.

Un quadro normativo già abbastanza definito, la possibilità di attuare iniziative condivise tra i diversi Paesi europei e la natura pubblica (quindi imparziale rispetto agli interessi individuali dei singoli attori) dei *Port Community Systems*, ne fanno a mio avviso uno degli strumenti più adatti per l'implementazione di una piattaforma *blockchain* adibita allo scambio di informazioni. Un'iniziativa in questa direzione potrebbe infatti consentire anche agli operatori più piccoli di beneficiare delle nuove tecnologie, scongiurando il rischio che un'innovazione radicale per il settore, quale si appresta a essere la *blockchain*, acuisca le disparità locali, minando la competitività del sistema portuale nazionale ed europeo⁷⁰.

⁶⁷ Come evidenziato da M. PERKUŠIĆ, Š. JOZIPOVIĆ, D. PIPLICA, *op. cit.*, pag. 370, l'interesse dell'Unione Europea per questi temi non deve sorprendere, in quanto i trasporti marittimi riguardano il 33% del suo commercio interno e il 75% di quello verso paesi extra UE. Un sistema portuale efficiente è inoltre necessario per lo sviluppo di iniziative come le "autostrade del mare" nell'ambito delle reti TEN-T.

⁶⁸ È recente il Regolamento (UE) 2022/2399 del Parlamento europeo e del Consiglio del 23 novembre 2022 che istituisce "l'ambiente dello sportello unico dell'Unione europea per le dogane (EU SWE-C)", risolvendo alcuni problemi di armonizzazione generati dalla Direttiva (UE) 2010/65 del Parlamento europeo e del Consiglio del 20 ottobre 2010, già parzialmente superati con il riconoscimento della Dichiarazione della Valletta l'8 giugno 2017.

⁶⁹ Il cosiddetto "sdoganamento in mare" è una procedura che consente di anticipare i controlli di *Safety&Security* del carico e l'*iter* amministrativo connesso a sdoganamento e pagamento dei diritti doganali rispetto all'effettivo arrivo della nave in porto.

⁷⁰ Sarebbe inoltre possibile, tramite un progetto unificato, raggruppare altre iniziative in questi ambiti, sia attive che concluse, in modo da sfruttarne in modo congiunto i risultati. Tra queste ricordiamo ad esempio i progetti CASSANDRA (*Common assessment and analysis of risk in global supply chains*) e CORDIS (*Consistently Optimised Resilient Secure Global Supply-Chains*).

Le modalità di implementazione di una *blockchain* in funzione di *Port Community System* meritano certamente ulteriore studio; tuttavia, ritengo che una piattaforma privata e accessibile solo a soggetti preventivamente identificati e autorizzati potrebbe essere la soluzione ideale. Questa consentirebbe infatti a tutti gli attori coinvolti, ad esempio in una spedizione, di accedere alle informazioni ad essa connesse, verificandone la correttezza e potendo monitorare in tempo reale le fasi di avanzamento del processo. Eventuali limitazioni nei meccanismi di consenso, magari riservando l'accessibilità completa a tutte le informazioni solo a un ristretto numero di soggetti garanti⁷¹, non sono inoltre a mio avviso da escludere, in quanto consentirebbero di tutelare gli operatori più vulnerabili in caso di fughe di dati o comportamenti fraudolenti.

Restano tuttavia ancora da sciogliere alcuni nodi, specialmente in merito al passaggio alla versione digitale di una serie di documenti ancora in formato cartaceo, requisito fondamentale e oggetto ancora oggi di un ampio dibattito⁷². Va inoltre analizzata la disponibilità, da parte dei diversi operatori, a condividere pubblicamente su una piattaforma *blockchain* una serie di dati, il cui accesso, finora esclusivo, rappresenta una condizione imprescindibile per una serie di soggetti.

Ulteriori diffidenze potrebbero inoltre essere manifestate al riguardo di una tecnologia ancora in gran parte sconosciuta e la cui sicurezza rispetto ad attacchi informatici non sembra essere sempre garantita. Su questo punto, tuttavia, ritengo che il ruolo dalle ADSP, quali enti pubblici *super partes*, possa rappresentare una rilevante garanzia; inoltre, l'immutabilità delle informazioni inserite sulla piattaforma e la sua elevata trasparenza consentirebbero ai nodi di bloccare

⁷¹ S. TSIULIN, K. H. REINAU, O.-P. HILMOLA, N. GORYAEV, A. KARAM, *op. cit.*, pag. 204 ss.

⁷² In particolare, il documento che maggiormente attira l'attenzione è la polizza di carico in versione di *e-BL* o di *blockchain bill of lading*. Per una panoramica delle questioni ad essa connesse si rinvia al paragrafo 4.5.

l'inserimento di dati errati o malevoli⁷³, scongiurando, almeno parzialmente, il rischio di comportamenti dolosi.

3.4.5. Ulteriori ambiti applicativi

Per completezza espositiva risulta opportuno segnalare che esistono ulteriori applicazioni, in particolare della *blockchain*, in ambito marittimo. Queste, nonostante abbiano un peso marginale rispetto ai progetti maggiori e siano ancora in gran parte in fase sperimentale, spesso si basano su idee interessanti e innovative da parte di *start-up* o piccole imprese tecnologiche.

Gli impieghi più promettenti⁷⁴ riguardano le attività di rilascio di certificazioni alle navi e contestuale classificazione e iscrizione nei registri, il tracciamento dell'origine dei carburanti (*bunker-tracing*), la rilevazione delle emissioni inquinanti, il rilascio di attestati di sicurezza ai marittimi e la schedatura delle merci in base alle caratteristiche. Risultano inoltre decisamente interessanti alcuni studi sull'impiego della *blockchain* in ambito doganale⁷⁵.

⁷³ Come evidenziato da E. GANNE, *Blockchain for trade: when code needs law*, cit., pag. 420, parlando dei contatti diretti tra i vari nodi della piattaforma: “*This allows for immediate synchronization and reconciliation among those participants, thereby creating trust: what you see is what I see. Given the number of stakeholders involved in international trade, the opportunities that blockchain opens to facilitate interaction and reconciliation across the supply chain and the trust it creates among the parties involved can generate substantial benefits.*”

⁷⁴ N. WAGNER, B. WIŚNICKI, *op. cit.*, pag. 155.

⁷⁵ Per alcuni approfondimenti sul tema vedasi European Parliamentary Research Service, *op. cit.*, pag. 32 ss.; E.H. GREEN, E.W. CARR, J.J. WINEBRAKE, J.J. CORBETT, *op. cit.*, pag. 19 s.; C. S. YANG, *Maritime Shipping Digitalization: Blockchain-Based Technology Applications, Future Improvements and Intention to Use*, in *Transportation Research. Part E, Logistics and Transportation Review*, 2019, pag. 110 s.

3.5. Gli *smart contracts* nello *shipping*

In aggiunta agli impieghi brevemente accennati in precedenza⁷⁶, gli *smart contracts* potrebbero avere una serie di implicazioni peculiari all'interno del settore dello *shipping* che meritano, a mio parere, di essere indagate⁷⁷. Richiamando i discorsi fatti in merito alla relativa novità dei temi connessi alla *blockchain* in ambito marittimo, va specificato che gli *smart contracts* rappresentano un po' la "frontiera" di questo tema, con un numero di pubblicazioni e articoli scientifici in merito decisamente esiguo. Di conseguenza in questa sede si cercherà, basando la trattazione sulle fonti disponibili e integrando eventualmente con informazioni reperibili in *internet* da siti attendibili, di esporre le principali questioni legate alle applicazioni già sperimentate o la cui sperimentazione è in fase di studio. Allo stesso tempo, inoltre, si proveranno ad immaginare le conseguenze, sia di carattere operativo che giuridico, derivanti da una potenziale estensione di tale strumento ad altri ambiti di questo settore ritenuti promettenti, tenendo debito conto dello stato attuale della tecnologia e delle sue implicazioni e obiettivi.

Iniziamo quindi evidenziando come diversi studi prospettino una crescita decisa del mercato connesso agli *smart contracts* nei prossimi anni, con un valore complessivo stimato di circa 300 milioni di dollari a fine 2023⁷⁸. Verosimilmente, inoltre, è attesa una loro forte affermazione nell'ambito del settore assicurativo⁷⁹; in cui sono già diverse le iniziative testate che prevedono, ad esempio, un'automazione nel versamento degli indennizzi al verificarsi di determinati

⁷⁶ V., *supra*, paragrafo 3.2.

⁷⁷ Per una rassegna dei punti di forza degli *smart contracts* applicati al settore marittimo, vedasi S. MARENKOVIĆ, E. TIJAN, S. AKSENTIJEVIĆ, *op. cit.*, pag. 1415.

⁷⁸ <https://intellias.com/how-to-make-a-smart-contract-work-for-the-insurance-industry/>.

⁷⁹ Per una disamina dettagliata e alcune riflessioni su *blockchain* e *smart contracts* in questo ambito si rimanda a V. GATTESCHI, F. LAMBERTI, C. DEMARTINI, C. PRANTEDA, V. SANTAMARÍA, *Blockchain and Smart Contracts for Insurance: Is the Technology Mature Enough?*, in *Future internet*, 2018, pag. 20 ss.

eventi⁸⁰ oppure un adattamento del premio dovuto in base ai comportamenti dell'assicurato⁸¹.

Le principali compagnie attualmente coinvolte sono quelle più grandi e consolidate, confermando una tendenza che vede gli operatori maggiori nei vari settori in prima linea nella sperimentazione delle nuove tecnologie. Tra queste spiccano Deloitte, Lemonade, IBM e Nationwide, con iniziative connesse alla *blockchain* già in fase avanzata⁸².

Questo settore si caratterizza da sempre per una scarsa fiducia tra assicurati e assicuratori⁸³, risultando quindi ideale per la sperimentazione di *blockchain* e *smart contracts* che, come si è visto, fanno della trasparenza e del libero accesso alle informazioni i propri punti di forza. Un'applicazione diffusa in questo campo consentirebbe una riduzione del numero di frodi e una maggior rapidità durante la fase di verifica degli indennizzi dovuti, rendendo inoltre immutabili le polizze caricate sulla piattaforma e azzerandone i casi di smarrimento. Sarebbe possibile, inoltre, una più precisa valutazione del rischio, tramite la creazione di un profilo per ciascun assicurato connesso a un codice ID e contenente i suoi dati storici.

Il risvolto forse più interessante, tuttavia, è rappresentato dalla possibilità di un versamento automatico del compenso dovuto tramite l'impiego di uno *smart contract*, che si attiva al verificarsi di determinate condizioni nel mondo esterno,

⁸⁰ Questa opportunità è prospettata nel trasporto aereo passeggeri da M. BRIGNARDELLO, *Prospettive di utilizzo degli Smart Contracts per la tutela dei diritti dei passeggeri in caso di cancellazione o ritardo del volo*, cit., pag. 463; H. LIU, *op. cit.*, pag. 440.

⁸¹ In tal senso, come espresso da M. DUROVIC, A. JANSSEN, *op. cit.*, pag. 759, un possibile impiego interessa le assicurazioni-auto, essendo, ad esempio, possibile adeguare il premio dovuto a seconda della condotta del conducente, verificabile attraverso appositi sensori collocati sul veicolo. Il solo impatto sul settore automobilistico è inoltre stimato da Capgemini nell'ordine di 21 miliardi di dollari di risparmi annuali globali. https://www.capgemini.com/consulting-de/wp-content/uploads/sites/32/2017/08/smart_contracts_paper_long_0.pdf.

⁸² <https://builtin.com/blockchain/blockchain-insurance-companies>.

⁸³ I primi tendono a pensare che gli assicuratori mettano in atto qualsiasi stratagemma per minimizzare gli indennizzi dovuti, i secondi, invece, si trovano spesso alle prese con tentativi di truffa, doppi reclami e fenomeni di selezione avversa; in un clima molto spesso conflittuale.

verificate per mezzo di uno o più *oracles*. Per quanto sia possibile intuire fin da subito le potenzialità connesse a questo impiego, in termini di rapidità nei pagamenti, semplificazione delle procedure, contenimento dei costi e riduzione del ricorso a intermediari, sono state sollevate una serie di questioni e dubbi in merito alla sua fattibilità⁸⁴, specialmente nel settore del trasporto aereo⁸⁵.

Generalizzando il discorso senza dimenticare quanto visto finora, si intuisce quindi come gli *smart contracts* possano avere un ruolo centrale nell'automazione dei pagamenti e in una conseguente riduzione delle controversie ad essi connesse⁸⁶. Ricordando inoltre le potenzialità della *blockchain* in questo ambito⁸⁷, ci si prospetta di fronte uno scenario in cui le nuove tecnologie potrebbero rivoluzionare l'attuale sistema di transazioni. In questa sede tale opportunità verrà analizzata provando a immaginare la fattibilità e, soprattutto, le conseguenze, derivanti dalla completa automazione dei versamenti dovuti, in due contesti attinenti al settore marittimo che, per loro natura, si basano già su meccanismi stringenti e regole di consequenzialità, ossia il pagamento delle controstallie dovute a un contratto di noleggio a viaggio e i versamenti generati da un pagamento mediante *Letter of Credit*⁸⁸.

Verranno inoltre analizzate le conseguenze che un'eventuale contrattazione diretta tra caricatori e armatori, derivante dall'impiego di *blockchain* e *smart contracts*, potrebbe avere sul ruolo svolto dai mediatori marittimi, a causa delle ridotte necessità di intermediazione promesse da queste tecnologie.

⁸⁴ In particolare, in ambito giuridico, vengono manifestate perplessità in merito alla capacità di uno *smart contract* di tenere conto di tutte le possibili clausole, connesse ad esempio all'esclusione di responsabilità, sottostanti a un contratto di assicurazione.

⁸⁵ Il trasporto aereo di passeggeri rappresenta l'ambito maggiormente indagato nel settore dei trasporti, con un buon numero di progetti già sperimentati o attualmente attivi.

⁸⁶ S. MARENKOVIĆ, E. TIJAN, S. AKSENTIJEVIĆ, *op. cit.*, pag. 1415.

⁸⁷ V., *supra*, sottoparagrafo 3.4.2.

⁸⁸ Un'altra applicazione simile, attualmente non ancora analizzata in dettaglio, riguarda l'automatico versamento delle quattro rate dovute da un compratore coinvolto in un contratto di *shipbuilding* con contestuale compravendita della nave.

CAPITOLO IV

APPLICAZIONI OPERATIVE E QUESTIONI GIURIDICHE APERTE

4.1 Sistemi di *track-and-trace* e *Internet of Things* nella *supply chain*

Nonostante, come anticipato nel precedente capitolo, l'impiego delle nuove tecnologie per una più efficiente gestione della *supply chain* non generi, a livello di singole applicazioni, particolari dubbi da un punto di vista giuridico, risulta a mio avviso opportuno illustrarne di seguito quelli che potrebbero essere alcuni dei risvolti più rilevanti su un'attività, quale quella logistica, che certamente trarrà forte beneficio, nei prossimi anni, da una serie di innovazioni connesse all'industria 4.0¹ e allo sviluppo di *Transport Management Systems* (TMS)². In un secondo momento, focalizzando l'attenzione sull'attività di trasporto, verranno inoltre analizzate le implicazioni che una maggiore trasparenza dei processi potrebbe avere sulla regolamentazione del trasporto multimodale, che rappresenta un problema ancora oggi irrisolto³.

Per iniziare va puntualizzato che vi è una sostanziale differenza tra l'impiego della *blockchain*, ad esempio, per la gestione documentale e un suo impiego per

¹ Processo peraltro già da tempo avviato e in continua evoluzione. Si pensi, ad esempio, al caso più eclatante, ossia la modernizzazione che le attività di magazzinaggio, gestione degli inventari, e logistica industriale hanno subito in seguito all'avvento di *robot* e sistemi informativi avanzati. Innovazioni che hanno contribuito alla nascita dei moderni servizi di *e-commerce* e al successo di operatori come Amazon, eBay, Alibaba, ecc.

² Un sistema di gestione dei trasporti (TMS) è una piattaforma *software* che aiuta le aziende a pianificare, eseguire e ottimizzare il movimento fisico dei prodotti, sia in entrata che in uscita, verificando che la spedizione sia conforme e la documentazione adeguata.

³ In questo paragrafo, per evitare di disperdere la trattazione, i temi relativi alla gestione del flusso documentale e informativo, trattati finora separatamente, verranno accorpati.

l'automazione e il controllo nel flusso delle merci. Mentre infatti nel primo caso questa viene utilizzata per trasmettere e rendere disponibili a tutti i partecipanti alla piattaforma i documenti elettronici in essa inseriti da un determinato soggetto, in questo secondo caso la *blockchain* “dialoga” automaticamente con il mondo esterno per mezzo di *oracles*⁴, collegati a sensori che possono trovarsi ubicati su un mezzo di trasporto, sulle merci, all'interno di un'area logistica⁵, oppure connessi a specifiche fonti di dati presenti in *internet*. Il loro ruolo risulta quindi fondamentale per un effettivo tracciamento del carico attraverso tutte le diverse fasi che intercorrono, dalla sua presa in consegna alla riconsegna⁶. Tra gli *oracles* e *smart sensors* più utilizzati per il tracciamento troviamo sensori che restituiscono dati su posizione, temperatura, umidità, qualità dell'aria, pressione, peso, movimento, integrità, ecc.

Gli impieghi di un sistema di *track-and-trace* efficiente sono molteplici⁷, tuttavia l'uso più rilevante e su cui finora si è investito maggiormente riguarda il monitoraggio delle condizioni (e della posizione) di carichi fragili, deperibili, di elevato valore, pericolosi, fuori sagoma o che richiedono accorgimenti speciali durante il trasporto. In merito a questi ultimi, un'attenzione particolare meritano, a mio avviso, le merci che viaggiano in container *reefer*.

All'interno di questi contenitori a temperatura controllata, viaggia infatti ogni anno una moltitudine di prodotti, tra cui generi alimentari, medicinali, prodotti botanici, chimici e addirittura auto di lusso, che talvolta arrivano a destinazione avariati⁸.

⁴ V., *supra*, paragrafo 1.4.

⁵ Si pensi ai sensori posti ai gate di ingresso di un porto o interporto, o a quelli presenti sulle gru di banchina e nei piazzali dei *terminal*, oppure, ancora, a quelli installati in un magazzino automatizzato.

⁶ M. BRIGNARDELLO, *Utilizzo e potenzialità delle Blockchains e degli Smart Contracts nel settore dello Shipping: problematiche giuridiche*, cit., pag. 738.

⁷ Come ricordano R. PHILIPP, L. GERLITZ, G. PRAUSE, *Blockchain and Smart Contracts for Entrepreneurial Collaboration in Maritime Supply Chains*, in *Transp. Telecommun.*, 2019, pag. 374, i moderni sistemi di tracciamento trovano applicazione non solo sulle merci di maggior valore, ma anche su carichi considerati “poveri” come, ad esempio, i prodotti forestali.

⁸ E.H. GREEN, E.W. CARR, J.J. WINEBRAKE, J.J. CORBETT, *op. cit.*, pag. 20 s., evidenziano che circa il 40% dei vaccini trasportati via mare arriva a destinazione

Tramite il ricorso ad appositi sensori connessi a una *blockchain*, peraltro già impiegati nel trasporto aereo⁹ a causa di un valore medio dei carichi decisamente maggiore, sarebbe possibile ridurre drasticamente tale fenomeno¹⁰, che rappresenta storicamente il principale punto critico della cosiddetta *cold-chain*.

Parlando di sensori e *oracles* è inoltre opportuno richiamare il più generico tema dell'*Internet of Things* (IoT), che presenta ancora numerose sfide aperte, generando anche qualche perplessità. Come anticipato¹¹, con tale termine ci si riferisce all'estensione di *internet* al mondo degli oggetti e dei luoghi concreti, che acquisiscono una propria identità digitale in modo da poter comunicare con altri oggetti nella rete e poter fornire servizi agli utenti. Requisito fondamentale per l'applicazione di tale tecnologia è la fiducia, da parte degli utenti, nel fatto che i dati ricevuti e inviati dai sensori non siano alterati o manomessi; eventualità che, come evidenziato da alcuni studi¹², non risulta poi così remota. Questo rischio è dovuto principalmente ai *software* impiegati, che quasi sempre hanno un livello di sicurezza e complessità limitato e vengono aggiornati raramente, fattori che ne causano un'elevata esposizione ad attacchi informatici. Un impiego congiunto di dispositivi interconnessi e tecnologia *blockchain* potrebbe, grazie all'immutabilità

degradato a causa di variazioni di temperatura. Questo fenomeno è oggetto di forti attenzioni, specialmente a seguito della pandemia da Covid-19.

⁹ In merito M. DOBROVNIK, D.M. HEROLD, E. FÜRST, S. KUMMER, *op. cit.*, pag. 11, ricorda il progetto di SkyCell, una compagnia svizzera che tramite sensori IoT e *blockchain-enabled* è in grado di monitorare la temperatura di farmaci trasportati via aereo con un margine di errore dello 0,1%.

¹⁰ Una prima sperimentazione in tal senso è stata effettuata nel 2017 da HMM sulla rotta Busan-Chengdu. È inoltre recente la notizia di un'iniziativa simile da parte di COSCO e OOCL che, nell'ambito dell'alleanza GSBN, hanno iniziato a impiegare la *blockchain* per la documentazione necessaria al trasporto di carichi chimici, con la prospettiva di una futura introduzione di container *blockchain-enabled* basati sull'IoT

(<https://www.ledgerinsights.com/blockchain-cosco-shipping-oocl-gsbn-to-trial-safe-chemical-cargo/>). Infine, come riportato da C. S. YANG, *op. cit.*, pag. 110, progetti simili sono attuati nell'ambito del consorzio *Maritime Blockchain Labs* (MBL) per le merci pericolose e tramite un accordo tra Walmart e IBM per i prodotti alimentari.

¹¹ V., *supra*, sottoparagrafo 3.4.3.

¹² M. A. KHAN, K. SALAH, *IoT security: Review, blockchain solutions, and open challenges*, in *Future generation computer systems*, 2018, pag. 395 ss., evidenziano ben 19 categorie di rischi connessi alla sicurezza a cui i dispositivi interconnessi sarebbero esposti.

delle informazioni caricate sul registro condiviso, ridurre in modo deciso tale fenomeno. Infine, un'efficace implementazione degli *smart contracts* consentirebbe una quasi totale automazione delle interazioni all'interno di un sistema che sfrutta i punti di forza di tutte e tre le tecnologie impiegate.

La *cybersecurity*, ad ogni modo, è destinata a rappresentare nei prossimi anni una delle maggiori sfide, sia da un punto di vista operativo che giuridico, connesse all'impiego di *oracles* e IoT, a causa principalmente delle difficoltà, esaminate parlando dello *smart contract developer*, nell'individuazione dei soggetti responsabili di eventuali attacchi, errori o malfunzionamenti, fattore che rischia di abbattere le probabilità di successo nell'ottenimento di un congruo risarcimento da parte dei soggetti danneggiati. I settori della logistica e del trasporto risultano in particolare sensibili a questi temi¹³, da un lato, a causa del ruolo strategico per il funzionamento di un gran numero di filiere produttive che ricoprono e, dall'altro, per via dell'elevato numero di tecnologie su cui si basano¹⁴.

Per completezza espositiva vale la pena sottolineare che l'impiego della *blockchain* per le attività di *track-and-trace* e condivisione di dati si appresta a rivoluzionare diversi modi di trasporto, sia merci che passeggeri, ponendosi anche alla base dei moderni sistemi di guida autonoma¹⁵. Tale applicazione, tuttavia, dovrebbe basarsi, a mio avviso, su una disciplina definita in merito alle responsabilità dei soggetti operanti su una *blockchain*, rischiando, in caso

¹³ Si ricordi ad esempio l'attacco ransomware NotPetya, che nel 2017 colpì la compagnia di navigazione Maersk causando danni per oltre 200 milioni di dollari.

¹⁴ La sola operabilità di una nave si basa su programmi quali ECDIS (*Electronic Chart Display and Information System*), AIS (*Automatic Identification System*), Radar/ARPA (*Automatic Radar Plotting Aid*) e GMDSS (*Global Maritime Distress and Safety System*), oltre a *software* per la conduzione autonoma o per la gestione di informazione e sistemi di bordo. Per un dettaglio sulle principali criticità di tali sistemi si rinvia a E.H. GREEN, E.W. CARR, J.J. WINEBRAKE, J.J. CORBETT, *op. cit.*, pag. 23 s.

¹⁵ In questo ambito la *blockchain* trova applicazione in qualità di *database* per l'archiviazione di informazioni, connesse ad esempio alle interazioni *vehicle to vehicle* (V2V), mediante *oracles* e IoT. Per ulteriori dettagli si rinvia a un rapporto di IBM sul tema applicato al trasporto stradale.

<https://www.ibm.com/blogs/blockchain/2020/04/blockchain-powered-autonomous-automobiles-can-be-the-answer/>.

contrario, di complicare ulteriormente il già complesso procedimento di ripartizione delle responsabilità in caso di incidenti o danni causati da un mezzo senza conducente¹⁶.

4.1.1. Effetti delle nuove tecnologie sulla regolamentazione del trasporto multimodale

Alla luce di quanto visto finora in merito alla capacità delle nuove tecnologie di garantire una conoscenza precisa della posizione e delle condizioni del carico trasportato, risulta, a mio avviso, opportuno riaprire in questa sede la questione giuridica inerente all'assenza di una puntuale regolamentazione del trasporto multimodale¹⁷, ormai da diversi anni passata in secondo piano a seguito di alcuni interventi normativi falliti e che potrebbe, in seguito delle recenti innovazioni, trovare finalmente una soluzione¹⁸.

Fin dall'introduzione del *container* e in seguito allo sviluppo del trasporto *door-to-door* a partire dagli anni Sessanta del Novecento sono stati molteplici i tentativi posti in essere per disciplinare quella che oggi è la forma di trasporto prevalente,

¹⁶ Per approfondimenti su un tema che, per via della sua ampiezza e complessità, meriterebbe una trattazione *ad-hoc*, vedasi ad esempio M. RYAN, *The Future of Transportation: Ethical, Legal, Social and Economic Impacts of Self-driving Vehicles in the Year 2025*, in *Science and engineering ethics*, 2020, pag. 1185 ss.

¹⁷ Una definizione del termine è proposta da M. CASANOVA, M. BRIGNARDELLO, *Corso breve di diritto dei trasporti*, Milano, 2020, pag. 227, che presentano il trasporto multimodale come “*il trasferimento di merci attuato con almeno 2 modalità di trasporto diverse in virtù di un contratto con il quale un unico soggetto, il vettore multimodale, si assume l'obbligo del trasferimento e quindi le conseguenti responsabilità per i danni occorsi alle merci durante l'intero percorso [...]*”. In questa sede, per evitare di appesantire troppo il discorso con dettagli superflui, la natura di tale contratto non verrà esaminata. Per eventuali dettagli vedasi ad esempio A. LA MATTINA, *La responsabilità del vettore multimodale: profili ricostruttivi e de jure condendo*, in *Dir. Mar.*, 2005, pag. 1 ss.

¹⁸ Il principale nodo da sciogliere riguarda la localizzazione dei danni rispetto alle diverse tratte percorse, necessaria per l'individuazione del soggetto responsabile e della normativa applicabile.

tuttavia, se escludiamo le regole applicate in alcuni Stati o gruppi di Stati¹⁹, non esiste ancora oggi una normativa internazionale che regoli in modo specifico obblighi e responsabilità di un vettore multimodale. Inoltre, nella maggior parte dei Paesi, tra cui l'Italia, tale tema non è nemmeno stato oggetto di attenzione diretta da parte del legislatore nazionale. Va peraltro puntualizzato che, nonostante a livello unionale l'interesse per l'argomento sia elevato²⁰, non si è ancora pervenuti a una specifica disciplina di tale contratto.

La dottrina italiana, nel tentativo di colmare tale vuoto normativo, ha proposto nel corso degli anni tre soluzioni possibili che risulta opportuno richiamare brevemente in quanto alla base di alcuni interventi regolamentari successivi, attualmente in vigore.

La prima di queste è il cosiddetto “sistema a rete”, che si fonda sull'applicazione, in ogni tratta del percorso che compone il trasporto multimodale, della sua specifica disciplina unimodale²¹. Tuttavia, il principale inconveniente di questo sistema deriva, come si avrà modo di approfondire, da un'evidente difficoltà nel

¹⁹ Alcune regolamentazioni locali sono in vigore, ad esempio, tra gli Stati facenti parte dell'*Andean Community*, del *Mercado Común del Sur* (MERCOSUR) e della *Asociación Latino-americana de Integración* (ALADI), a cui si aggiungono Argentina, Austria, Brasile, Cina, Germania, India, Messico, Paesi Bassi, che si sono dotati di norme che trovano applicazione non solo con riferimento ai trasporti multimodali nazionali, ma anche a quelli internazionali quando il luogo di consegna e/o di riconsegna del carico è situato sul loro territorio.

²⁰ È possibile richiamare, ad esempio, la Direttiva 92/106/CEE del Consiglio del 7 dicembre 1992, volta a promuovere le operazioni di trasporto intermodale sostenendo le operazioni internazionali, oppure il Regolamento (UE) 1303/2013 del Parlamento europeo e del Consiglio del 17 dicembre 2013 in materia di reti TEN-T, entrambi soggetti a dibattito in merito a una possibile revisione e aggiornamento. A questi si aggiungono interventi normativi più recenti come il Regolamento (UE) 2020/1056 del Parlamento europeo e del Consiglio del 15 luglio 2020, che istituisce un quadro giuridico per la comunicazione elettronica tra gli operatori economici interessati e le autorità competenti, relativamente al trasporto merci all'interno dell'Unione, facilitando di fatto il ricorso a più modalità di trasporto.

²¹ Ciò significa che se i danni si verificano in una tratta marittima troverà applicazione la normativa sul contratto di trasporto marittimo, se si verificano in una tratta stradale quella sul contratto di trasporto stradale, ecc.

localizzare con precisione i danni rispetto alle diverse tratte, specialmente in presenza di trasporti containerizzati²².

Il secondo modello ipotizzato prende il nome di “sistema uniforme” ed è perfettamente speculare al precedente, prevedendo l’applicazione di un’unica fonte normativa, stabilita a priori, indipendentemente dalla tratta in cui si verificano i danni. Il principale inconveniente riguarda però il rischio di una tutela eccessiva, in taluni casi dei caricatori e in altri dei vettori, derivante dall’applicazione di una fonte normativa non pensata per uno specifico modo di trasporto²³.

Infine, l’ultimo sistema è definito “sistema a rete modificato” e si pone come soluzione di compromesso tra i precedenti due. È prevista infatti l’applicazione di una singola fonte normativa che disciplina la responsabilità del vettore multimodale in caso di danni non localizzati, lasciando però spazio alla disciplina specifica delle singole tratte qualora sia possibile localizzarli con certezza. Anche tale sistema, tuttavia, non sembra in grado di escludere totalmente gli inconvenienti degli altri due, non potendo quindi considerarsi risolutivo del problema²⁴.

Evitando di allungare eccessivamente la trattazione, vale la pena richiamare brevemente i principali interventi del legislatore sul tema del trasporto multimodale, in modo da fare il punto sullo stato dell’arte attuale e ipotizzare in che modo le nuove tecnologie possano contribuire a risolvere una questione che si protrae ormai da molti anni.

²² Il container presenta infatti un sigillo che viene apposto al momento della sua chiusura prima dell’inizio del trasporto, venendo rimosso dal destinatario solo alla consegna. Questo accorgimento, se da un lato tutela il vettore da eventuali contestazioni per merci mancanti, dall’altro impedisce verifiche intermedie sulle condizioni del carico.

²³ Inoltre, la presenza di rilevanti differenze, ad esempio sui limiti risarcitori e le cause di esonero, tra le diverse Convenzioni in materia di trasporti, complica ulteriormente la situazione.

²⁴ M. CASANOVA, M. BRIGNARDELLO, *op. cit.*, pag. 232.

Il primo tentativo di disciplina della materia risale addirittura al 1930 da parte dell'*International Institute for Unification of Private Law* (UNIDROIT), che pose le basi per diversi tentativi di convenzione ad opera principalmente del *Comité Maritime International* (CMI)²⁵, che tuttavia non portarono a risultati concreti. Il risultato forse più significativo fu ottenuto dalla Convenzione di Ginevra del 1980, che avrebbe dovuto trovare applicazione qualora il luogo di presa in consegna delle merci o quello di riconsegna fosse situato in uno Stato contraente. Tale Convenzione, tuttavia, non raggiunse il numero di adesioni minimo per poter entrare in vigore. Le cause dell'insuccesso vennero attribuite dall'*United Nations Conference on Trade and Development* (UNCTAD) a un'eccessiva complessità del regime di responsabilità del vettore multimodale, alla base della scarsa popolarità del documento tra i vettori marittimi, oltre che a una scarsa consapevolezza dei benefici ad essa associati da parte dei caricatori e a un numero minimo di firme necessario per l'entrata in vigore troppo alto²⁶.

Per sopperire quindi alla mancanza di una convenzione internazionale dedicata al trasporto multimodale, sono state formulate, da una collaborazione tra l'UNCTAD e la Camera di Commercio Internazionale, delle Regole aventi natura pattizia, ossia vincolanti per le parti solo se espressamente richiamate a contratto²⁷. L'ultima versione delle cosiddette Regole UNCTAD/CCI risale al 1992 ed è stata incorporata in diversi documenti del trasporto quali la FIATA *Multimodal transport Bill of Lading* e il BIMCO *Combined Transport Document MULTIDOC*, fatto che ha contribuito alla loro diffusione.

²⁵ In merito si ricordano le Tokyo Rules del 1969 e la *Draft Convention on the International Combined Transport of Goods* (TMC Draft). Quest'ultima con l'obiettivo di unificare i progetti dell'UNIDROIT e del CMI in un unico testo.

²⁶ Per una disamina dei principali aspetti della Convenzione e delle cause di fallimento si rinvia a M. BRIGNARDELLO, *Il trasporto multimodale*, in *Dir. Mar.*, 2006, pag. 3 s.

²⁷ Queste si ispirano, come impianto generale, alla Convenzione di Ginevra del 1980, mentre per alcuni profili si uniformano alle Regole dell'Aja-Visby, che rappresentano la principale fonte normativa nei trasporti marittimi internazionali.

Queste Regole definiscono il regime di responsabilità del vettore multimodale, individuando alcuni punti significativi²⁸. Per quanto riguarda i tipi di danni risarcibili sono contemplati i casi di perdita e avaria del carico, mentre un risarcimento in caso di ritardo nella riconsegna è dovuto solo in caso di dichiarazione di valore o di speciale interesse alla riconsegna da parte del mittente. Il periodo di responsabilità individuato va dalla presa in consegna alla riconsegna del carico e la responsabilità è di natura colposa; tuttavia, riprendendo l'istituto dei pericoli eccettuati dalle Regole dell'Aja-Visby, è riconosciuta al vettore multimodale la possibilità di esonerarsi nei casi di incendio, colpa nautica e sopravvenuta innavigabilità della nave, purché riesca a provare di aver operato con la dovuta diligenza. È infine presente l'istituto del limite del debito, particolarmente interessante per la nostra trattazione²⁹, che in questo caso non è univoco, bensì prevede soluzioni diverse in caso di danni localizzati o non localizzati, sulla base di un sistema a rete modificato. In particolare, in caso di danni non localizzati e in presenza di almeno una tratta marittima si applicheranno i limiti previsti dall'Aja-Visby, mentre se il trasporto non contempla una tratta via mare, i limiti di riferimento saranno quelli indicati dalla Convenzione CMR, applicabile ai trasporti stradali. Nel caso in cui sia invece possibile individuare con certezza la tratta in cui si sono verificati i danni, varranno i limiti previsti dalla Convenzione applicabile al modo di trasporto impiegato su tale tratta³⁰.

Queste Regole, per quanto rappresentino un utile strumento in assenza di una fonte normativa *ad-hoc*, non si possono considerare come una soluzione definitiva al problema, se non altro per il fatto che la natura pattizia ne impedisce l'applicazione qualora non richiamate a contratto³¹. Per completezza va puntualizzato che un più

²⁸ M. CASANOVA, M. BRIGNARDELLO, *op. cit.*, pag. 234.

²⁹ I limiti risarcitori, così come le cause di esonero dalla responsabilità, sono strettamente correlati alla normativa applicabile, il che li ha resi spesso oggetto di dibattito e contesa tra caricatori e vettori durante i diversi tentativi di disciplina della materia.

³⁰ Restano inoltre in vigore i diversi casi di superamento, derogabilità e decadenza del beneficio del limite previsti dalle diverse Convenzioni.

³¹ A ben vedere, come ricordato da M. CASANOVA, M. BRIGNARDELLO, *op. cit.*, pag. 235 s., queste Regole presentano ulteriori limiti, quali l'assenza di clausole specifiche per

recente tentativo di disciplina del trasporto multimodale tramite una convenzione, è contenuto all'interno delle Regole di Rotterdam del 2009, applicabili a trasporti “*wholly or partly by sea*”, che tuttavia non sono ancora entrate in vigore³².

Come è possibile intuire da questa sintetica presentazione del problema, tutte le questioni e le ipotesi descritte si basano sulla consapevolezza che sia impossibile, almeno nella maggior parte dei casi, capire con certezza la tratta in cui si è verificato il danneggiamento delle merci chiuse all'interno di un container³³. Tale assunto è senz'altro motivato in quanto, escludendo incidenti rilevanti e documentati³⁴ da parte di uno dei vettori che concorrono al trasferimento delle merci, sarà impossibile, una volta aperto il container a destinazione e accertato il deterioramento del carico, attribuire le responsabilità a uno specifico vettore unimodale di cui il vettore multimodale si è avvalso³⁵.

A mio avviso l'introduzione delle nuove tecnologie, di cui si è ampiamente discusso finora, potrebbe rappresentare un fattore di svolta per un problema che, a

il trasporto di merci pericolose e il rischio di scontrarsi con previsioni normative inderogabili.

³² Nonostante il testo definitivo sia stato firmato da un numero elevato di Paesi, solo una piccola parte ha in seguito ratificato la Convenzione, che per entrare in vigore richiede un numero minimo di 20 Paesi contraenti. Una delle ipotesi che vengono regolarmente sollevate per giustificarne lo scarso successo, attiene alla sua elevata complessità.

³³ Benché il contratto di trasporto multimodale non richieda come condizione vincolante lo stivaggio in un container, questo oggi rappresenta di gran lunga il caso più comune.

³⁴ Ipotizziamo che un container cada in mare durante il trasporto via nave e le merci giunte a destinazione siano bagnate, oppure che questo si sganci da una gru durante un trasbordo, cadendo violentemente a terra e le merci a destinazione presentino ammaccature. In questi casi sarà possibile individuare agevolmente il vettore responsabile dei danni, purché, condizione non scontata, questi si sia premurato di segnalare l'avvenimento.

³⁵ Inoltre, anche nella condizione ideale di una perfetta ricostruzione degli avvenimenti che hanno coinvolto le merci durante il trasferimento, sarebbe comunque decisamente complesso ripartire le responsabilità, ad esempio, in presenza di due o più incidenti avvenuti su tratte diverse. Immaginiamo che si sappia con certezza che il container ha subito due urti accidentali, rispettivamente nella tratta iniziale via treno e in quella finale su gomma. In questo caso sarebbe comunque estremamente difficile, in assenza di oggettive informazioni sull'entità degli urti, ripartire la responsabilità tra il vettore ferroviario e quello stradale. Quest'ultimo, infatti, potrebbe sostenere, a propria difesa, che l'impatto avvenuto sulla sua tratta abbia provocato danni al carico esclusivamente a causa di una condizione già precaria delle merci, dovuta alla collisione precedente.

quasi un secolo dalle prime bozze normative, non sembra ancora prossimo a una soluzione.

Le vaste possibilità di tracciamento descritte³⁶, infatti, potrebbero garantire una precisa localizzazione dei danni, monitorando lo stato delle merci per l'intera durata del trasferimento tramite appositi sensori; verifica che attualmente sarebbe possibile esclusivamente aprendo il container ad ogni cambio modale. Questo risolverebbe una volta per tutte il dibattito in merito alla disciplina applicabile al trasporto multimodale, eliminando la necessità di considerare unitariamente l'intero trasporto e consentendo una precisa individuazione della Convenzione di volta in volta applicabile, in base alla tratta su cui si sono verificati i danni.

Il punto di forza delle tecnologie adibite al *tack-and-trace* è rappresentato inoltre, come anticipato, dalla loro possibile applicazione e diffusione anche in assenza di ulteriori interventi regolatori, grazie al fatto che non presentano specifici dubbi dal punto di vista giuridico. Un miglior tracciamento delle spedizioni presenta indubbi vantaggi sia per gli aventi diritto al carico sia per vettori multimodali. I primi, infatti, da una conoscenza precisa della normativa applicabile alle diverse tratte possono desumere regime di responsabilità, limiti risarcitori e cause di esonero del vettore³⁷. I secondi invece, grazie ad un'accurata localizzazione di eventuali danni, vedrebbero tutelato il proprio diritto di rivalsa su eventuali subvettori, in quanto entrambi tenuti a rispondere sulla base delle stesse regole³⁸. L'impiego di una *blockchain* adibita alla conservazione delle informazioni fornite da sensori e *oracles* garantirebbe inoltre quei requisiti di immutabilità e sicurezza alla base di un rapporto di fiducia tra caricatori e vettori, riducendo in aggiunta il ricorso a un giudice per la risoluzione di controversie che appaiono spesso complesse e dall'esito incerto.

³⁶ V., *supra*, paragrafo 4.1.

³⁷ Una dettagliata conoscenza di questi aspetti è alla base per l'ottenimento, ad esempio, di un'opportuna copertura assicurativa, sia da parte del caricatore che del vettore.

³⁸ Gli stessi subvettori, inoltre, trarrebbero vantaggio dal tracciamento, potendo ripartire la responsabilità per eventuali incidenti multipli in modo preciso e in base all'entità del danno causato da ciascuno.

L'unico tema delicato, a questo punto, riguarda a mio avviso l'identità del soggetto incaricato del monitoraggio e della gestione dei vari sensori e *oracles*. Tale ruolo andrebbe affidato necessariamente a un soggetto imparziale ed esterno al contratto di trasporto multimodale³⁹, in modo da garantire una completa affidabilità dei dati trasmessi ed evitare che qualche attore della *supply chain* o qualche soggetto esterno possa manometterli a proprio vantaggio.

4.2. I contratti di noleggio della nave

Un'altra attività del settore dello *shipping* che potrebbe nei prossimi anni subire una serie di cambiamenti rilevanti dall'impiego delle nuove tecnologie è senza dubbio quella del noleggio di navi. Questa è forse una delle pratiche più importanti e maggiormente consolidate in ambito marittimo, avendo saputo nel corso degli anni essere resiliente ai cambiamenti, rimanendo fedele a sé stessa e basandosi ancora oggi, in gran parte, su regole, comportamenti convenzionali e usi risalenti a epoche storiche passate.

Per quanto trasferire un carico da un porto ad un altro su di una nave possa sembrare un'attività tutto sommato semplice, comporta in realtà un elevato grado di complessità e, come anticipato⁴⁰, un numero di soggetti coinvolti non indifferente. Senza scendere nel dettaglio, si immagini ad esempio il noleggio di una nave *tanker* volto al trasferimento di un carico di petrolio. Questo comporta il coinvolgimento di esportatori, importatori, *terminal* marittimi, autorità portuali e marittime, *traders*, *charterers*, *ship-owner*, *brokers*, agenti marittimi,

³⁹ Questa pratica è peraltro già diffusa ad esempio per i sensori di tracciamento satellitare, che vengono quasi sempre forniti da imprese specializzate in questo tipo di servizi. R. ABDALLAH, J. BESANCENOT, C. BERTELLE, C. DUVALLET, F. GILLETTA, *op. cit.*, pag.19 s., ricordano inoltre la possibilità di impiego di *oracles* del tutto decentralizzati come Provable, ChainLink, Astraea e Dia.

⁴⁰ V., *supra*, paragrafo 3.2.

raccomandatari, ecc.⁴¹. Tralasciando tutti i diversi accordi contrattuali che intercorrono tra questi soggetti, vale la pena in questa sede esporre brevemente le fasi tipiche connesse a un contratto di *Charter party*⁴², di cui verranno esaminati, nei paragrafi successivi, alcuni aspetti di dettaglio al fine di comprendere come l'impiego di *blockchain* e *smart contracts* possa incidere sull'efficientamento e automazione di queste attività.

Il processo⁴³ inizia con l'individuazione da parte di un *trader* di un *gap* tra la domanda di mercato presente in un luogo e l'offerta presente in un altro, da cui verosimilmente può ottenere un margine di profitto. Il *trader* cerca quindi di colmare tale divario, mettendo in contratto un importatore e un esportatore per la conclusione di un contratto di compravendita, a seguito del quale affida al *charterer* designato, l'onere di organizzare il trasporto via mare. A questo punto il *charterer* si rivolge a un *broker* che, grazie a un'approfondita conoscenza del mercato, cerca una nave idonea per il trasporto della merce, possibilmente vicina al presumibile porto di imbarco. Una volta individuata una nave disponibile, il *broker* mette in contatto il *charterer* e l'*owner*⁴⁴, che contrattano negoziando termini e clausole del trasporto⁴⁵. In caso di raggiungimento di un accordo, le parti si vincolano reciprocamente tramite un classico contratto scritto o via *e-mail*⁴⁶.

⁴¹ M. PERKUŠIĆ, Š. JOZIPOVIĆ, D. PIPLICA, *op. cit.*, pag. 368 s.

⁴² I *Charter party* sono modelli contrattuali, in gran parte standardizzati tramite formulari, che regolano i rapporti tra un armatore e un noleggiatore nell'ambito di un contratto di noleggio. I più comuni *Charter parties* sono redatti dal *Baltic and International Maritime Council* (BIMCO).

⁴³ Le fasi qui riportate sono tipiche del noleggio di navi petroliere nell'ambito di un noleggio a viaggio (*voyage charter*) e coinvolgono la presenza di uno o più *traders*, soggetti tuttavia non indispensabili al fine della conclusione del contratto. La scelta di descrivere la situazione più complessa è volta a illustrare le complesse relazioni che intercorrono tra i diversi soggetti. Per approfondimenti vedasi R. PHILIPP, L. GERLITZ, G. PRAUSE, *op. cit.*, pag. 369 s.

⁴⁴ In questo caso ci interessa in qualità di armatore della nave, quindi di *disponent owner*.

⁴⁵ Durante le negoziazioni il *broker* partecipa in qualità di mediatore, utilizzando le proprie competenze per agevolare l'accordo.

⁴⁶ Una tradizione peculiare del settore marittimo, ancora oggi ampiamente diffusa, prevede la piena validità dell'accordo derivante dalla sola manifestazione di volontà, anche verbale, delle parti. Ritrattare la parola data infatti, specialmente in passato, rappresentava un vero e proprio disonore per gli armatori, che in questi casi subivano

Concluso il contratto, l'*owner* si impegna a mettere a disposizione la nave nel luogo e nel momento concordati e a trasferire il carico, mentre il *charterer* si impegna a pagare il nolo dovuto nelle modalità concordate⁴⁷.

Come è possibile notare da questo schematico esempio, i soggetti coinvolti sono molteplici, con un conseguente intricato scambio di documenti e informazioni tra le parti e un ampio ricorso ad intermediari. Questo sistema ha portato, nel corso degli anni, a una serie di inconvenienti e inefficienze, tra cui perdite di tempo durante la ricerca della nave⁴⁸, lente ed estenuanti negoziazioni per il raggiungimento di un accordo, elevati costi legati alle commissioni degli intermediari, sovrapproduzione di documenti⁴⁹ e loro inefficiente trasmissione, ecc.⁵⁰.

In questo ambito l'introduzione della tecnologia *blockchain* consentirebbe un coordinamento decisamente migliore tra i diversi attori. Tramite una piattaforma unica e liberamente accessibile⁵¹, infatti, gli armatori potrebbero ad esempio

quasi sempre l'esclusione dal mercato e l'isolamento da parte dalle associazioni di categoria, non venendo quindi più contattati dai *broker*.

⁴⁷ Per dettagliati approfondimenti su questi temi e qualche interessante spunto di riflessione sull'impiego delle nuove tecnologie per la conclusione di contratti in ambito marittimo, si rinvia a HARSHVARDHAN, *Improving shipping contracts with the use of emerging technologies*, in *Supply Chain Management*, Massachusetts Institute of Technology, Supply Chain Management Program, 2018, <https://dspace.mit.edu/handle/1721.1/117922>, pag. 9 ss.

⁴⁸ In merito R. PHILIPP, L. GERLITZ, G. PRAUSE, *op. cit.*, pag. 369, spiegano: “*Depending on the specific conditions of the envisaged contract, the individual market situation and the network of the shipbroker, this search process may take some hours, but often a few days or even weeks*”.

⁴⁹ Questa è dovuta principalmente, come si è visto, alle diverse piattaforme e canali di comunicazione impiegati dalle parti.

⁵⁰ M. PERKUŠIĆ, Š. JOZIPOVIĆ, D. PIPLICA, *op. cit.*, pag. 369.

⁵¹ Nonostante sempre R. PHILIPP, L. GERLITZ, G. PRAUSE, *op. cit.*, pag. 372 suggeriscano il ricorso a una *blockchain* privata, a mio avviso, una piattaforma pubblica *permissionless* sarebbe da preferire, in modo da garantire visibilità e libero accesso anche agli armatori e caricatori più piccoli, sparsi in tutto il mondo. Inoltre, a causa della mole di soggetti coinvolti, sarebbe secondo me impossibile, per un eventuale ente coordinatore, rilasciare le credenziali d'accesso ai soggetti effettivamente legittimati ad operare, in assenza di un sistema di identificazione standardizzato a livello globale. Va infine aggiunto che le maggiori garanzie di sicurezza offerte da una piattaforma pubblica,

comunicare la disponibilità delle proprie navi in determinate zone, facilitando notevolmente la ricerca da parte dei *broker*⁵² e consentendo una decisa riduzione delle asimmetrie informative⁵³, processo che attualmente può contare esclusivamente sul ruolo svolto dai mediatori marittimi.

I benefici derivanti dalla tecnologia in questo ambito sono molteplici e vanno ben oltre quelli riportati nei paragrafi precedenti che, in linea di massima, hanno dimensione locale. Una *blockchain* in grado di ottenere la fiducia da parte degli operatori del settore, promossa magari da un ente internazionale quale il BIMCO e supportata da rilevanti associazioni di categoria come la *Federation of National Associations of Ship Brokers and Agents* (FONASBA) o l'*International Chamber of Shipping* (ICS)⁵⁴, consentirebbe di raggruppare tutti i principali soggetti coinvolti nel processo di noleggio all'interno di un'unica piattaforma, in modo simile a quanto visto, su scala ridotta, parlando di *Port Community System*⁵⁵.

È opportuno puntualizzare, tuttavia, che le difficoltà incontrate nel corso degli anni, durante i tentativi di innovazione di questo settore⁵⁶, sono dovute ad alcune caratteristiche peculiari del settore stesso e potrebbero ripetersi di fronte a una tecnologia, tanto sconosciuta quanto rivoluzionaria, come la *blockchain*. Il trasporto di merci alla rinfusa o *bulk shipping*, che rappresenta il principale ambito di applicazione dei contratti di noleggio, non si basa infatti, così come accade nel

popolata da un elevato numero di nodi, scongiurerebbero il rischio che un attacco informatico blocchi interamente il trasporto di materie prime via mare.

⁵² È inoltre in studio la possibilità da parte dei caricatori/*charterers* di contattare direttamente gli armatori, evitando l'intermediazione di un *broker*, per approfondimenti in merito si rinvia al sottoparagrafo 4.2.2.

⁵³ Si pensi, ad esempio, a come una migliore conoscenza della capacità di stiva disponibile possa agevolare una condivisione degli spazi di bordo tra più caricatori, facilitare l'individuazione di carichi di *backhaul* e massimizzare i coefficienti di carico delle navi. Questo aspetto, come si è visto, potrebbe inoltre avere un impatto significativo nella riduzione delle emissioni inquinanti generate dallo *shipping*.

⁵⁴ Queste sono le principali associazioni, a livello mondiale, che raggruppano rispettivamente agenti e mediatori marittimi (FONASBA) e armatori (ICS).

⁵⁵ V., *supra*, sottoparagrafo 3.4.4.

⁵⁶ Si pensi anche solo a come l'introduzione di una versione aggiornata di un formulario richieda a volte anni per essere accettata e diffondersi in modo omogeneo tra gli armatori.

trasporto di linea, su un mercato oligopolistico, presidiato da un ristretto numero di operatori dal forte potere contrattuale, finanziario e operativo, in grado di esporsi a costi e rischi dell'innovazione. Gli armatori di navi portarinfuse dispongono, salvo rare eccezioni, di flotte composte da un numero limitato di navi (talvolta anche una sola), che gestiscono secondo consuetudini e usi tramandati di generazione in generazione, secondo un modello di gestione, spesso familiare, poco incline al cambiamento.

Ritengo quindi, per questo motivo, che eventuali iniziative legate a un'introduzione della *blockchain* su larga scala in questo settore dovrebbero essere definite in tutti i loro aspetti in anticipo, secondo una precisa, coordinata e condivisa strategia, basata su uno stretto coinvolgimento delle maggiori associazioni e *stakeholder* internazionali. Naturalmente, alcuni interventi normativi futuri, volti a chiarire gli aspetti ancora incerti della *blockchain*, tra cui ad esempio le questioni connesse alle responsabilità dei nodi, risultano in questo caso fortemente auspicabili per un'introduzione così estesa di questa tecnologia. Inoltre, una preventiva campagna di sensibilizzazione, che spieghi da un lato i benefici connessi alle nuove tecnologie illustrandone il funzionamento e, dall'altro, rassicuri gli operatori più scettici circa le garanzie di sicurezza da queste offerte, potrebbe rappresentare la soluzione vincente per una modernizzazione rilevante del settore⁵⁷.

⁵⁷ Su questi temi sono interessanti i risultati di un'indagine condotta da G. KAPNISSIS, G. VAGGELAS, H.C. LELIGOU, A. PANOS, M. DOUMI, *Blockchain adoption from the Shipping industry: An empirical study*, in *Mar. Transp. Research*, 2022, pag. 1 ss. Lo studio, eseguito su un campione di armatori greci operanti nel settore *bulk* tramite un questionario *online*, evidenzia un generale interesse per questa tecnologia, frenato però da una sua ancora scarsa conoscenza. Inoltre, R. ABDALLAH, J. BESANCENOT, C. BERTELLE, C. DUVALLET, F. GILLETTA, *op. cit.*, pag.14 ss., elencano una serie di raccomandazioni per una proficua transizione digitale nello *shipping*.

4.2.1. Versamento automatico dei compensi di controstallia e premi di accelerazione mediante smart contracts

Individuato il ruolo svolto dai vari attori coinvolti nella conclusione di un contratto di noleggio e descritte le sue fasi fondamentali alla luce di quelli che potrebbero essere alcuni dei benefici derivanti dall'applicazione della *blockchain*, si cercherà ora di capire, entrando nei dettagli operativi, se alcuni momenti rilevanti nell'esecuzione del contratto possano essere influenzati dall'automazione proposta da *smart contracts* e *oracles*. In particolare, si cercherà di verificare fattibilità e risvolti di un versamento automatico del compenso connesso alle controstallie, attivato da una dichiarazione di prontezza della nave ed eseguito tramite *smart contract*.

Richiamando rapidamente alcuni concetti fondamentali, va ricordato che con il termine “stallia” si intende il tempo concordato contrattualmente, nell'ambito di un *voyage charter*, che l'*owner* si impegna a concedere al *charterer* per il compimento delle operazioni di caricazione e scaricazione delle merci dalla nave. Il termine “controstallie” indica invece il tempo extra eventualmente necessario al *charterer*, allo scadere del tempo previsto dalle stallie, per concludere tali operazioni. Mentre il tempo di stallia è computato nel nolo, quello di controstallia è pagato separatamente dal noleggiatore al noleggiante ed è generalmente molto elevato.

I contrapposti interessi economici del noleggiante, che vorrebbe far terminare il prima possibile le stallie per entrare in controstallia e guadagnare in tal modo il relativo compenso e del noleggiatore, che vorrebbe l'esatto contrario, comportano la presenza all'interno del contratto di articolate e non sempre chiare clausole, relative alla decorrenza in termini di prontezza fisica, geografica e documentale della nave, alla durata e al computo delle stallie, nonché alle ipotesi di sospensione

delle stesse per fatti non imputabili al noleggiatore⁵⁸. È quindi facile comprendere come, in merito a questi temi, sia decisamente comune che *owner* e *charterer* abbiano una divergenza di vedute, tale da giustificare un eventuale ricorso agli *smart contracts* come strumento per la prevenzione di controversie.

Sarebbe quindi possibile, almeno in via teorica, prevedere un inizio automatico nel calcolo dei tempi di stalla, non appena un sensore collocato a bordo della nave e in grado di localizzarne la posizione via satellite⁵⁹, operando in funzione di *oracle*, ne certifichi l'arrivo nel luogo geografico concordato. Su questa possibilità, tuttavia, gli Studiosi si dividono. Se da un lato alcuni esaltano le certezze e l'oggettività delle informazioni derivanti da un codice informatico⁶⁰, prospettando una futura piena automazione di questo processo, altri mettono in dubbio la capacità di uno *smart contract* di tenere conto di tutte le clausole a cui si è accennato, ricordando che la loro interpretazione ed esecuzione si basano su valutazioni tipicamente svolte da un soggetto umano e impossibili da tradurre mediante una semplice logica "*if-then*". Personalmente ritengo, allo stato attuale della tecnologia, che la seconda opinione sia da preferire, specialmente se si pensa alla pluralità di eventi che possono, in diverso modo e misura, influenzare la decorrenza dei tempi previsti dall'istituto delle stallie.

Concentrandoci sul momento di inizio della rilevazione dei tempi, infatti, se anche i sensori di bordo possono rendere nota la posizione della nave in tempo reale, non sono certamente in grado di stabilire se questa si trova già attraccata in banchina o se è in fase di ormeggio, di manovra o in attesa, a causa di eventuale congestione in porto, maltempo, alta marea, assenza di rimorchiatori o piloti liberi, ecc.

⁵⁸ M. BRIGNARDELLO, *Utilizzo e potenzialità delle Blockchain e degli Smart Contracts nel settore dello Shipping: problematiche giuridiche*, cit., pag. 740 ss.

⁵⁹ Verosimilmente tramite il sistema AIS.

⁶⁰ Sembrano convinti di questo M. DOBROVNIK, D.M. HEROLD, E. FÜRST, S. KUMMER, *op. cit.*, pag. 14.; HARSHVARDHAN, *op. cit.*, pag. 52 ss.; R. PHILIPP, L. GERLITZ, G. PRAUSE, *op. cit.*, pag. 371, i quali sostengono: "[...] *the calculation process of all related expenses like demurrage and despatch can be automated via smart contracts, too, since the needed rates are recorded in the charter-party contract, which is secured on the blockchain ledger [...]*."

Informazioni che risultano tuttavia fondamentali per la distinzione delle clausole di *port charter*, *dock charter* e *berth charter*⁶¹ e per l'individuazione del momento in cui una nave può essere considerata una "*arrived ship*". Tale condizione è particolarmente delicata in quanto autorizza l'*owner* all'invio di una *Notice of Readiness* (NOR)⁶² al *charterer*, dando inizio al calcolo delle stallie. Discorso analogo vale per i requisiti di prontezza fisica (in termini di *seaworthiness* e *cargoworthiness*⁶³) e documentale della nave, attualmente non verificabili in maniera congiunta e automatica da un programma informatico.

Passando ad analizzare le cause di sospensione del computo, ci troviamo in una situazione del tutto simile. Infatti, anche immaginando che sia possibile automatizzare una temporanea interruzione del conteggio ad esempio per maltempo⁶⁴, magari tramite un sensore installato a bordo della nave, resterebbe da capire come prevedere tutte quelle eventualità che ricadono sotto la denominazione "*other clauses beyond charterer's control*⁶⁵", che comprendono ad esempio cause di forza maggiore ed eventuali responsabilità dell'*owner*.

Una parziale soluzione che mi sento di proporre prevede il ricorso a un sistema informatico centralizzato all'interno dei singoli porti, in grado di comunicare con i sensori delle diverse navi ormeggiate e azionato manualmente da un operatore

⁶¹ Questi termini definiscono il momento di inizio del computo delle stallie in base alla posizione della nave, per approfondimenti vedasi: <https://lawexplores.com/3-commencement-of-laytime/>.

⁶² Per approfondimenti sui requisiti di prontezza e sulla NOR si rinvia a H. JIA, R. ADLAND, *Smart Contracts and Demurrage in Ocean Transportation*, in *Second International Symposium on Foundations and Applications of Blockchain*, University of Southern California Los Angeles, California, 2019, pag. 37 s.

⁶³ Questi termini si riferiscono alla navigabilità della nave e alla sua prontezza a ricevere e trasportare il carico.

⁶⁴ L'interruzione per maltempo è generalmente regolata dalle clausole "*weather permitting*", "*weather working days*", "*detention by frost or ice*", ecc.

⁶⁵ Come evidenziato da H. JIA, R. ADLAND, *op. cit.*, pag. 41: "*Another point of contention would be interruption of loading or discharge due to events beyond the control of the charterer, usually due to inclement weather leading to closure of the port or endangering the quality of the cargo. While the occurrence of rain showers, for instance, can be monitored by onboard sensor data, whether the severity of the weather allows for laytime to stop counting remains somewhat subjective.*"

appartenente a un organismo imparziale quale, ad esempio, l'ADSP. Questo meccanismo consentirebbe di semi-automatizzare avvio e interruzione del computo dei tempi di stalla (o controstalla) delle navi in modo sincronizzato, tenendo conto di tutti quegli eventi che condizionano l'operatività del porto, tra cui scioperi, incidenti, turni di lavoro, ecc. e che generalmente causano temporanee interruzioni nei conteggi.

Nonostante in futuro un sistema del genere possa consentire un'innovazione significativa nella gestione di questi processi, ritengo che la sua applicabilità richieda approfonditi studi, a causa delle rilevanti conseguenze che eventuali errori, malfunzionamenti, guasti, oltre che la soggettività delle decisioni assunte da un numero ristretto di persone potrebbero comportare⁶⁶. Inoltre, l'accentramento di questa funzione nelle mani di operatori locali rischia di incidere negativamente sulla naturale concorrenza tra i porti⁶⁷.

Restano da considerare le clausole relative al computo rispetto ai giorni della settimana ed eventuali festività⁶⁸ escluse dal calcolo dei tempi connessi alle stallie. Queste, tuttavia, non presentano particolari problemi di soggettività, prestandosi bene a un'eventuale completa automazione.

In ogni caso, al di là dei problemi di carattere tecnico finora elencati, non ritengo che le innovazioni proposte sarebbero accettate pacificamente dagli operatori, andando di fatto a tradursi in un vantaggio esclusivo per l'*owner*. Non vedo infatti quale interesse possa avere un noleggiatore ad accettare l'impiego di uno strumento informatico, che determina un automatico versamento del compenso di

⁶⁶ Verosimilmente la gestione di questo sistema sarebbe affidata a un piccolo gruppo di soggetti esperti, magari rappresentanti dei diversi interessi coinvolti.

⁶⁷ In questa situazione i noleggiatori potrebbero aver interesse a imbarcare e sbarcare le merci nei porti con regole più stringenti e che interrompono il computo delle stallie ad ogni minimo avvenimento. Al contrario, i noleggianti preferirebbero toccare porti che adottano politiche più permissive, offrendo noli più bassi ai noleggiatori che li scelgono.

⁶⁸ Tra le più comuni troviamo "*working days/hours*", "*running days/hours*", "*running days/hours Sundays and holidays excepted*" e "*even if used/unless used*".

controstallia al noleggiante in situazioni che potrebbero essere quanto meno controverse⁶⁹.

Attualmente, l'unica soluzione rilevante a questi inconvenienti proposta dalla dottrina prevede una validazione manuale da parte di entrambe le parti della condizione che determina l'attivazione del pagamento⁷⁰. Tale compromesso, tuttavia, rischia di annullare i benefici derivanti da uno *smart contract* e fondati proprio sull'eliminazione del controllo umano sull'esecuzione della prestazione⁷¹.

A mio avviso, quindi, un'automazione nel versamento dei compensi connessi alle controstallie tramite il ricorso a *smart contracts* non risulta attualmente possibile. Tuttavia, questo non esclude totalmente la possibilità di applicare le nuove tecnologie in questo ambito, ad esempio, per il versamento automatico del cosiddetto "premio di accelerazione" (*despatch money*), dovuto dall'*owner* in caso di completamento anticipato delle operazioni di caricazione/scaricazione da parte del *charterer* rispetto ai tempi di stalla concessi⁷². Inoltre, un impiego della *blockchain* potrebbe ad esempio garantire trasparenza e sicurezza rispetto alle

⁶⁹ Va inoltre ricordato che, una volta programmato, lo *smart contract* non è più modificabile e la sua esecuzione non può essere interrotta. Questo aspetto se combinato al fatto che il *charterer* entrato in controstallia, anche in caso di motivazioni dubbie, non può più uscirne in base al principio "*once on demurrage, always on demurrage*", rappresenta un deterrente rilevante all'accettazione di un'automazione di questo tipo da parte dei noleggiatori.

⁷⁰ H. NACH, R. GHILAL, *Blockchain and Smart Contracts in the Logistic and Transportation Industry: The Demurrage and Maritime Trade Use Case*, in *First Annual Toronto FinTech*, 2017, pag. 6: "*When a triggering event happens (delay), the contract executes automatically according to the code terms and apply possible demurrage charge. To execute the contract, both parties must validate the trigger event.*"

⁷¹ M. BRIGNARDELLO, *Utilizzo e potenzialità delle Blockchains e degli Smart Contracts nel settore dello Shipping: problematiche giuridiche*, cit., pag. 742.

⁷² Questo pagamento viene effettuato nella situazione ideale in cui l'*owner* riottenga la disponibilità della nave in anticipo rispetto ai tempi previsti. Un'automazione mediante *smart contract* da questo punto di vista è a mio avviso possibile in quanto, per prima cosa, il versamento è subordinato esclusivamente al verificarsi di condizioni temporali, facilmente verificabili dallo *smart contract* stesso e, in secondo luogo, non rappresenta oggetto di particolari tensioni tra noleggiante e noleggiatore. L'*owner* è infatti soddisfatto, potendo impiegare nuovamente la nave che è per lui fonte di reddito, mentre il *charterer* è soddisfatto vedendo premiata la propria efficienza nelle operazioni.

informazioni inserite nello *Statement of Facts* (SOF)⁷³, indispensabile per tenere traccia delle attività portuali che condizionano il decorso dei tempi di stalla e ancora oggi compilato, nella maggior parte dei casi, a mano⁷⁴. Infine, gli *oracles* e i moderni sensori, seppur non utilizzati per l'attivazione di uno *smart contract*, potrebbero certamente favorire una migliore conoscenza delle condizioni della nave e lo stato delle operazioni, rappresentando un'importante fonte di informazioni aggiuntive in grado di ridurre i casi di contesa tra noleggianti e noleggiatori.

4.2.2. Il ruolo del broker: rischi e opportunità della disintermediazione

Uno dei principali punti di forza delle nuove tecnologie, come si ha avuto modo di anticipare parlando sia di *blockchain* che di *smart contracts*⁷⁵, riguarda la possibilità di ridurre il ricorso a intermediari, agevolando il contatto diretto tra le parti coinvolte in una transazione o in un contratto.

Il settore dello *shipping*, d'altro canto presenta un elevato numero di soggetti che agiscono in qualità di mediatori, tra cui spedizionieri, agenti marittimi, raccomandatari, NVOCC, MTO e *broker*. In questa sede, secondo un filo logico di continuità rispetto agli argomenti trattati nei precedenti paragrafi, l'attenzione

⁷³ All'interno di questo documento è possibile trovare informazioni su date e orari di arrivo e partenza della nave, invio e accettazione della NOR, tempo di attesa per l'ormeggio (*waiting for berth*), tempo impiegato per un eventuale cambio di banchina (*shifting berth*), inizio, interruzioni, conclusione e durata delle operazioni di imbarco e sbarco, oltre che dettagli riguardo eventuali ritardi connessi al meteo, problemi alle gru di banchina, scioperi, ecc.

⁷⁴ Un rapporto redatto dalla piattaforma Voyager, impiegata per il noleggio di navi e a supporto delle fasi di *Operation management*, evidenzia come nel 2020 il 99% dei SOF per trasporti non containerizzati venisse ancora compilato in forma cartacea. <https://www.voyagerportal.com/what-if-the-maritime-industry-used-a-digital-statement-of-facts/#:~:text=In%20the%20maritime%20industry%2C%20the,clipboard%2C%20pen%2C%20and%20paper.>

⁷⁵ V., *supra*, rispettivamente sottoparagrafo 1.2.3. e paragrafo 2.1.

verrà posta proprio su questi ultimi, cercando di comprendere in che misura l'innovazione potrebbe modificare o far evolvere uno dei ruoli finora più rilevanti, specialmente nel trasporto *bulk*, nel garantire un efficace incontro tra domanda e offerta.

Anche in questo caso, risulta opportuno richiamare alcuni aspetti definitivi, per poi descrivere brevemente l'attività del mediatore marittimo, individuandone le mansioni principali⁷⁶.

Iniziamo dunque specificando che il *broker* marittimo è un intermediario che interviene nella conclusione di contratti di compravendita e di utilizzazione della nave. Riguardo a questi ultimi svolge un ruolo rilevante in tutte le fasi contrattuali, che possono essere distinte in: *pre-fixture*, *fixture*, *post-fixture loading and post-fixture discharging*⁷⁷.

Nella prima fase il *broker* effettua l'attività di ricerca, favorendo il primo contatto tra un *owner* e un *charterer* e verificando che le caratteristiche della nave e il periodo di disponibilità del primo, siano adeguate al trasporto delle merci del secondo. La durata della fase di ricerca dipende dalle condizioni del mercato, dalla tipologia e dimensioni della nave ricercata, dall'area geografica e dall'ampiezza della rete di contatti su cui il *broker* può contare e richiede un tempo che, come anticipato, può variare da qualche ora fino ad alcune settimane. Va inoltre puntualizzato che questo processo non sempre risulta fruttuoso, con periodi che possono durare anche mesi in cui il *broker* non riesce a “fissare”⁷⁸ alcuna nave.

Il mediatore nonostante per definizione debba essere imparziale rispetto agli interessi delle parti, molto spesso agisce per conto di uno specifico soggetto coinvolto e, per tale ragione, la conclusione del contratto implica generalmente la

⁷⁶ In particolare, parlando dei compiti del *broker* rispetto alle diverse fasi di un contratto di noleggio, si consiglia un rinvio alla descrizione generale al paragrafo 4.2.

⁷⁷ R. PHILIPP, L. GERLITZ, G. PRAUSE, *op. cit.*, pag. 369 ss.

⁷⁸ Questo termine indica in gergo la proficua conclusione di un contratto.

presenza di due *broker*⁷⁹, in qualità di agenti portavoce degli interessi rispettivamente del noleggiante e del noleggiatore⁸⁰, i quali talvolta non vengono nemmeno messi in contatto diretto.

Una volta trovata una nave disponibile e potenzialmente idonea al trasporto, inizia la seconda fase, durante la quale il *charterer* invia all'*owner* una bozza contrattuale con alcuni termini e condizioni iniziali, a cui l'*owner* risponde, a seguito di valutazioni e calcoli, proponendo al *charterer* un nolo giornaliero in caso di *time charter*, o complessivo in caso di *voyage charter*. La negoziazione si protrae quindi con offerte e controfferte per un tempo nuovamente variabile e difficile da prevedere, allungato ulteriormente dal continuo flusso di documenti spediti avanti e indietro nella necessità di essere sottoposti ai vari *broker*, i quali “filtrano” le informazioni e suggeriscono formulario e clausole più adeguati, limandone i dettagli ad ogni passaggio⁸¹. Infine, una volta raggiunto un accordo, i *broker* stilano il contratto definitivo che viene trasmesso alle parti e firmato.

Durante la terza fase il ruolo dei *broker* si limita generalmente al monitoraggio del corretto svolgimento delle operazioni e a un'eventuale assistenza alle parti nel caso insorgessero problemi. Al termine del processo, ossia una volta concluse le attività di scaricazione a destino e versato interamente il nolo dovuto dal *charterer*, l'*owner* paga ai *broker* la rispettiva commissione⁸² e le parti si liberano dal legame contrattuale⁸³.

⁷⁹ La perdita del requisito di imparzialità comporta talvolta l'ingaggio di un terzo *broker* in qualità di effettivo mediatore.

⁸⁰ Esistono per questa ragione due denominazioni contrattuali che consentono di sapere con certezza se il *broker* agisca in qualità di mediatore (*as broker only*) o di agente (*as agent*).

⁸¹ Come evidenziato da R. PHILIPP, L. GERLITZ, G. PRAUSE, *op. cit.*, pag. 369, la complessiva lentezza è motivata in quanto “*Accordingly, this procedure may take some time due to potential emergence of circulating counteroffers, whereby the additional problem occurs that the related documents and/or offers are send back and forth – often still via a courier.*”

⁸² Convenzionalmente i *broker* vengono pagati interamente dall'*owner*, a prescindere dal soggetto che li ha contattati o dal loro numero.

⁸³ Una pacifica esecuzione delle obbligazioni concordate è strettamente connessa all'abilità dei *broker*, in fase contrattuale, nel prevedere ogni eventuale circostanza o

Come si può notare, il processo appena descritto risulta piuttosto complesso e con diversi punti in cui l'impiego delle nuove tecnologie potrebbe risultare determinante nella riduzione di tempi, costi e inefficienze. Richiamando la possibilità di una migliore condivisione delle informazioni tra noleggianti e noleggiatori⁸⁴ mediante l'impiego di piattaforme operanti in *internet*, risulta evidente che, durante la fase *di pre-fixture*, un ricorso ad esse possa rendere l'individuazione di una nave idonea estremamente più rapida e trasparente. A ben vedere piattaforme simili esistono già da diverso tempo e vengono consultate regolarmente dai *broker* per valutare le condizioni del mercato e facilitare la fase di ricerca, tuttavia, solo di recente ne sono nate alcune che consentono un contatto diretto tra caricatori e armatori⁸⁵. Come spiegato da alcuni Autori, il ricorso ad una *blockchain* potrebbe consentire a noleggianti e noleggiatori di “trovarsi” autonomamente, rendendo il ruolo del mediatore in questa fase superfluo⁸⁶.

Inoltre, una più agevole condivisione delle informazioni consentirebbe agli armatori di comunicare in anticipo una serie di dati riguardo alle caratteristiche delle proprie navi e alle aree geografiche eventualmente raggiungibili, così che i caricatori, verificata la coerenza di tali requisiti rispetto al trasporto che devono effettuare, possano “prenotare” autonomamente la nave tramite uno *smart contract*⁸⁷ preimpostato, potendo contare su un contratto già parzialmente redatto e

evento, nell'interpretare correttamente la volontà delle parti e nel saper risolvere eventuali controversie. Queste ultime, se non opportunamente gestite, possono richiedere l'intervento di un giudice, evenienza che comporta un ulteriore allungamento dei tempi.

⁸⁴ V., *supra*, paragrafo 4.2.

⁸⁵ Tra queste troviamo ad esempio *Compass Air*, che nasce come strumento per una gestione più snella dei contatti via *e-mail* tra gli operatori del settore marittimo ed è oggi in grado di offrire una serie di interessanti servizi di supporto a caricatori, armatori e *broker*, anche tramite l'impiego dell'intelligenza artificiale. <https://mycompassair.com/>.

⁸⁶ HARSHVARDHAN, *op. cit.*, pag. 45, sostiene: “*The charterer and the ship-owner can pass on all the relevant information to the system. The information is stored in a database which can be queried by a web application. Once one of the parties enter all required information, the application can query existing information from the parties on the other side and display a list of matches. This process can help them search for and find each other instantly, assuming there exists a suitable match.*” Evidenziando che tale processo potrebbe ridurre i tempi di ricerca a una media di due giorni.

⁸⁷ R. PHILIPP, L. GERLITZ, G. PRAUSE, *op. cit.*, pag. 372, parlando degli ulteriori vantaggi derivanti dall'impiego di *smart contracts* in questa fase sostengono: “*For*

di cui andrebbero definite solo alcune clausole di dettaglio in un secondo momento. Una situazione simile è stata già presentata in questa sede per la vendita automatica di un'auto mediante *smart contract* tramite *Ethereum*⁸⁸ e, nonostante un contratto di noleggio sia infinitamente più complesso e richieda necessariamente un certo grado di negoziazione, un'automazione del genere risulta a mio avviso non solo possibile, ma anche auspicabile, a causa dei benefici in termini di tempo risparmiato e riduzione del numero di trattative infruttuose che una maggiore trasparenza potrebbe comportare.

La fase di negoziazione vera e propria risulta invece secondo me più complessa da automatizzare. Infatti, mentre per la fissazione del nolo è possibile che le parti riescano a trovare in autonomia un'intesa di massima, magari basandosi sui principali indici di mercato come il *Baltic Dry Index* (BDI) o le quotazioni di *Worldscale*⁸⁹, entrambi pubblicati sulla piattaforma, non ritengo che siano in grado, a meno di rari casi, di raggiungere autonomamente un accordo su tutte le clausole presenti in un formulario⁹⁰, pur ammesso che ne conoscano a pieno il significato. In questa fase un intervento da parte di un *broker* resta quindi a mio avviso imprescindibile, in quanto la sua conoscenza dettagliata dei formulari e delle pratiche contrattuali e di mercato rappresenta una garanzia per il corretto svolgimento delle negoziazioni e per il raggiungimento di un accordo equo tra le parti⁹¹.

instance, important documents such as the charter-party contracts can be generated automatically, if all pre-defined conditions are fulfilled that are available through the shared and stored data on the blockchain ledger."

⁸⁸ V., *supra*, paragrafo 2.3.

⁸⁹ R. PHILIPP, L. GERLITZ, G. PRAUSE, *op. cit.*, pag. 371.

⁹⁰ Un'opinione opposta è espressa da HARSHVARDHAN, *op. cit.*, pag. 48 s, il quale sostiene che, essendo il contratto basato su un modello *standard*, le parti possano aggiungere o modificare autonomamente le clausole tramite il ricorso a strumenti e algoritmi online, tra i quali chinsay.com, ammettendo però alcune possibili difficoltà.

⁹¹ In assenza di intermediari, gli armatori e i caricatori più grandi o esperti potrebbero proporre condizioni contrattuali inique, causando un aumento dei ricorsi a un giudice per la risoluzione di controversie e generando l'effetto opposto rispetto a uno dei benefici principali dell'automazione.

Infine, la possibilità di evitare la presenza di un *broker* nella fase finale, ossia quella di *post-fixture*, risulta a mio avviso strettamente dipendente dal livello di automazione raggiunto nelle fasi precedenti, in particolare durante la negoziazione. Questo è infatti il passaggio forse più delicato e durante il quale eventuali errori e incomprensioni tra noleggiante e noleggiatore possono emergere generando controversie. In caso di totale esclusione del mediatore dalle fasi precedenti, le parti potrebbero ad esempio rivolgersi a consulenti legali o a *broker* esclusivi⁹² per eventuale assistenza. Tuttavia, come appare a mio avviso più probabile, la necessità di ricorrere a un *broker*, almeno in fase di negoziazione, fa sì che, presumibilmente, questi rimanga coinvolto anche nella fase finale in quanto già a conoscenza delle peculiarità e del contenuto del contratto⁹³.

Va puntualizzato che una delle argomentazioni centrali di chi auspica una completa esclusione del *broker* dal processo riguarda un potenziale risparmio sulle commissioni di intermediazione⁹⁴, che sono calcolate sul nolo dovuto dal *charterer* e adattate in base ad alcuni fattori quali tipologia di carico, nave, ecc. Queste rappresentano certamente un costo rilevante, soprattutto se rapportato a noli dal valore anche di centinaia di migliaia di euro/dollari⁹⁵, tuttavia non costituiscono, a mio avviso, un incentivo tale da spingere noleggiante e noleggiatore ad operare in autonomia, esponendosi a tutti gli eventuali rischi e inconvenienti derivanti dall'assenza di un soggetto garante e in grado di fornire preziosi servizi di supporto e assistenza.

⁹² Viene definito “*broker esclusivo*” un *broker* che opera nell’interesse esclusivo di una delle parti secondo la clausola “*as agent*”.

⁹³ Inoltre, se assumiamo l’incapacità di uno *smart contract* nel rendere totalmente automatici i versamenti previsti dal contratto e nel considerare tutti i possibili esiti previsti dalle clausole, così come anticipato parlando di stallie e controstallie, risulta evidente come la presenza del *broker*, in qualità di supervisore e mediatore, rimanga fondamentale.

⁹⁴ M. BRIGNARDELLO, *Prospettive di utilizzo degli Smart Contracts per la tutela dei diritti dei passeggeri in caso di cancellazione o ritardo del volo*, cit., pag. 462.

⁹⁵ Inoltre, come evidenziato da R. PHILIPP, L. GERLITZ, G. PRAUSE, *op. cit.*, pag. 373: “*Since the ship-owner has to pay the shipbroker, this causes direct cost savings for the ship-owner. As a side or spill-over effect, the ship-owner might be able to lower the charter rate, which would be beneficial for the charterer.*”

In conclusione, ritengo quindi che il ruolo del *broker* non sia, allo stato attuale della tecnologia, totalmente eliminabile, specialmente per via della complessità del lavoro da esso svolto. Tuttavia, credo che nei prossimi anni potremmo assistere ad una progressiva evoluzione, che potrebbe portare questa figura professionale ad acquisire una serie di competenze trasversali in campo informatico, tali da renderla più simile a quella di un consulente, in grado di definire e programmare *smart contracts*, più che a quella di un vero e proprio intermediario⁹⁶; ruolo che, come si è visto, sembra essere destinato, un po' in tutti i settori, ad essere soppiantato da tecnologie dotate di requisiti di elevata trasparenza e sicurezza⁹⁷.

4.3. Le assicurazioni marittime

Come anticipato⁹⁸, il settore assicurativo rappresenta uno dei campi di applicazione delle nuove tecnologie più promettenti, specialmente grazie alle opportunità connesse agli *smart contracts*, con alcuni progetti già in fase avanzata che ne prospettano una modernizzazione radicale. In materia di assicurazioni connesse ai trasporti, è il settore aereo, in particolare nell'ambito del trasporto passeggeri, quello che nel corso degli anni ha suscitato maggiore attenzione, vedendo nascere una serie di iniziative connesse principalmente al versamento automatico degli indennizzi dovuti in caso di cancellazione o ritardo del volo o

⁹⁶ In questo caso la figura del *broker* potrebbe essere assimilata ad esempio a quella di uno *smart contract developer* con competenze specifiche proprie del settore marittimo.

⁹⁷ Peraltro, come ricordato da G. BOVASSANO, C. FERRARI, A. TEI, *op. cit.*, pag. 5, la maggior parte dei progetti connessi alla *blockchain* attualmente in sperimentazione o attivi, fa proprio della disintermediazione uno dei propri obiettivi principali.

⁹⁸ V., *supra*, paragrafo 3.5.

smarrimento del bagaglio⁹⁹, da cui è però scaturito un acceso dibattito in merito ad alcune questioni sia operative che giuridiche¹⁰⁰.

Nel settore marittimo la componente assicurativa risulta indubbiamente rilevante, specialmente a causa dei molteplici rischi a cui le spedizioni via mare sono esposte; ragione che ha spinto gli assicuratori, nel corso degli anni, a sviluppare una molteplicità di coperture diverse, che spaziano dai danni alla nave e al carico, alla responsabilità professionale e verso terzi, alla copertura da eventi avversi connessi alla navigazione quali ritardi, avarie, eventi meteorologici e infortuni, ai rischi di natura finanziaria come perdite sui noli, fluttuazioni di mercato o costi per le controspallie, oltre che rischi di guerra, attentati, pirateria e, più recentemente, attacchi informatici. Oltre alle classiche coperture, sono inoltre tipici di questo settore alcuni sistemi di assicurazione mutualistica, specialmente tra gli armatori, mediante il ricorso ai *Protection & Indemnity Clubs* (P&I)¹⁰¹. Non sorprende quindi che iniziative innovative in questo campo siano oggetto di particolare attenzione da parte di tutti gli operatori del settore.

Tra i benefici derivanti dall'impiego di piattaforme *blockchain* in ambito assicurativo troviamo, in modo simile a quanto visto parlando di noleggio o di PCS, la possibilità di riunire assicuratori e assicurati all'interno di un unico ecosistema trasparente e basato su una condivisione in tempo reale di informazioni e documenti, permettendo una consistente riduzione delle asimmetrie informative¹⁰² e un contestuale abbassamento dei premi, derivante da risparmi su

⁹⁹ Tra i progetti più noti basati sulla *blockchain* in questo senso troviamo la polizza *Fizzy* (proposta da AXA a fine 2017 e ritirata a fine 2019 a seguito di uno scarso successo), *Etherics FlightDelay* e *Insurance Blockchain Sandbox*.

¹⁰⁰ Per approfondimenti su questi temi si rinvia a M. BRIGNARDELLO, *Prospettive di utilizzo degli Smart Contracts per la tutela dei diritti dei passeggeri in caso di cancellazione o ritardo del volo*, cit., pag. 464 ss.

¹⁰¹ Una mutualistica prevede che i partecipanti siano allo stesso tempo assicuratori e assicurati, secondo un sistema di condivisione e ripartizione del rischio tra tutti i membri del *club*.

¹⁰² European Parliamentary Research Service, *op. cit.*, pag. 87: “*Currently, clients, brokers, insurance companies and third parties have asymmetric access to information, which leads to inefficient price setting on the market for insurance premiums. A common*

costi di transazione, controversie legali e sulle perdite derivanti da truffe e comportamenti fraudolenti¹⁰³. Una riduzione dei costi assicurativi potrebbe inoltre tradursi in un minore costo complessivo del trasporto per i clienti finali, oltre che nell'abbattimento di una delle barriere all'entrata che spesso scoraggiano le compagnie più piccole dall'entrare nel settore. Una piattaforma privata, a mio avviso, risulta in questo specifico caso la soluzione preferibile, in quanto la perfetta conoscenza dei partecipanti, peraltro indispensabile per la creazione di rapporti di fiducia e derivante dai dati comunicati durante la stipula delle polizze, consente un'agevole individuazione dei soggetti autorizzati e in possesso delle credenziali¹⁰⁴. Inoltre, tramite un effettivo ricorso agli *smart contracts*, il settore potrebbe subire una vera e propria rivoluzione, vedendo riprogettate da zero le fasi di valutazione del rischio (*risk assessment*), stipula delle polizze (*underwriting*), gestione dei reclami (*claims management*) e pagamento degli indennizzi (*indemnification*)¹⁰⁵.

Nelle prime due fasi gli assicuratori valutano l'entità dei rischi da coprire, stimando l'ammontare del premio richiesto e negoziano le clausole con i clienti¹⁰⁶. Il ricorso alla *blockchain* semplifica notevolmente l'attività di valutazione, consentendo un perfetto tracciamento della situazione storica dei clienti (statistica) e della durata del rapporto con una specifica compagnia assicurativa, rendendo di

ledger in the form of a blockchain providing access to all parties equally could improve price setting."

¹⁰³ Per approfondimenti su questi temi vedasi E. GANNE, *Can Blockchain revolutionize international trade?*, cit., pag. 57 ss.

¹⁰⁴ Queste verrebbero rilasciate durante il primo contatto tra cliente e compagnia assicurativa, in modo simile a quanto già avviene per consentire l'accesso alle classiche piattaforme esistenti. Sulla possibilità di ricorrere invece a una piattaforma pubblica European Parliamentary Research Service, *op. cit.*, pag. 89: "*However, it should be noted that a transition to a permissionless blockchain is not impossible but rather unlikely in the next few years [...] but still bears some potential fraud and identity issues, which would require further research and concepts to handle (e.g. AI based fraud and identity theft detection).*"

¹⁰⁵ Attualmente le iniziative più promettenti nel settore marittimo vengono testate sulla piattaforma *Insurwave*, tramite un progetto pilota guidato dalla compagnia di navigazione danese Maersk.

¹⁰⁶ Questo avviene specialmente in presenza di coperture ingenti e dal premio elevato, per le quali generalmente i clienti si affidano a un *broker* assicurativo di fiducia.

conseguenza possibile l'introduzione di un premio "dinamico" e variabile in base al comportamento del cliente¹⁰⁷. Una maggiore efficienza nella valutazione del rischio e nella trasmissione delle informazioni agevola inoltre le pratiche sia di riassicurazione (*re-insurance*), con cui le compagnie più piccole trasferiscono a loro volta il rischio ad assicuratori più grandi, che di co-assicurazione (*co-insurance*), con cui un certo numero di assicuratori collaborano per coprire un rischio rilevante, entrambe molto diffuse nello *shipping* a causa dell'entità notevole degli indennizzi dovuti in caso di sinistri.

Nelle fasi di gestione dei reclami un impiego della *blockchain* consente di distinguere con precisione quelli legittimi da quelli errati, doppi o fraudolenti, sostituendo l'attuale processo di incrocio dei dati ed esamina della documentazione necessaria, spesso lento e burocratico, con un sistema di verifica automatica dell'identità del cliente, del tipo di polizza sottoscritta, delle clausole e della presenza di documenti quali polizze di carico¹⁰⁸, *charterparties*, certificazioni, ecc¹⁰⁹. Questa parziale automazione consente di evitare inoltre spiacevoli contese in merito a documenti mancanti, tempi incerti e clausole dall'interpretazione discutibile, in molti casi oggetto di lunghe e costose dispute legali, nonché della perdita di fiducia da parte dei clienti e del deterioramento dei rapporti tra assicuratori e assicurati.

Da una maggiore trasparenza e rapidità di questi processi dipende strettamente l'obiettivo più ambizioso in questo settore, ossia la completa automatizzare della fase finale connessa al versamento degli indennizzi mediante l'impiego di *smart contracts*, così da ridurre il tempo che intercorre tra il reclamo da parte del cliente

¹⁰⁷ S. PU, J. S. L. LAM, *op. cit.*, pag. 783, ipotizzano: "For instance, it is possible to use blockchain to automatically charge an additional premium for vessels entering the high-risk area of piracy if GPS data is fed in the system."

¹⁰⁸ È evidente che il riconoscimento del valore legale di documenti in formato elettronico, come la polizza di carico, sarà essenziale per questo tipo di applicazioni.

¹⁰⁹ Per l'opinione di alcuni esperti del settore su questi temi, vedasi <https://www.standardclub.com/fileadmin/uploads/standardclub/Documents/Import/publications/bulletins/split-articles/2018/2678970-blockchain-some-potential-implications-for-marine-insurance.pdf>.

e il versamento da parte dell'assicurazione da alcune settimane o addirittura mesi¹¹⁰ a qualche minuto.

Come è possibile notare, in questa disamina delle principali fasi del lavoro di una compagnia assicurativa, manca il processo di valutazione dell'entità dei sinistri, che comprende tutte le attività di verifica svolte dagli assicuratori a seguito di una richiesta di compensazione da parte di un cliente assicurato e risulta indispensabile per la determinazione degli indennizzi dovuti (o non dovuti). Questa fase richiede infatti, a mio avviso, una particolare attenzione, in quanto si presenta come la più problematica e difficile da automatizzare. Un possibile aiuto in questo senso potrebbe arrivare dall'impiego dei moderni sensori e *oracles* che, come si è visto parlando di trasporto multimodale¹¹¹, consentono un preciso monitoraggio delle condizioni di un carico o di un altro *asset* tangibile¹¹², rendendo agevole, almeno dal punto di vista tecnico, la stima dell'entità dei danni. Va peraltro ricordato che è fondamentale per il soggetto danneggiato poter individuare con precisione, in presenza di due o più episodi dannosi, quale sia stato quello determinante, così da poter ottenere con successo un indennizzo secondo il principio che attribuisce alla "*proximate cause in efficiency*"¹¹³ le cause del danno o della perdita. È infatti sempre in capo all'assicurato l'onere di provare che l'evento che ha causato il danno rientra tra quelli coperti dalla polizza in suo possesso.

Il processo di valutazione attuale può essere descritto prendendo come esempio il caso in cui un assicuratore riceva una richiesta di indennizzo per danni alla nave da parte di un assicurato coperto da un *Hull & Machinery cover*. La prima azione

¹¹⁰ V. VATSALYA, S. ARORA, A. JAIN, T.B. PATIL, S.T. SAWANT-PATIL, *Marine Hull Insurance using private Blockchain, Filecoin Protocol and Smart Contracts*, in *Intern. Journ. Advanced Research Computer Science*, 2018, pag. 94.

¹¹¹ V., *supra*, sottoparagrafo 4.1.1.

¹¹² Le riflessioni seguenti, alla luce dell'elenco di possibili coperture tipiche del settore marittimo visto a inizio paragrafo, valgono esclusivamente per i sinistri più semplici da accertare e valutare, ossia quelli connessi a navi e carichi. Non risulta infatti verosimile, attualmente, una valutazione automatica di sinistri che coinvolgono ad esempio persone (come gli infortuni), oppure dalla portata o natura incerta (come gli attacchi informatici).

¹¹³ Con questa espressione si indica la causa decisiva che ha generato il danno o la perdita e per la quale il cliente deve essere assicurato per ottenere un indennizzo.

attuata dalla compagnia riguarda la nomina di un perito, a cui viene assegnato il compito di individuare dinamiche, cause ed estensione dei danni. Questi procede quindi svolgendo una serie di indagini, al fine di accertare che le norme sulla sicurezza siano state rispettate, che durante la navigazione l'equipaggio abbia agito con diligenza, che la rotta stabilita sia stata rispettata¹¹⁴ e che siano stati profusi tutti gli sforzi necessari nel tentativo di minimizzare i danni. Una volta completate le indagini, il perito compila una relazione con i risultati dei rilievi effettuati e la invia alla compagnia assicurativa. Questa richiede quindi, in caso di intervento dell'autorità marittima, un ulteriore rapporto contenente informazioni sulle operazioni effettuate, su eventuali manovre di soccorso, ecc. A questo punto l'assicurato deve produrre una serie di documenti (talvolta andati perduti a seguito dell'affondamento della nave), tra cui polizza assicurativa (o certificato di assicurazione), nota di debito (o *Claim Bill*) ed eventualmente una *Note of Protest* (NOP) compilata dal comandante della nave in caso di eventi di forza maggiore.

Come è possibile intuire, un impiego diffuso dei moderni sensori e *oracles* in questa fase potrebbe velocizzare notevolmente le indagini e le operazioni di verifica, fornendo un ulteriore apporto di dati utili agli assicuratori per la definizione dell'indennizzo dovuto. Inoltre, l'immutabilità della *blockchain* assicurerebbe un rapido accesso alla documentazione necessaria accorciando ulteriormente i tempi, specialmente in presenza di un numero elevato di assicuratori coinvolti. Come prospettato da alcuni Autori¹¹⁵, un assicurato avrebbe dunque la possibilità, ad esempio, di inviare una richiesta di indennizzo all'assicurazione ancor prima della fine del viaggio, consentendo l'inizio delle verifiche sui dati comunicati dai sensori in anticipo rispetto all'effettivo arrivo della nave in un porto.

¹¹⁴ Quest'informazione, nonostante sembri superflua, è indispensabile per capire se l'assicurato si sia esposto a rischi, navigando ad esempio in zone di guerra, a rischio pirateria, oppure ghiacciate, sprovvisto di un'opportuna copertura assicurativa.

¹¹⁵ V. VATSALYA, S. ARORA, A. JAIN, T.B. PATIL, S.T. SAWANT-PATIL, *op. cit.*, pag. 98.

Il settore assicurativo si caratterizza tuttavia per un'elevata complessità e gli elementi che entrano in gioco in fase di determinazione dell'indennizzo dovuto sono molteplici. Una volta accertata l'entità di un danno vengono considerate le circostanze, le eventuali corresponsabilità del danneggiato e i danni indiretti dovuti, ad esempio, al lucro cessante. Inoltre, una volta completate tutte le verifiche dovute, basate quasi sempre su innumerevoli documenti, perizie, dichiarazioni e atti provenienti da fonti diverse, la determinazione dell'indennizzo si basa su una valutazione discrezionale, volta a tenere conto anche delle condizioni di mercato, di eventuali variazioni di valore del bene danneggiato o distrutto, nonché dei rapporti storici tra assicuratore e assicurato¹¹⁶.

In questa fase conviene anche ricordare che, nel settore marittimo, un rilevante numero di sinistri risulta imputabile a cause di *Force Majeure*, tassonomia che comprende una moltitudine di eventi avversi "imprevedibili e inevitabili", valutabili tramite sensori e *oracles* esclusivamente da un punto di vista tecnico e impossibili da trattare in modo standardizzato in tutte le situazioni¹¹⁷.

Per tutte queste ragioni non ritengo dunque che, almeno nel prossimo futuro, un'automazione mediante *smart contracts* della fase di determinazione degli indennizzi sia possibile¹¹⁸. Questa attività, tuttavia, potrebbe trarre notevole

¹¹⁶ Le compagnie assicurative che coprono clienti per importi notevoli quasi sempre intrattengono con loro stretti rapporti, anche di natura personale, valorizzando i clienti migliori. Questo che fa sì che, a parità di sinistro, un assicurato storico e che nel corso degli anni ha versato ingenti premi, a fronte di un numero esiguo di indennizzi richiesti (statistica positiva), ottenga un indennizzo più alto rispetto a un altro cliente, più recente e che magari necessita periodicamente di assistenza assicurativa.

¹¹⁷ TJONG TJIN TAI, *op. cit.*, pag. 18, ipotizzando un impiego di *smart contracts* in queste circostanze, sostiene: "*contract law is not about ex ante regulation (which is what smart contracts focus on), but rather is designed for ex post adjudication, [...] smart contracts are indeed unable to do a good job at dealing ex post with excuses arising during the performance of the contract.*"

¹¹⁸ A conclusioni analoghe giungono M. BRIGNARDELLO, *Prospettive di utilizzo degli Smart Contracts per la tutela dei diritti dei passeggeri in caso di cancellazione o ritardo del volo*, cit., pag. 479 ss. e M. DUROVIC, A. JANSSEN, *op. cit.*, pag. 758 s., analizzando il trasporto aereo passeggeri che, per la natura standardizzata delle coperture e un valore relativamente contenuto degli indennizzi, si presta comunque più facilmente all'automazione rispetto al settore marittimo.

vantaggio dall'impiego della *blockchain*, grazie a un rapido accesso ai documenti necessari caricati su di essa ed esaminabili in modo centralizzato. La diffusione di *oracles* e sensori potrebbe inoltre consentire una parziale automazione delle perizie tecniche e in futuro, magari tramite l'impiego dell'intelligenza artificiale, una programmazione di *smart contracts* dotati di un, seppur contenuto, margine di discrezionalità¹¹⁹.

In aggiunta, conviene comunque puntualizzare che, nonostante le elevate potenzialità che le nuove tecnologie offrono in ambito assicurativo, il cammino per l'attuazione di un'effettiva rivoluzione di tale settore appare ancora in salita, specialmente in campo marittimo, a causa di una serie di difficoltà e dubbi, di natura sia giuridica che operativa, connessi alle caratteristiche di queste tecnologie.

Tra questi ritroviamo, come anticipato, una difficoltà nel tradurre le complesse clausole connesse a una polizza secondo una rigida logica “*if-then*”, fattore che richiederà verosimilmente una revisione di alcune di queste ultime in un'ottica di semplificazione¹²⁰. Infatti, come evidenziato, l'attuale incapacità di un codice più o meno complesso di tenere in considerazione la pluralità di elementi che intervengono durante la valutazione dei sinistri, di individuare le responsabilità¹²¹

¹¹⁹ In merito alle potenzialità degli *oracles* E. TJONG TJIN TAI, *op. cit.*, pag. 5, ne ipotizza un futuro ruolo attivo nell'assunzione di scelte discrezionali, sostenendo: “*An oracle may offer even more complex services, in particular take an evaluative role, such as assessment of damage or quality of delivered goods. This may amount to an expert evaluation, such as exist in international trade [...]. The oracle thereby functions as an arbiter or judge [...], it is possible that in the future sufficiently advanced algorithms could fulfill a similar role.*”

¹²⁰ Sta prendendo piede tra i membri della dottrina internazionale la l'idea di variare il regime di responsabilità di alcuni operatori economici secondo un sistema di “*strict liabilities*” tramite la trasformazione di alcune responsabilità attualmente colpose in oggettive, prevedendo contestualmente l'applicazione di limiti risarcitori e imponendo coperture assicurative obbligatorie. Un intervento normativo in questa direzione comporterebbe da un lato una maggior facilità da parte dei soggetti danneggiati nell'ottenere risarcimenti e, dall'altro, una semplificazione del lavoro dei giudici dovuta all'eliminazione di elementi soggettivi come il dolo e la colpa. Questa soluzione potrebbe essere un fattore chiave per la diffusione degli *smart contracts* in campo assicurativo, andando a limitare le valutazioni discrezionali e favorendo l'automazione.

¹²¹ Un *oracle* può essere in grado, ad esempio, di rilevare una variazione di temperatura all'interno di un container *reefer* a bordo di una nave, ma certamente non di distinguere

e determinare successivamente gli indennizzi, fa sì che la presenza di un soggetto umano, in grado di compiere valutazioni discrezionali, sia ancora indispensabile.

Anche il possesso di elevate competenze informatiche da parte di agenti e *broker* assicurativi potrebbe rappresentare un fattore frenante alla diffusione delle nuove tecnologie, tuttavia ritengo che questi ruoli potrebbero evolvere in modo simile a quanto ipotizzato parlando di *broker* marittimi¹²². Inoltre, essendo il settore assicurativo fortemente regolamentato, una disciplina chiara delle nuove tecnologie risulta in questo ambito fondamentale e alla base della riuscita dei progetti attuali e futuri¹²³.

Infine, un'opinione generalmente pessimista in merito all'impiego di queste tecnologie è motivata dal fatto che, in modo analogo a quanto visto parlando della resilienza all'innovazione dimostrata dagli operatori coinvolti nel processo di noleggio di navi, anche il settore assicurativo si è dimostrato nel corso degli anni fortemente conservatore e poco incline a cambiamenti tanto radicali. Resta quindi da vedere se gli assicuratori si mostreranno disponibili, attuando iniziative concrete di sperimentazione delle nuove tecnologie, oppure si opporranno al cambiamento nel timore che l'innovazione possa rappresentare una minaccia, piuttosto che un'opportunità da cogliere¹²⁴.

se sia dovuto a una negligenza dell'equipaggio o a una sua imprecisa chiusura da parte del caricatore. Analogamente, in caso di potenziali cause di forza maggiore, non sarà in grado di valutarne i requisiti di imprevedibilità e inevitabilità.

¹²² V., *supra*, sottoparagrafo 4.2.2. Va comunque puntualizzato che, anche in ambito assicurativo, alcuni autori prevedono una progressiva scomparsa dei mediatori. Tra questi vedasi ad esempio V. VATSALYA, S. ARORA, A. JAIN, T.B. PATIL, S.T. SAWANT-PATIL, *op. cit.*, pag. 98, che propone una completa disintermediazione tramite l'impiego della piattaforma *Filecoin*.

¹²³ Per ulteriori approfondimenti si rinvia a <https://intellias.com/how-to-make-a-smart-contract-work-for-the-insurance-industry/>.

¹²⁴ Come evidenziato da M. PERKUŠIĆ, Š. JOZIPOVIĆ, D. PIPLICA, *op. cit.*, pag. 371, strategie oppostive e ostili potrebbero essere attuate, ad esempio dai *broker*, ma anche da altre categorie professionali, qualora ritenessero che l'automazione derivante da *blockchain* e *smart contacts* metta a rischio il loro lavoro.

4.4. I pagamenti mediante *Letter of Credit* e il settore finanziario

Una futura introduzione delle nuove tecnologie nell'ambito dei pagamenti risulta probabilmente tra le più prevedibili nonché auspicabili, in quanto perfettamente in linea con gli obiettivi di facilitazione e velocizzazione delle transazioni che originariamente hanno portato alla nascita della *blockchain*.

Questa, infatti, come si è visto¹²⁵, deve il proprio successo per l'appunto alla diffusione di alcune valute virtuali, in particolare i *Bitcoin*, che si presentano come uno strumento per le transazioni alla portata di chiunque, purché in possesso di adeguate competenze informatiche, in grado di costituire per la prima volta un'interessante alternativa rispetto al tradizionale sistema bancario.

Le potenzialità di *blockchain* e *smart contracts* nell'automazione dei pagamenti sono già state in parte anticipate parlando ad esempio di controstallie, tuttavia, per quanto questo rappresenti certamente un interessante esempio di applicazione, risulta strettamente connesso alle dinamiche del settore marittimo. L'eccessiva specificità di alcuni impieghi è infatti probabilmente uno dei fattori che in passato hanno frenato maggiormente l'interesse per questi temi, percepiti come marginali o non abbastanza promettenti. Un'applicazione più generale e potenzialmente in grado di dare un impulso alla ricerca in questo campo è quella illustrata in ambito assicurativo, tuttavia anch'essa, come si è visto, non ha ancora suscitato particolare interesse¹²⁶ per via, probabilmente, di un atteggiamento conservatore da parte degli operatori e di uno scarso coordinamento tra i diversi progetti testati.

Sfortunatamente un discorso analogo vale anche per le applicazioni che verranno di seguito indagate parlando di commercio internazionale e transazioni, in quanto anch'esse non hanno finora generato il coinvolgimento sperato. A mio avviso, tuttavia, il settore dei pagamenti potrebbe rappresentare nei prossimi anni un

¹²⁵ V., *supra*, sottoparagrafo 1.2.2.

¹²⁶ V., *supra*, paragrafo 3.3.

interessante trampolino di lancio per studi più approfonditi su queste tecnologie, a causa principalmente della sua portata globale, tale da coinvolgere soggetti appartenenti ai settori economici e produttivi più vari e a un elevato coordinamento, basato sulla presenza di organismi di controllo quali le banche centrali, che da sempre caratterizza questo settore, rendendolo particolarmente adatto come banco di prova per diverse innovazioni.

In materia di commercio internazionale, attualmente il metodo di pagamento più diffuso e avanzato è senza dubbio quello basato sulla *Letter of Credit*¹²⁷, il cui complesso funzionamento, che prevede il ricorso a ben due banche intermediarie, rappresenta, da un lato, una garanzia di sicurezza nelle transazioni che vedono coinvolti soggetti che non si conoscono a vicenda e si trovano ubicati in Paesi diversi e, dall'altro, spesso, una rilevante causa di inefficienze e contrattempi¹²⁸.

Per schematizzare il funzionamento di tale strumento occorre in primo luogo presentare i soggetti coinvolti. Tra questi troviamo un importatore (*buyer/applicant*), un esportatore (*seller/beneficiary*), la banca di fiducia dell'importatore (*issuing bank*) e la banca di fiducia dell'esportatore (*advising bank*). Senza entrare eccessivamente nei dettagli, vale la pena inoltre descrivere brevemente le fasi principali del processo di pagamento, al fine di evidenziarne momenti critici e possibili aspetti migliorabili.

Nella prima fase (*Issuance*) compratore e venditore si accordano sui termini della compravendita e il venditore nomina la *advising bank*. Il compratore si rivolge

¹²⁷ Per uno schematico elenco dei principali punti di forza e di debolezza di questo strumento si rinvia a S. E. CHANG, Y. C. CHEN, T. C. WU, *op. cit.*, pag. 1714 s., in particolare alla tabella I, mentre per una presentazione completa dei principali metodi di pagamento internazionale, vedasi European Parliamentary Research Service, *op. cit.*, pag. 22 ss.

¹²⁸ Come ricordato sempre in European Parliamentary Research Service, *op. cit.*, pag. 77: “*Traditional letters of credit transactions take 5 – 10 days with multiple things dedicated to compliance and other negotiation processes at the back office. [...] It is estimated that over 20 parties are usually involved in a single trade finance transaction with various interactions and exchanges of information between these parties. Indeed, over half of the price charged to clients [...] covers operational expenses even before covering the costs of risk, liquidity and capital.*”

quindi a sua volta alla propria banca di fiducia (*issuing bank*) e apre il credito documentario. A questo punto la *issuing bank* comunica l'apertura del credito alla *advising bank*, che procede a informare il venditore.

Nella seconda fase (*Utilization*) il venditore spedisce le merci concordate e ottiene dal vettore (o dai vettori) i documenti del trasporto, tra cui la polizza di carico. Questa, come anticipato, prova la carica delle merci e ne certifica la conformità rispetto a quanto dichiarato dal venditore, sollevandolo da ogni responsabilità in caso di smarrimenti o danni durante il viaggio. A questo punto il venditore trasmette alla *advising bank* i documenti del trasporto, in aggiunta a eventuale altra documentazione concordata con il compratore¹²⁹. Questa, una volta verificata la completezza della documentazione, versa il prezzo concordato al venditore e trasmette i documenti alla *issuing bank*, la quale, dopo aver ripetuto le verifiche, paga a sua volta il prezzo dovuto alla *advising bank*.

A questo punto il compratore effettua il pagamento finale alla *issuing bank*, che in cambio gli invia la documentazione completa, necessaria per il ritiro delle merci a destino.

Come risulta evidente, questo processo è piuttosto complesso e una singola difficoltà o problema può causare contrattempi rilevanti. Si pensi ad esempio a come la mancanza di un documento, o un ritardo nella comunicazione tra le banche o con l'esportatore, possano impedire alle merci di lasciare il *terminal* di imbarco¹³⁰, con conseguenti ritardi, costi addizionali e la necessità di riprogrammare eventuali consegne o appuntamenti modali, talvolta mettendo sotto

¹²⁹ V., *supra*, sottoparagrafo 3.4.1. per un richiamo ai principali documenti connessi a una spedizione.

¹³⁰ . TSIULIN, K. H. REINAU, O.-P. HILMOLA, N. GORYAEV, A. KARAM, *op. cit.*, pag. 214 s., spiegano che “*The goods leave the terminal area only when all the information is clarified and payments are cross-checked. Such procedure typically causes delays since a consigner bank does not belong to port’s internal community or communicational system, and thus cannot be notified of the status of the container in real time or receive documentation.*”

pressione intere *supply chain* basate sulla filosofia “*just in time*”¹³¹. Va inoltre evidenziato che, da un lato, i controlli sulla documentazione vengono eseguiti ben quattro volte da parte di tutti i soggetti coinvolti, con un evidente allungamento dei tempi e, dall’altro, la presenza di due banche comporta elevati costi connessi alle commissioni¹³².

In questo ambito la tecnologia *blockchain* potrebbe agevolare notevolmente lo scambio di informazioni tra i soggetti coinvolti¹³³, consentendo a tutti i partecipanti di contribuire al regolare svolgimento del processo tramite l’apporto di informazioni e documenti, nonché di verificarne la correttezza. Il ricorso a una *blockchain* privata risulta, a mio avviso, una scelta obbligata in questo caso, a causa delle caratteristiche che la rendono, da un lato, efficiente nel garantire la *privacy* delle parti¹³⁴ e, dall’altro, idonea ad essere programmata nella forma di *consortium blockchain* in modo da consentire la validazione dei dati esclusivamente ai soggetti autorizzati, che, in questo caso, sarebbero verosimilmente le due banche.

In aggiunta a quanto già anticipato introducendo il concetto di *consortium*¹³⁵, è utile puntualizzare che questo particolare tipo di piattaforme presenta più di un vantaggio se impiegato in ambito finanziario. Si pensi, ad esempio, ad un consorzio di dieci istituti finanziari, ognuno dei quali rappresentante un singolo nodo della rete. In questo caso l’attività di *mining* potrebbe ridursi nell’accordo

¹³¹ Il *just in time* o JIT è una politica industriale diffusasi a partire dagli anni Cinquanta, a seguito dell’introduzione negli stabilimenti Toyota, che si basa su un perfetto coordinamento tra approvvigionamenti e produzione in un’ottica di minimizzazione delle scorte.

¹³² Un’ulteriore questione talvolta sollevata, riguarda una forse eccessiva esposizione della *issuing bank*, che è chiamata a versare in anticipo il pagamento dovuto alla banca del venditore sostenendo il rischio di eventuali ritardi o inadempienze nel pagamento da parte del compratore.

¹³³ Oltre a venditore, compratore e banche, spesso intervengono anche spedizionieri o altri intermediari nominati dalle parti.

¹³⁴ In questo caso il termine “*privacy*” si riferisce a un ristretto accesso alle informazioni pubblicate sulla piattaforma, concesso solo ai soggetti autorizzati e non già alla “*privacy*” garantita dall’anonimato, previsto da una *blockchain* pubblica.

¹³⁵ V., *supra*, sottoparagrafo 1.2.2.

congiunto tra i differenti partecipanti, con la possibilità di introdurre un rapido ed efficiente sistema di validazione a soglie di maggioranza prestabilite¹³⁶, oppure basato su algoritmi di *Proof of Authority* (PoA)¹³⁷.

Parlando di *blockchain* nell'ambito dei pagamenti mediante *Letter of Credit* sono molteplici gli Autori¹³⁸ che elencano i benefici che tale tecnologia potrebbe apportare all'intero processo, ricordando come, in assenza di una qualche innovazione in grado di mitigare le inefficienze dell'attuale sistema di pagamento, questo rischi, in un prossimo futuro, di non rappresentare più l'alternativa migliore.

Oltre a quelli già accennati in merito alla condivisione di informazioni tra i partecipanti, i principali vantaggi riguardano, ad esempio, la riduzione dei tempi connessi alla ripetizione dei controlli, possibile grazie a un libero accesso alla documentazione completa caricata sul registro distribuito da parte di tutti i nodi, oppure la possibilità di verifica congiunta dello stato di avanzamento del processo fisico, documentale, informativo e finanziario, magari tramite un'integrazione tra i dati contenuti in un PCS, come descritto in precedenza, o in un'altra piattaforma analoga, con quelli contenuti sulla *blockchain* usata per i pagamenti¹³⁹. Alla luce

¹³⁶ Un sistema di validazione basato sulla fiducia reciproca tra i nodi sarebbe impensabile all'interno di piattaforme pubbliche o in presenza di nodi non identificati, tuttavia, in questo caso, data l'affidabilità intrinseca degli istituti di credito in funzione di validatori, consente uno sveltimento del meccanismo di consenso. Ad oggi tale meccanismo è impiegato ad esempio dal consorzio R3, che rappresenta una delle maggiori applicazioni della *blockchain* in ambito bancario. <https://r3.com/>.

¹³⁷ Un meccanismo di consenso di tipo PoA si differenzia da sistemi di PoW o PoS, in quanto non prevede la risoluzione di complessi problemi matematici, bensì si basa sulla "reputazione" dei nodi. Questo si traduce in una velocità di convalida decisamente maggiore a fronte di un ridotto consumo di energia. <https://academy.binance.com/en/articles/proof-of-authority-explained>.

¹³⁸ Per alcune ipotesi sulle modalità di implementazione si rinvia a S. E. CHANG, Y. C. CHEN, T. C. WU, *op. cit.*, pag. 1712 ss.; K. L. QUOC, P. N. TRONG, H. L. VAN, H. K. VO, L. H. HUONG, K. T. DANG, K. H. GIA, L. V. C. PHU, D. N. T. QUOC, N. H. TRAN, H. T. NGHIA, B. L. KHANH, K. L. TUAN, *op. cit.*, pag. 890 ss.

¹³⁹ A tal proposito S. TSIULIN, K. H. REINAU, O.-P. HILMOLA, N. GORYAEV, A. KARAM, *op. cit.*, pag. 215, focalizzando l'attenzione sulla fase di *export* sostengono: "For the blockchain scenario, the crucial point is to enable trusted and secured information flow between the consigner bank and the port network. In this case, once notified regarding unloading of the container, a consigner bank, being one of the nodes in the network, starts a cross-check of all required documentation, keeping to a minimum

di un miglior coordinamento e di una semplificazione delle operazioni, le banche potrebbero inoltre ridurre i rischi di frodi, nonché le commissioni applicate, aumentando la competitività delle *Letters of Credit* e riducendo i costi complessivi di importazione.

Parlando di costi connessi al metodo di pagamento, va puntualizzato che attualmente esiste una sostanziale differenza tra le commissioni applicate da una banca nell'ambito di un pagamento mediante *Letter of Credit* e quelle necessarie a concludere una transazione su una piattaforma *blockchain* come, ad esempio, *Bitcoin*. Nel primo caso, infatti, la spesa è stabilita come una percentuale che la banca applica sul totale del credito richiesto e varia a seconda dell'istituto di credito al quale ci si affida, dell'importo totale dell'operazione e della valutazione del livello di rischio del Paese di provenienza del compratore, risultando quindi, tutto sommato, prevedibile¹⁴⁰. Nel secondo caso, invece, le commissioni hanno una duplice funzione: costituiscono parte del premio riconosciuto ai *miners* e proteggono la rete da attacchi *spam*¹⁴¹. Queste non sono stabilite in base all'importo inviato, bensì dipendono dalla dimensione (in *byte*) della transazione e aumentano all'aumentare del traffico in rete, fattore che le rende maggiormente volatili e difficili da prevedere in anticipo¹⁴².

Secondo questo sistema, attualmente, il ricorso ai tradizionali sistemi di pagamento tramite una banca risulta conveniente per importi contenuti, mentre, in presenza di pagamenti considerevoli (tipici di transazioni internazionali mediante *Letter of Credit*), una *blockchain* potrebbe essere più vantaggiosa.

the number of point-to point communications thus speeding up the pick-up for a freight forwarder.”

¹⁴⁰ European Parliamentary Research Service, *op. cit.*, pag. 77, riporta uno studio di alcuni istituti di credito, in cui il costo complessivo delle commissioni è stimato tra lo 0,125% e l'1% dell'importo della transazione.

¹⁴¹ La presenza di commissioni evita infatti che la piattaforma venga intasata, volontariamente o meno, da un numero spropositato di transazioni di modesta entità.

¹⁴² Per approfondimenti su questo tema e sui metodi di calcolo delle commissioni sulle maggiori piattaforme vedasi:

<https://academy.binance.com/it/articles/what-are-blockchain-transaction-fees>.

L'unico aspetto negativo derivante dall'impiego di una *blockchain* per i pagamenti tramite *Letter of Credit*, che mi sembra opportuno richiamare, riguarda l'immutabilità delle informazioni inserite sulla piattaforma, da cui potrebbero scaturire difficoltà nel caso le parti volessero rivedere e modificare qualche aspetto del credito documentale tramite un processo di *Amendment*.

Ad ogni modo, appurati i vantaggi che il sistema di pagamenti basato sulla *Letter of Credit* potrebbe ottenere dalla tecnologia *blockchain*, conviene aggiungere che un'applicazione diffusa di quest'ultima nel settore bancario aprirebbe la strada in breve tempo alla diffusione degli *smart contracts*¹⁴³, il cui impiego non mi sembra in questo caso ostacolato (purché si escluda l'ormai noto dibattito in merito ad eventuali errori di codifica e all'impossibilità di arrestare il codice una volta avviato) da alcuna particolare incertezza o elemento frenante, almeno da un punto di vista operativo¹⁴⁴.

Alcuni Autori¹⁴⁵ ipotizzano addirittura che un giorno l'impiego di questi ultimi potrebbe rendere del tutto superfluo il ruolo di garanzia svolto dalle banche all'interno del processo finanziario, consentendo il trasferimento di denaro mediante una singola transazione tra importatore ed esportatore. Nonostante ritenga verosimile questa eventualità, non credo tuttavia che possa verificarsi in breve tempo, a causa dei molteplici dubbi che, come si è visto, aleggiano ancora attorno a questa tecnologia. Se infatti, da un lato, l'utilizzo di piattaforme *blockchain* in questo campo mi sembra verosimile nei prossimi anni, magari in seguito a qualche significativo intervento regolamentare a livello globale,

¹⁴³ S. E. CHANG, Y. C. CHEN, T. C. WU, *op. cit.*, pag. 1719, ipotizzano un sistema di esportazione gestito interamente mediante tre *smart contracts*, da loro definiti: *Trading smart contract* (TSC), per l'automazione del flusso informativo, *L/C smart contract* (LCSC), per l'automazione del flusso finanziario e *Logistics smart contract* (LSC), per l'automazione del flusso fisico e documentale connesso alla logistica.

¹⁴⁴ Si pensi ad esempio, in relazione al processo di pagamento mediante *Letter of Credit*, a come l'impiego di *smart contracts* possa rendere totalmente automatici i vari versamenti, avviando le transazioni non appena la documentazione richiesta viene validata e senza la necessità di tener conto di ulteriori dati o condizioni connesse a eventuali *oracles*.

¹⁴⁵ R. PHILIPP, L. GERLITZ, G. PRAUSE, *op. cit.*, pag. 374 s.

promosso verosimilmente dalla Banca dei regolamenti internazionali¹⁴⁶, che ponga le basi per la redazione di regole comuni e condivise tra tutti gli istituti di credito in modo analogo a quanto avvenuto con gli accordi di Basilea 3, non ritengo invece che le rilevanti questioni giuridiche, di cui si è dato conto¹⁴⁷, in merito alla natura degli *smart contracts* e alla loro ammissibilità rispetto ai diversi ordinamenti giuridici, siano prossime a una soluzione certa e condivisa, condizione che risulta tuttavia necessaria per una loro diffusione su così larga scala.

Per questa ragione credo che, per una modernizzazione nei sistemi di transazioni internazionali e, più in generale, del sistema bancario, nei prossimi anni l'attenzione del legislatore debba focalizzarsi in primo luogo sulla definizione di regole condivise in materia di tecnologie a registro distribuito¹⁴⁸, così da garantire una regolamentazione chiara di valute virtuali¹⁴⁹ e nuovi strumenti finanziari¹⁵⁰, consentendo una graduale e sicura sperimentazione delle *blockchain* ad esempio nell'ambito dei pagamenti e ponendo le basi per la futura implementazione degli *smart contracts*.

D'altro canto, ritengo che gli istituti di credito dovrebbero adoperarsi per favorire l'introduzione della *blockchain* tramite iniziative condivise e coordinate dalle banche centrali¹⁵¹, da un lato per evitare che l'avvento delle nuove tecnologie metta

¹⁴⁶ La *Bank for International Settlements* (BIS) è un'organizzazione internazionale avente sede a Basilea e Fondata nel 1930 con lo scopo di promuovere la cooperazione in campo monetario e finanziario e fungere da coordinatore per le banche centrali.

¹⁴⁷ V., *supra*, Capitolo II.

¹⁴⁸ Un recente intervento normativo a livello nazionale in tal senso è rappresentato dal decreto-legge 17 marzo 2023, n. 25, che introduce le norme per l'emissione di azioni e obbligazioni "tokenizzate", costituendo un tassello fondamentale per la realizzazione di futuri investimenti in digitalizzazione e adeguando l'ordinamento nazionale alle disposizioni del Regolamento (UE) 2022/858.

¹⁴⁹ Come ricordato da R. ABDALLAH, J. BESANCENOT, C. BERTELLE, C. DUVALLET, F. GILLETTA, *op. cit.*, pag. 19, la principale sfida per il sistema bancario riguarda l'impossibilità di utilizzare le valute classiche (che rappresentano lo *standard* in quasi tutti i settori) per i pagamenti mediante *blockchain* e *smart contracts*.

¹⁵⁰ V., *supra*, sottoparagrafo 3.4.2.

¹⁵¹ Un intervento di queste ultime risulta a mio avviso fondamentale al fine di definire in modo chiaro una politica di controllo sulle criptovalute, così da evitare che la diffusione di uno strumento non adeguatamente regolato generi in futuro crisi finanziarie o diseguaglianze sociali.

in crisi un impreparato sistema bancario e, dall'altro, per rendere più efficienti un gran numero di attività e processi¹⁵².

4.5. Documenti in formato elettronico: la *Blockchain Bill of Lading* (cenni)

Giunti a questo punto risulterà probabilmente chiaro che tutte le applicazioni della *blockchain* e degli *smart contracts* viste finora richiedono, come requisito imprescindibile, il ricorso a una serie di documenti in formato elettronico. Se da un punto di vista operativo questo tema non genera particolari difficoltà, spostandosi in ambito giuridico la situazione si complica notevolmente, a causa della moltitudine di fonti normative che intervengono (peraltro diverse a seconda del tipo di documento in esame) e di un quadro regolamentare quasi sempre datato o incompleto¹⁵³.

In questa sede, focalizzando l'attenzione sul settore dello *shipping*, verrà esposto brevemente il processo che ha portato alla nascita delle polizze di carico elettroniche e le principali questioni in merito alle conseguenze di un loro impiego nell'ambito di una *blockchain*, concludendo poi con una riflessione sull'attuale sistema normativo; pur nella consapevolezza che un tema così vasto e dibattuto meriterebbe probabilmente una trattazione *ad-hoc*.

Nell'introdurre i prossimi ragionamenti connessi alla polizza, va subito specificato che è la sua natura di titolo di credito rappresentativo delle merci ad aver maggiormente attirato l'interesse della dottrina nel corso degli anni¹⁵⁴.

¹⁵² Tuttavia, in modo analogo a quanto visto parlando dei possibili comportamenti ostruttivi all'innovazione, che alcuni soggetti potrebbero mettere in atto nel timore di veder minacciato il proprio lavoro dalle nuove tecnologie, S. E. CHANG, Y. C. CHEN, T. C. WU, *op. cit.*, pag. 1729, ricordano: “*Intermediaries of trade finance activities may be reluctant to join blockchain ventures for the fear of damaging to their revenue models.*”

¹⁵³ V., *supra*, paragrafo 1.1.

¹⁵⁴ M. BRIGNARDELLO, *Utilizzo e potenzialità delle Blockchains e degli Smart Contracts nel settore dello Shipping: problematiche giuridiche*, cit., pag. 724 ss.

Secondo le attuali fonti normative, infatti, il possesso del documento corrisponde al possesso delle merci, per cui chi dispone materialmente della polizza di carico ha diritto ad ottenere dal vettore la riconsegna delle merci. Questo principio fa sì che il vettore, prima di procedere in tal senso, si accerti che colui che gli presenta il documento sia realmente il legittimo possessore, così da non correre il rischio, una volta consegnata la merce a chi non ne aveva diritto, di trovarsi di fronte alle legittime richieste di risarcimento da parte dell'effettivo possessore del carico¹⁵⁵.

Tale questione è stata posta fin da subito per le polizze in formato cartaceo che, a causa del rilascio di più originali (generalmente tre), sono esposte al rischio di smarrimento, contraffazione o furto¹⁵⁶; fattore che ha spinto nel corso degli anni la ricerca di strumenti alternativi, portando alla nascita della lettera di vettura marittima (*sea waybill*). Questa, tuttavia, non ha avuto il successo sperato, in quanto, rispetto alla polizza di carico, perde la proprietà che la rende liberamente negoziabile e trasferibile, precludendo quindi ai caricatori la possibilità di vendere il carico durante il trasporto via mare¹⁵⁷.

È però solo con l'avvento delle polizze elettroniche che questo documento, impiegato ormai da secoli¹⁵⁸, ha attraversato un processo di radicale innovazione, che potrebbe vedere in un futuro impiego della *blockchain* il suo apice. Una polizza di carico in formato elettronico, infatti, risolve finalmente lo storico problema relativo alla lentezza di trasmissione, che per molto tempo ha causato più di una difficoltà ai destinatari del carico, impossibilitati a ritirare le merci¹⁵⁹, a meno che non fossero in possesso di una lettera di garanzia (*Letter of Indemnity*) garantita da una banca o assicurazione.

¹⁵⁵ C. ALBRECHT, *op. cit.*, pag. 253.

¹⁵⁶ P. TODD, *op. cit.*, pag. 355.

¹⁵⁷ Questa pratica, definita “*string sales*”, è applicata specialmente ai carichi alla rinfusa.

¹⁵⁸ La diffusione della polizza di carico risale addirittura al XVI secolo.

¹⁵⁹ V., *supra*, sottoparagrafo 3.4.1.

Se da un lato la versione elettronica della polizza rappresenta già un'interessante soluzione¹⁶⁰, non risulta tuttavia esente da qualche dubbio applicativo. È stato infatti evidenziato dalla dottrina¹⁶¹ come, una volta tradotta la polizza in un *file*, divenga possibile duplicarla, creando una serie di copie indistinguibili dall'originale; fattore che giustifica la riluttanza da parte delle banche ad accettare polizze elettroniche, ad esempio, come prova della spedizione da parte di un venditore che richiede un pagamento secondo *Letter of Credit*¹⁶².

Risulta quindi evidente come, alla luce dei discorsi fatti finora, una versione della polizza elettronica trasmessa non già via *e-mail* o altri mezzi di condivisione digitale, bensì caricata su una *blockchain* privata¹⁶³, possa rappresentare una soluzione decisiva, garantendo una serie di ulteriori vantaggi, tra cui, ad esempio, la piena visibilità da parte dei partecipanti alla spedizione e una maggior sicurezza rispetto a manomissioni, duplicazioni o modifiche non autorizzate. Questa soluzione risolverebbe inoltre definitivamente il problema connesso all'individuazione degli originali pur garantendo la libera negoziazione della polizza, fattore che le restituirebbe la natura di titolo di credito rappresentativo delle merci¹⁶⁴.

¹⁶⁰ Ulteriori benefici riguardano ad esempio un risparmio sui costi di emissione e una maggior facilità di archiviazione e conservazione del documento, il quale, oltretutto, può in qualsiasi momento essere stampato in modo da ottenere una copia cartacea.

¹⁶¹ M. BRIGNARDELLO, *Utilizzo e potenzialità delle Blockchains e degli Smart Contracts nel settore dello Shipping: problematiche giuridiche*, cit., pag. 727; H. LIU, *op. cit.*, pag. 422 ss.

¹⁶² Questo difetto della polizza elettronica è tra l'altro la principale causa dello scarso successo ottenuto da alcuni rilevanti progetti che ne hanno sperimentato l'adozione, tra cui *essDOCs*, *e-titleTM* e *BOLERO*.

¹⁶³ Per un ripasso delle ragioni per cui, parlando di documenti del trasporto, una piattaforma di tipo *permissioned* sia preferibile, si rinvia al sottoparagrafo 3.4.4. e ai paragrafi 4.3. e 4.4., oltre che a C. ALBRECHT, *op. cit.*, pag. 265 s.

¹⁶⁴ L'immodificabilità dei dati sulla piattaforma può essere ovviata infatti tramite l'inserimento di un nuovo blocco, che riprende le informazioni della polizza originale variando esclusivamente il nome del destinatario, in modo analogo a quanto avverrebbe con una "girata". Questa soluzione consente inoltre, come ricordato da S. PU, J. S. L. LAM, *op. cit.*, pag. 780, di tenere traccia in modo sicuro delle girate effettuate.

Quanto esposto finora potrebbe far presagire un facile e rapido passaggio nei prossimi anni a quella che viene definita come “*blockchain bill of lading*”. Tuttavia, le questioni di carattere giuridico in merito all’applicabilità delle attuali fonti normative a questo strumento, come anticipato, sono ancora oggi tutt’altro che risolte e rappresentano il principale freno alla diffusione di questa tecnologia.

Partendo quindi da un esame dalla normativa interna, risulta necessario analizzare le disposizioni del codice della navigazione, evidenziando come, anche in assenza di approfondite conoscenze in materia, la sua datazione, risalente al 1942, non faccia presagire alcun riferimento a tipi di polizza diversi da quella cartacea, introdotti in tempi decisamente più recenti¹⁶⁵.

La prima norma, che merita di essere presa in considerazione, è l’art. 420 c. nav., relativo alla forma del contratto di trasporto marittimo di cose, il quale sancisce che “*il contratto di trasporto di cose deve essere provato per iscritto*”, prevedendo un requisito di forma scritta *ad probationem*¹⁶⁶. Per costituire prova scritta del contratto di trasporto marittimo, la *blockchain bill of lading* deve quindi avere le stesse caratteristiche legali di una polizza cartacea con firma autografa¹⁶⁷; requisito che, per essere verificato, necessita di una certa conoscenza del variegato mondo dei documenti informatici. Senza entrare nei dettagli, è sufficiente sapere che le caratteristiche di forma di un documento elettronico, in Italia, dipendono strettamente dal tipo di firma utilizzata per validarlo e che, nel nostro ordinamento, la principale fonte normativa in merito è il d. lgs. 7 marzo 2005 n. 82, come

¹⁶⁵ A ben vedere questo problema non riguarda solo l’ordinamento italiano, infatti, come evidenziato da H. LIU, *op. cit.*, pag. 427, parlando del contesto anglosassone: “[...] *the definition of “bill of lading” in the Carriage of Goods by Sea Act 1992, does not cover electronic documents. This means that in that jurisdiction, the rules governing transfer of title and the right to sue in that respect do not apply to electronic bills of lading; neither would they apply to blockchain-based bills of lading as smart contracts.*”

¹⁶⁶ La forma *ad probationem* fa sì che il documento scritto funga esclusivamente da prova del contratto. Questa si oppone alla forma *ad substantiam*, necessaria per l’esistenza stessa del contratto.

¹⁶⁷ M. BRIGNARDELLO, *Utilizzo e potenzialità delle Blockchains e degli Smart Contracts nel settore dello Shipping: problematiche giuridiche*, cit., pag. 732.

modificato dal d. lgs. 26 agosto 2016 n. 179¹⁶⁸, che prevede che soddisfino il requisito della forma scritta i documenti informatici a cui è apposta una firma forte, sia questa una firma digitale o una firma elettronica qualificata o avanzata, oppure i documenti informatici formati attraverso un processo avente i requisiti fissati dall’Agenzia per l’Italia digitale¹⁶⁹.

Tenuto conto delle garanzie di sicurezza offerte dal sistema a catena di blocchi e dai meccanismi di consenso tipici di una *blockchain*, non ritengo che possano sorgere dubbi in merito alla natura di documento scritto di una polizza in questo formato, anche in assenza di una firma forte, a condizione però che il documento sia inserito all’interno di una piattaforma privata in cui i nodi sono stati preventivamente identificati¹⁷⁰.

Spostando l’attenzione sugli altri articoli del codice in materia di polizza di carico, risulta evidente che una *blockchain bill of lading* non generi particolari problemi in qualità di prova dell’avvenuta caricazione delle merci (art. 459), o in merito ad alcune informazioni indispensabili al suo interno (art. 460), oppure, ancora, riguardo a eventuali riserve inserite dal vettore, dal raccomandatario o dal comandante della nave (art. 462); presentandosi, dal punto di vista dei contenuti, in modo analogo a una polizza cartacea. Inoltre, anche gli art. 463, 464 e 465 c. nav., probabilmente più controversi a causa dei riferimenti a originali e duplicati

¹⁶⁸ V., *supra*, paragrafo 2.3.

¹⁶⁹ Questi sono volti a garantire che i documenti siano sicuri, integri, immutabili e riconducibili in maniera chiara e inequivocabile all’autore.

¹⁷⁰ Per un’approfondita descrizione tecnica delle modalità di implementazione vedasi H. PRECHT, J. M. GÓMEZ, *Enabling Electronic Bills of Lading by Using a Private Blockchain*, in *Business Information Systems Workshops*, a cura di W. Abramowicz, S. Auer, M. Stróżyńska, Cham, 2022, pag. 336 ss. Come anticipato al paragrafo 2.3., l’assenza di un sistema di identificazione globalmente riconosciuto e la possibilità di anonimato concessa ai nodi rendono questi ragionamenti inapplicabili a piattaforme pubbliche.

della polizza, nonché alle sue modalità di trasferimento¹⁷¹, non sembrano generare particolari dubbi nella dottrina¹⁷².

Appurata una generale ammissibilità della polizza nei suoi formati più recenti all'interno dell'ordinamento italiano, possiamo quindi ad effettuare una rapida e analoga analisi delle disposizioni in merito, previste dalle Regole dell'Aja-Visby¹⁷³, anticipando che, in questo caso, il quadro normativo risulta meno definito¹⁷⁴.

Le Regole, nonostante spieghino espressamente che la polizza di carico costituisce prova della presa in consegna delle merci (art. III, § 4) e della loro caricazione a bordo (art. III, § 7), danno solo una sintetica descrizione riguardo alla sua trasferibilità e tacciono totalmente su eventuali formati diversi da quello cartaceo¹⁷⁵. Quest'assenza di previsioni in merito, combinata al fatto che le Regole dell'Aja-Visby, a causa della loro natura sovranazionale, vengono applicate in contesti giuridici fortemente eterogenei a livello globale¹⁷⁶, ha diviso la dottrina, con alcuni Autori che esprimono parere favorevole all'applicabilità delle Regole

¹⁷¹ Per spiegazioni più approfondite e opinioni in merito, vedasi M. BRIGNARDELLO, *Utilizzo e potenzialità delle Blockchains e degli Smart Contracts nel settore dello Shipping: problematiche giuridiche*, cit., pag. 733 s.

¹⁷² Va comunque puntualizzato che in altri sistemi giuridici tale adattamento potrebbe essere molto più complesso. E. GANNE, *Blockchain for trade: when code needs law*, cit., pag. 422, spiega: “*Under English law, for example, which is often used for trade contracts, intangible things, like e-documents, cannot be possessed. In other words, they cannot give rights simply by virtue of the holding.*” Fattore che potrebbe pregiudicare qualsiasi tentativo di estensione dei principi vigenti alle polizze smaterializzate.

¹⁷³ Queste trovano applicazione in caso di trasporti marittimi internazionali, fattore che le rende, intuitivamente, la fonte normativa più rilevante nel settore dello *shipping*.

¹⁷⁴ Questo fatto è quantomeno curioso se si pensa che queste regole titolano “*Unification of Certain Rules of Law relating to Bills of Lading*”, avendo lo specifico obiettivo di disciplinare in modo completo la polizza di carico.

¹⁷⁵ In modo analogo a quanto visto parlando delle fonti nazionali, anche queste regole risalgono a un'epoca storica antecedente alla nascita delle nuove tecnologie (l'ultima versione delle Regole dell'Aja-Visby è datata 1979).

¹⁷⁶ Una fonte internazionale necessita di un livello di intelligibilità decisamente maggiore rispetto ad una nazionale come il codice della navigazione, rischiando altrimenti di generare interpretazioni discordanti da dottrina e giurisprudenza appartenenti a Paesi diversi.

anche a polizze elettroniche e *blockchain bill of lading*¹⁷⁷ e altri che invece negano questa possibilità, rimandando a una presunta implicita volontà del legislatore affinché i documenti fossero esclusivamente in formato cartaceo¹⁷⁸.

Da questa rapida presentazione delle questioni connesse alla polizza di carico, appare evidente come, nonostante sia talvolta possibile, tramite il ricorso a interpretazioni teleologiche (forse un po' troppo soggettive) estendere in linea di massima l'applicazione delle fonti normative esistenti anche alle più moderne versioni dei documenti impiegati, questa non possa essere considerata come una soluzione definitiva, specialmente se consideriamo la rapidità con cui la tecnologia tende a rendere obsoleti i principi che hanno portato alla creazione di tali fonti. In futuro è infatti ragionevole aspettarsi ulteriori rilevanti innovazioni sui temi della condivisione di informazioni, gestione documentale ed espressione del consenso, fattore che evidenzia, a mio avviso, come la normativa applicabile a questi temi debba subire una revisione e un aggiornamento in tutti i settori coinvolti, per evitare che incertezze regolamentari su questi temi si traducano in un disincentivo per le imprese nella ricerca di soluzioni innovative e nello sviluppo delle nuove tecnologie.

Si pensi solo, a titolo esemplificativo, al divario temporale che, come si è visto, vede ancora il dibattito giuridico fermo su questioni connesse al valore legale di firme e documenti in formato elettronico, ormai diffusi da quasi trent'anni, rispetto all'effettivo avanzamento tecnologico¹⁷⁹, che prospetta all'orizzonte la nascita di piattaforme virtuali come il metaverso, basate su *blockchain*, *smart contracts*,

¹⁷⁷ Tra questi M. BRIGNARDELLO, *Utilizzo e potenzialità delle Blockchains e degli Smart Contracts nel settore dello Shipping: problematiche giuridiche*, cit., pag. 736 cita l'art. I, lett. a) delle Regole, sostenendo che l'espressione "*any similar document of title*" usata per descrivere il contratto di trasporto possa comprendere anche i nuovi formati della polizza di carico. L'Autrice riporta tuttavia anche una serie di opinioni della dottrina estera in senso opposto.

¹⁷⁸ Le principali argomentazioni a sostegno di questa seconda tesi riguardano la non estendibilità di termini quali "*document*", "*writing*" o "*signature*" a polizze smaterializzate.

¹⁷⁹ In merito a quanto visto sui nuovi tipi di polizza di carico, addirittura H. LIU, *op. cit.*, pag. 420 ss. pone le basi per l'introduzione di una "*smart contract bill of lading*".

NFT¹⁸⁰, criptovalute e *avatar* digitali. Strumenti che, come anticipato, non hanno finora attirato particolare attenzione da parte del legislatore¹⁸¹.

Risulta quindi fondamentale a mio parere che i legislatori, sia nazionali che sovranazionali, riconoscano la rapidità con cui il progresso avanza ormai da diversi anni, entrando nell'ordine di idee che, per tale ragione, un sistema giuridico statico, composto in gran parte da norme risalenti nel tempo e aggiornato esclusivamente tramite interventi *ex post*, volti a confermare regole e principi ormai già diffusi e pacificamente accettati, non risulta più adeguato a mantenere il quadro normativo al passo coi tempi¹⁸². La disciplina (in particolare quella derivante da fonti che regolano gli aspetti più tecnici e operativi) dovrebbe quindi evolvere parallelamente alla tecnologia, andando a colmare incertezze e vuoti di legge nel momento in cui questa inizia a diffondersi.

Pur nella consapevolezza del fatto che spesso risulta difficile individuare i progetti tecnologici destinati ad affermarsi, a fronte di una moltitudine di sperimentazioni in altrettanti settori, ritengo che un buon compromesso in grado, da un lato, di garantire gli interventi normativi necessari e, dall'altro, di non appesantire il quadro giuridico con regole troppo specifiche, o applicabili solo a tecnologie destinate a scomparire in breve tempo, possa derivare da una più stretta collaborazione tra il legislatore e i principali operatori economici attivi nello sviluppo di innovazioni¹⁸³, magari agevolata dalla nascita di figure professionali

¹⁸⁰ Un *non-fungible-token* (NFT) è un tipo speciale di *token*, che rappresenta l'atto di proprietà ed il certificato di autenticità, iscritto su una *blockchain*, di un bene unico digitale o fisico. Gli NFT non sono fungibili, il che li differenzia dalle criptovalute.

¹⁸¹ V., *supra*, paragrafo 2.2. e relativi sottoparagrafi.

¹⁸² Opinioni analoghe sono espresse da E. GANNE, *Blockchain for trade: when code needs law*, cit., pag. 421 che sostiene: “*To unleash the potential of blockchain for trade, legal developments need to keep pace with technological advancement. Indeed, digital technologies only provide a tool to move toward digitalization and can only be used as far as the legal framework allows them.*” Un esempio virtuoso in questo senso è inoltre proposto da H. PRECHT, J. M. GÓMEZ, *op. cit.*, pag. 335, ricordando un intervento normativo del 2016 da parte del legislatore tedesco, contenente linee guida per la transizione alle polizze elettroniche.

¹⁸³ Questo è possibile, come anticipato al paragrafo 3.2. parlando dell'evoluzione del settore marittimo, a seguito di una tendenza, presente in quasi tutti i settori, che vede un

con competenze interdisciplinari e in grado di definire gli interventi normativi prioritari¹⁸⁴.

numero ristretto di grossi operatori, facilmente individuabili, nel ruolo di *first mover* rispetto al processo di innovazione.

¹⁸⁴ Si pensi ad esempio, in relazione agli *smart contracts*, a quello che è stato definito come *smart contract developer*. Figure del genere, dotate di competenze interdisciplinari sia di carattere giuridico che tecnico, avranno a mio avviso nei prossimi anni un ruolo fondamentale nel guidare la regolamentazione delle nuove tecnologie.

CAPITOLO V

PROGETTI ATTUALMENTE ATTIVI O IN SPERIMENTAZIONE

5.1. Premessa

Giunti a questo punto e chiarite le principali questioni ancora aperte in merito alle diverse applicazioni delle nuove tecnologie in ambito marittimo, vale la pena presentare alcuni tra i principali progetti attraverso cui le potenzialità di *blockchain* e *smart contracts* vengono testate operativamente nei vari contesti dello *shipping* visti nei precedenti capitoli.

Ricordando che la moltitudine di iniziative in tal senso richiederebbe probabilmente una trattazione a parte, in questa sede verranno descritti in dettaglio solo i progetti ritenuti più rilevanti alla luce degli argomenti precedentemente esposti, presentando solo brevemente gli altri in un unico paragrafo. Inoltre, nonostante l'attenzione sia focalizzata principalmente sui progetti attualmente attivi o in sperimentazione, ritengo che una breve analisi del progetto *TradeLens*, finora probabilmente il più rilevante in ambito marittimo e, solo recentemente, ritirato dal mercato, sia utile a comprendere quali siano i principali problemi che le imprese che investono nella sperimentazione di queste tecnologie si trovano ad affrontare e consenta di ricavare qualche principio utile per eventuali iniziative future.

5.2. TradeLens

Il progetto *TradeLens*, come anticipato¹, nasce da una *joint venture* tra Maersk, una compagnia di navigazione danese, e IBM, una tra le maggiori e storiche aziende americane attive nel settore informatico. La collaborazione viene lanciata ad agosto 2018 e in breve tempo riscuote grande popolarità, riuscendo a coinvolgere gran parte dei maggiori operatori di linea a livello globale, oltre che caricatori, 3PL², imprese di trasporto terrestre, *software developers*, operatori portuali e, in misura minore, autorità doganali, governative e fornitori di servizi finanziari; per un totale di oltre 100 partecipanti ad aprile 2019³. Sfortunatamente però il successo è temporaneo e il progetto ha vita breve, tant'è che, a fine 2022, viene pubblicato un comunicato congiunto con cui i fondatori manifestano l'intenzione di ritirarlo, concedendo un periodo di transizione agli utenti, conclusosi alla fine del primo trimestre del 2023. L'annuncio ufficiale, ancora reperibile sul sito della piattaforma⁴, può essere scomposto in due parti rilevanti, di cui la prima, riassumendo gli obiettivi del progetto, recita:

“TradeLens was founded on a bold vision for global supply chain digitization as an open and neutral industry platform. This vision centered on the ability to enable true information sharing and collaboration across a highly fragmented industry globally.”

La piattaforma nasce infatti come uno spazio aperto e neutrale, basato sull'impiego della *blockchain*, con l'obiettivo di facilitare il monitoraggio del flusso fisico e documentale lungo la *supply chain* e sviluppare un nuovo modello di commercio globale, in grado di ridurre frizioni e inefficienze, nonché di raggruppare tutti gli

¹ V., *supra*, paragrafo 3.2.

² *Third-party logistics*.

³ Come evidenziato da N. WAGNER, B. WIŚNICKI, *op. cit.*, pag. 159, il forte successo è dovuto probabilmente a un'iniziale e diffusa eccitazione intorno questo progetto innovativo, alimentata dal fatto che: *“To get as many new members as possible Tradelens convinced them that their goals will also be met by the given platform.”*

⁴ <https://www.tradelens.com/>.

attori coinvolti nel processo di *import-export* all'interno di un ecosistema unico⁵. Il progetto prevedeva inoltre una completa sostituzione delle firme cartacee con la rispettiva versione elettronica, così da consentire ad esempio agli operatori doganali, una volta effettuati i controlli, di caricare le autorizzazioni firmate su un *database* in grado di ospitare non solo soggetti privati, ma anche enti pubblici o governativi⁶. Anche l'impiego di *smart contracts* era contemplato, principalmente con lo scopo di automatizzare e velocizzare la trasmissione di dati e certificazioni in seguito ai diversi controlli.

La seconda parte del comunicato, probabilmente più interessante, focalizza invece l'attenzione sulla principale causa del fallimento:

“Unfortunately, such a level of cooperation and support has not been possible to achieve at this point in time and A.P. Moller - Maersk (Maersk) and IBM have announced the discontinuation of the TradeLens platform.”

Risulta quindi evidente che il mancato raggiungimento di una massa critica sufficiente di utenti aderenti al progetto ne abbia compromesso le potenzialità applicative, relegandolo a un'iniziativa circoscritta e non in grado di imprimere la svolta sperata al settore. Le possibili cause di questo fallimento sono a mio avviso molteplici, tuttavia, quella decisiva è probabilmente dovuta alla fissazione di obiettivi troppo ambiziosi rispetto a una tecnologia che, nonostante esista ormai da diversi anni, risulta ancora in gran parte sconosciuta e dalle implicazioni incerte.

TradeLens, infatti, invece di avviare una sperimentazione graduale, magari circoscritta sia geograficamente che operativamente e supportata da rilevanti *stakeholder*, ha probabilmente anticipato troppo i tempi, proponendo unilateralmente un ecosistema completo e in grado di rivoluzionare in modo

⁵ Per una raffigurazione della soluzione proposta da *TradeLens* per facilitare la condivisione di informazioni tra i diversi soggetti, vedasi M. JOVIC, E. TIJAN, M. FLIPOVIĆ, M. JARDAS, *op. cit.*, pag. 142, in particolare l'immagine 1. Come è possibile notare, questa ricalca in gran parte il modello discusso, a livello locale, parlando di PCS.

⁶ S. TSIULIN, K. H. REINAU, O.-P. HILMOLA, N. GORYAEV, A. KARAM, *op. cit.*, pag. 210 s.

dirompente gran parte delle attività dello *shipping*. Questa novità è stata recepita con entusiasmo dagli operatori maggiori, da sempre in prima linea nell'innovazione, ma si è scontrata con la diffidenza di quelli più piccoli, generalmente conservatori e storicamente ostili a questo tipo di iniziative, che hanno probabilmente percepito il progetto come l'ennesima mossa aggressiva da parte di un *competitor* già fin troppo ingombrante⁷.

In modo analogo, a mio avviso, un ulteriore fattore frenante è giunto dallo scetticismo dei diversi *stakeholder* pubblici potenzialmente coinvolti, nonché dai governi di alcuni Paesi⁸, verosimilmente poco inclini ad avallare “a scatola chiusa” un progetto dalla riuscita incerta, coordinato da un ristretto numero di soggetti privati e in grado di generare risvolti notevoli sull'intero commercio globale. Va peraltro ricordato che tutte le questioni normative ancora aperte, presentate in parte nei precedenti capitoli, in aggiunta a una percezione generalmente negativa della *blockchain* e delle tecnologie ad essa connesse, non possono che aver inciso negativamente sulla valutazione d'insieme del progetto, pregiudicandone dall'inizio la riuscita. Infine, pur riconoscendo che una sperimentazione così precoce della tecnologia possa aver riscontrato qualche difficoltà tecnica, non ritengo che i problemi di scalabilità⁹ connessi alla piattaforma *Hyperledger Fabric* impiegata in questo caso, citati da alcuni articoli *online*, siano rilevanti, in quanto il fallimento non è derivato da un eccessivo numero di utenti, bensì dall'esatto opposto.

⁷ N. WAGNER, B. WIŚNICKI, *op. cit.*, pag. 159, mettono addirittura in dubbio la fedeltà al progetto da parte degli operatori maggiori già durante le fasi di programmazione e sperimentazione, in quanto: “*Tradelens was associated only with one container operator with the largest market potential. This probably raised some concerns among other ship operators regarding the neutrality of this solution.*”

⁸ Probabilmente, come evidenziato da alcuni analisti, una forte presenza statunitense nel progetto, tramite la partecipazione di IBM, ha generato qualche reazione politica, tant'è che nessun operatore asiatico (in particolare cinese) ha aderito all'iniziativa. <https://www.computerworld.com/article/3682128/maersks-tradelens-demise-likely-a-death-knell-for-blockchain-consortiums.html>.

⁹ Il tema della scalabilità, tipico di molte piattaforme *blockchain*, riguarda la capacità di una piattaforma di gestire un numero sempre maggiore di transazioni senza che le prestazioni ne risentano.

Un recente articolo di Forbes¹⁰, che attribuisce le ragioni della scarsa attrattività del progetto *TradeLens* a una visione troppo miope da parte dei fondatori ed eccessivamente focalizzata sui risultati di breve termine, piuttosto che sulle potenzialità del progetto nel lungo termine, evidenzia come, in assenza di un *leader* definito, ovvero un ente promotore e di controllo in grado di rappresentare i molteplici interessi coinvolti in un'implementazione della *blockchain*, un'effettiva diffusione delle nuove tecnologie su così larga scala, trainata da un ristretto numero di operatori, non sia attualmente possibile.

5.3. Global Shipping Business Network (GSBN)

Questo progetto di collaborazione, che può essere in realtà considerato come una vera e propria alleanza, nasce a novembre 2018 su iniziativa di CargoSmart Limited¹¹, compagnia *leader* nello sviluppo di *software* e soluzioni tecnologiche per la digitalizzazione del settore marittimo, venendo in breve tempo sottoscritto da rilevanti attori dello *shipping* e della portualità come COSCO, Evergreen, OOCL, Yang Ming, DP World, Hutchison Ports, PSA International, Shanghai International Port, Port of Qingdao (QGGJ) e Shanghai International Port Group (SIPG), a cui nel corso degli anni si aggiungono alcuni ex membri di *TradeLens*, tra cui CMA-CGM e Hapag-Lloyd in qualità di azionisti. Oltre agli operatori maggiori, attualmente l'iniziativa può contare su un gran numero di ulteriori membri e *partner* coinvolti.

La GSBN¹² si presenta fin da subito come l'alternativa asiatica al progetto *TradeLens*, attirando l'attenzione di molti soggetti scettici su quest'ultima, in particolare in merito ai requisiti di imparzialità. Gli obiettivi dell'iniziativa sono

¹⁰ <https://www.forbes.com/sites/loracecere/2022/12/05/tradelens-discontinues-operations-why-you-should-care/?sh=23978c484cec>.

¹¹ <https://www.cargosmart.com/en-us/>.

¹² <https://www.gsbntade/>.

del tutto assimilabili a quelli di *TradeLens*. Ritroviamo infatti la smaterializzazione dei documenti (tramite il progetto *Cargo Release*), il monitoraggio del flusso informativo lungo la *supply chain* e la creazione di uno spazio condiviso per gli operatori dello *shipping*, allo scopo di facilitare il commercio e rendere più resiliente l'economia globale, il tutto mediante l'impiego di una *blockchain* privata¹³ e in grado di garantire collaborazione e competizione tra gli attori operanti nel mercato. A questi si aggiungono inoltre obiettivi legati alla riduzione delle emissioni inquinanti e al *risk management*.

Rispetto a *TradeLens* vi sono tuttavia una serie di differenze rilevanti, che rendono questa piattaforma, a mio avviso, particolarmente interessante.

Il primo aspetto distintivo riguarda le modalità di nascita e adesione al progetto. *TradeLens* nasceva infatti su iniziativa di una singola compagnia di navigazione, aprendosi solo in un secondo momento alla partecipazione di altri operatori, fattore che certamente ha condizionato il rifiuto espresso da alcuni di essi, invitati a entrare in una piattaforma proprietaria e sviluppata secondo le specifiche esigenze e volontà di un unico soggetto¹⁴. Da questo punto di vista, invece, la GSBN coinvolge fin da subito un rilevante numero di *partner* nelle fasi di sviluppo e sperimentazione, garantendo un elevato livello di partecipazione e condivisione nelle scelte effettuate.

La seconda differenza rilevante viene rimarcata più volte all'interno del sito ufficiale dove si può leggere che: "*GSBN was established on a not for profit basis to ensure neutrality of the platform.*" Risulta quindi evidente che il problema di imparzialità, sollevato parlando di *TradeLens*, risulta in questo caso superato

¹³ La piattaforma è stata resa operativa nel 2021 e ha visto coinvolti nello sviluppo Oracle, Microsoft e Alibaba Cloud.

¹⁴ N. WAGNER, B. WIŚNICKI, *op. cit.*, pag. 159.

grazie alla natura *no profit* e, almeno teoricamente, *super partes* della piattaforma¹⁵.

Il terzo aspetto rilevante riguarda la grande attenzione dedicata ai temi finanziari nell'ambito del progetto *Trade Finance*. Questo rappresenta una delle più concrete iniziative in questo ambito da parte di un ente non direttamente coinvolto nel circuito bancario e, cosa sorprendente, non si presenta come una proposta unilaterale o circoscritta, bensì come un progetto strutturato e in grado di coinvolgere *partner* istituzionali e rilevanti istituti di credito sia asiatici, come la Bank of China e DBS Bank, che europei, come HSBC. L'obiettivo di questo progetto riguarda il superamento di tutte quelle pratiche antiquate, descritte in questa sede parlando ad esempio di assicurazioni¹⁶, ancora oggi ampiamente diffuse in ambito finanziario. *Trade Finance* consente infatti a banche e assicurazioni di sfruttare una serie di dati connessi alle attività logistiche per ottenere maggiore trasparenza durante le attività di *underwriting*, *risk assessment* e offerta di prodotti finanziari ai clienti che aderiscono alla piattaforma GSBN. Il progetto prevede inoltre la presenza di un gruppo di consulenti (*Advisory Group*) impiegato nell'esplorazione delle iniziative necessarie a consentire un'effettiva integrazione tra *supply chain* e istituzioni finanziarie da un punto di vista tecnico, legale e normativo.

Alla luce di queste considerazioni, l'iniziativa *Global Shipping Business Network* si presenta, a mio avviso, come uno tra i più rilevanti progetti attualmente attivi connessi a un impiego su larga scala della *blockchain* in ambito marittimo. Una piattaforma *no profit*, guidata da un *board* composto da esponenti dei principali *partner* coinvolti, potrebbe infatti superare le diffidenze che hanno causato il fallimento di *TradeLens*, attirando l'attenzione non solo degli operatori maggiori, ma anche di quelli più piccoli, rassicurati dall'elevata affidabilità garantita dal

¹⁵ Resta tuttavia da capire se l'attuale presenza dominante di operatori asiatici (in particolare cinesi) possa in qualche modo pregiudicare la tutela degli interessi di tutti i soggetti coinvolti.

¹⁶ V., *supra*, paragrafo 4.3.

coinvolgimento di rilevanti attori istituzionali¹⁷. Nonostante la risposta del mercato sia attualmente positiva¹⁸, i prossimi anni saranno decisivi per capire se questa iniziativa sia in grado di portare avanti quella rivoluzione digitale che ormai da tempo il settore attende. Ritengo tuttavia che un rilevante fattore frenante rispetto alla diffusione della piattaforma in Europa e America del Nord possa essere costituito dalla forte presenza cinese all'interno del progetto, specialmente in seguito all'interessamento da parte di rilevanti soggetti ed enti statali, a causa del recente deterioramento dei rapporti internazionali tra i Paesi NATO e quella che sembra delinearsi come un nuovo asse Cina-Russia, a seguito di alcune questioni di carattere sia economico che militare¹⁹.

5.4. *CargoX*

CargoX nasce nel 2017 da un'idea di Stefan Kukman come *start-up* innovativa e apertamente in competizione con il progetto BOLERO²⁰, con l'obiettivo di portare avanti la ricerca sui documenti digitalizzati connessi al commercio globale, tra cui

¹⁷ Il progetto *Trade Finance* ha ad esempio ottenuto l'iniziale approvazione dalla *Hong Kong Monetary Authority* (HKMA), attirando l'interesse di vari istituti di credito.

¹⁸ <https://www.forbesindia.com/article/cryptocurrency/hong-kongs-gsbn-optimistic-about-blockchain-in-logistics-despite-maersks-termination-of-similar-project/84337/1>.

¹⁹ Tra le più rilevanti troviamo il conflitto tra Russia e Ucraina e le recenti esercitazioni militari cinesi al largo di Taiwan, che vanno a complicare il già complesso scenario geopolitico internazionale.

²⁰ BOLERO (*Bill of Lading Electronic Registry Organization*) è un'organizzazione nata nel 1995 su iniziativa dell'Unione Europea con l'obiettivo di digitalizzare i processi tipici del commercio internazionale e, in particolare, promuovere il passaggio a polizze di carico elettroniche. Nonostante gli sforzi profusi nel corso degli anni in tal senso, complice il frammentato quadro normativo, attualmente la possibilità di ricorrere a polizze smaterializzate è consentita solo ai membri dei club P&I aderenti. Per approfondimenti sulla storia di BOLERO vedasi <https://www.ukpandi.com/news-and-resources/circulars/2010/bolero-history-of-the-bolero-project-and-the-international-group-of-pi-clubs-the-groupcover/>.

polizze di carico e *Letters of Credit*²¹. Nonostante questa iniziativa non sia attualmente paragonabile per estensione ai progetti maggiori in questo contesto, nell'arco di pochi anni ha saputo adottare alcune soluzioni interessanti, attirando l'attenzione di diversi operatori e anche qualche soggetto istituzionale. La sua peculiarità riguarda il ricorso ad una piattaforma pubblica basata su *Ethereum*, totalmente incentrata sull'efficientamento del flusso documentale lungo la *supply chain* e in grado di connettere direttamente i soggetti coinvolti nel processo di *import-export*, creando fiducia e interazioni tramite l'eliminazione degli intermediari²². Questa scelta si pone in discontinuità rispetto ai progetti più noti, che si basano quasi esclusivamente su *blockchain* private.

CargoX è stata inoltre protagonista nel corso degli anni di una serie di sperimentazioni e studi per l'adozione di polizze di carico elettroniche, condotti tramite il progetto *Smart B/L*, a cui si deve anche la prima iniziativa del settore volta a studiare la fattibilità di una *blockchain bill of landing* tramite il ricorso a un *Blockchain Documentation Transaction System* (BDTS), lanciato nel 2019. Attualmente la piattaforma offre la possibilità di generare in formato elettronico sia polizze negoziabili (*Negotiable B/L*) che non negoziabili, (*Straight B/L*), oltre che *Sea Waybill* e diversi altri documenti connessi al trasporto e trasmissibili in meno di 20 secondi, con un costo inferiore del 15% rispetto alla rispettiva versione cartacea²³. Tra questi troviamo distinte base, rapporti sui danni al carico, certificati di analisi, fumigazione, ispezioni, reclami, notifiche di arrivo a destinazione, contratti, documenti di credito o debito, ecc.²⁴. Il fondatore della piattaforma ha inoltre dichiarato interesse verso l'automazione offerta dagli *smart contracts*,

²¹ Per approfondimenti sulla *vision* del progetto si rinvia a un'interessante intervista al fondatore: <https://supplychaindigital.com/technology/qand-cargox-founder-and-ceo-stefan-kukman>.

²² S. MARENKOVIĆ, E. TIJAN, S. AKSENTIJEVIĆ, *op. cit.*, pag. 1416; <https://cargox.io/>.

²³ M. JOVIC, E. TIJAN, M. FLIPOVIĆ, M. JARDAS, *op. cit.*, pag. 143; E.H. GREEN, E.W. CARR, J.J. WINEBRAKE, J.J. CORBETT, *op. cit.*, pag. 26 s.

²⁴ Per un dettagliato approfondimento su obiettivi, struttura e servizi offerti da *CargoX* si rinvia a <https://cargox.io/static/files/CargoX-Blueprint-September-2021.pdf>.

ipotizzando un loro futuro impiego nell'ambito di un sistema di trasmissione dei documenti totalmente automatizzato.

Nonostante la piattaforma non abbia ancora raggiunto la diffusione e il successo sperati, probabilmente a causa della tendenza da parte degli operatori maggiori a ricorrere a piattaforme proprietarie, può comunque vantare alcuni risultati decisamente rilevanti. Tra questi va ricordata la fruttuosa sperimentazione attuata nel 2018 nel porto di Capodistria, l'approvazione da parte dell'*International Group of P&I Clubs* ottenuta nel 2020²⁵, nonché la storica decisione da parte dell'Egitto di imporre l'utilizzo della piattaforma a tutti i soggetti che importano merce via mare o aereo a partire dal 1° gennaio 2023.

5.5. *Morpheus Network*

Morpheus Network, nonostante non riceva probabilmente la dovuta attenzione da parte della letteratura, è uno dei più consolidati e promettenti progetti basati sulla *blockchain* e applicati all'intera *supply chain*. A ben vedere non è l'unica piattaforma di questo tipo, esistono infatti diversi programmi, più o meno avanzati, che fanno di una digitalizzazione integrata della *supply chain* la propria missione²⁶. A mio avviso, tuttavia, *MorpheusNetwork*, a causa di alcune interessanti e innovative soluzioni adottate e della crescita esponenziale ottenuta in breve tempo, merita un'attenzione particolare.

Fondato nel 2016 da Danny Weinberger e Noam Eppel, "*Morpheus Network was built to make logistics easier using blockchain technology. Combining the most*

²⁵ Come ricordato da M. BRIGNARDELLO, *Utilizzo e potenzialità delle Blockchains e degli Smart Contracts nel settore dello Shipping: problematiche giuridiche*, cit., pag. 744, questo riconoscimento attesta che le *blockchain bill of lading* trasferite ed archiviate con questo sistema presentano le stesse caratteristiche delle polizze di carico cartacee.

²⁶ Citandone giusto alcuni, troviamo ad esempio il promettente progetto *Circular*, *IBM blockchain*, *Everledger*, *Bext360*, *sofoChain*, *Autalink*, ecc. Per un elenco più completo vedasi: <https://sourceforge.net/software/blockchain-supply-chain/>.

brilliant minds in global trade, information security, blockchain, and artificial intelligence, Morpheus Network aims to fix the inefficiencies that the World Economic Forum has identified in a \$15 trillion USD industry²⁷.”

Tramite l'impiego di tecnologie quali IoT, *smart contracts* e AI si pone l'obiettivo di ridurre le inefficienze delle *supply chain* a cui viene applicato tramite l'automazione. Sarebbe probabilmente superfluo elencare tutti i successi del progetto, nonché i molteplici ambiti in cui è attualmente attivo, tuttavia, giusto per dare un'idea della sua portata, si pensi che impiega oltre 100 tecnologie diverse, potendo contare su ben due sistemi di pagamento: il primo basato sul tradizionale sistema SWIFT e facilitato dalla collaborazione con AccessPAY, il secondo, mediante la criptovaluta proprietaria MNW, operante su *Ethereum* e impiegabile nelle transazioni gestite tramite *smart contracts*. Può vantare inoltre una moltitudine di collaborazioni con *start-up* innovative e imprese tecnologiche, tra cui ad esempio Hacken.io che, tramite la piattaforma decentrata *HackenProof*, garantisce la sicurezza della *blockchain*, nonché l'integrazione con i sistemi impiegati da operatori globali come UPS, FedEx, DHL, United States Postal Service, Canada Post, GLS, China Post, Yun Express, India Post, Taiwan Post, Singapore Post, Deutsche Post, Royal Mail, Australia Post e molti altri.

Morpheus Network ricopre attualmente un interessante ruolo di sintesi e coordinamento rispetto a una pluralità di progetti locali e indipendenti, mantenendo però un buon grado di imparzialità e decentramento. Questa potrebbe essere una possibile soluzione vincente per la diffusione delle nuove tecnologie tra gli operatori più piccoli della *supply chain*, riuscendo, tramite un'unica piattaforma, a rappresentare interessi e necessità di una moltitudine di soggetti che, in qualità di partecipanti, hanno la possibilità di suggerire soluzioni e miglioramenti, contribuendo al successo complessivo dell'ecosistema. Tuttavia, il rischio maggiore che corrono, a mio avviso, i progetti di questo tipo, ponendo l'attenzione su un elevato numero di attività, settori e processi, è quello di essere

²⁷ <https://morpheus.network/>.

percepiti come troppo complessi e dispersivi rispetto alle limitate necessità degli operatori minori, rischiando quindi di essere scartati in favore di piattaforme locali o circoscritte. Ad ogni modo, *Morpheus Network* è stato inserito nel programma *Google for Startups Accelerator Canada Cohort* per l'anno 2023, confermandosi come una delle realtà più promettenti e meritevoli di attenzione nei prossimi anni.

5.6. Digital Container Shipping Association (DCSA)

Fondata nel 2019, è probabilmente la più rilevante associazione di vettori di linea al mondo, nonché l'unica iniziativa finora, in grado di coinvolgere, tramite la *FIT Alliance*²⁸, gran parte dei maggiori attori istituzionali del settore marittimo, tra cui BIMCO, FIATA²⁹, ICC, nonché la società SWIFT. Questa condivide con GSBN la natura di organizzazione *no profit* e con *Morpheus Network* la funzione di coordinamento di una serie di progetti e iniziative connesse alla sperimentazione delle nuove tecnologie nello *shipping*, ponendosi l'obiettivo di promuovere l'innovazione e sviluppare *standard* a beneficio dell'intera industria marittima³⁰. L'associazione raggruppa oggi quasi tutti i maggiori operatori di linea, tra cui MSC, Maersk, CMA CGM, Hapag-Lloyd, ONE, Evergreen, Yang Ming, HMM e ZIM ed è attiva in gran parte delle sperimentazioni delle nuove tecnologie. È tuttavia in materia di polizze di carico elettroniche che ha recentemente ottenuto alcuni tra i successi più rilevanti per l'intero settore.

A luglio 2022 la DCSA ha infatti annunciato, a seguito di una proficua collaborazione con diversi operatori minori attivi nella sperimentazione delle *e-bl*

²⁸ La *Future International Trade (FIT) Alliance*, lanciata nel 2022, nasce per concretizzare quella collaborazione, a più riprese auspicata anche in questa tesi, tra operatori privati, soggetti istituzionali e associazioni di categoria, allo scopo di creare consapevolezza sulle potenzialità delle nuove tecnologie, promuovere l'interoperabilità e definire *standard* operativi e regolatori “*across international jurisdictions and platforms.*”

²⁹ La FIATA (*International Federation of Freight Forwarders Associations*) è un'organizzazione non governativa che rappresenta gli spedizionieri in tutto il mondo.

³⁰ <https://dcsa.org/>.

come *CargoX*³¹, *edoxOnline*, *essDOCS* e *Wave BL*³², l'inizio della seconda e ultima fase connessa alla sperimentazione di una polizza elettronica basata su *standard* di interoperabilità condivisi con tutti i *partner* coinvolti. La prima fase, conclusa con successo a maggio 2022, aveva visto nel ruolo di partecipanti attivi sette vettori di linea, oltre che la compagnia petrolifera ExxonMobil e i quattro sopracitati *provider* di polizze elettroniche.

È infine estremamente recente la notizia (febbraio 2023) con cui la DCSA ha dichiarato un impegno condiviso da parte di tutti e nove i *carrier* appartenenti all'associazione, per un completo passaggio alle polizze elettroniche entro il 2030³³. Secondo le stime della società di consulenza McKinsey & Company questo traguardo potrebbe comportare un risparmio di 6.5 miliardi di dollari in termini di costi diretti per gli *stakeholder*, garantendo una crescita annua del commercio globale nell'ordine di 30-40 miliardi di dollari.

L'alleanza DCSA è senza dubbio la più promettente iniziativa connessa alla digitalizzazione del trasporto marittimo di linea attualmente attiva. La sua natura *no profit* e il rilevante ruolo di sintesi e creazione di *standard* svolto, supportato non solo dai maggiori operatori privati, ma anche da rilevanti attori istituzionali, potrebbero consentirle nei prossimi anni di raccogliere l'eredità di *TradeLens* e presentarsi a tutti gli effetti come coordinatore e facilitatore nel processo di adozione delle più moderne tecnologie nel settore.

Tuttavia, l'assenza da questa iniziativa delle due maggiori compagnie di navigazione cinesi, COSCO e OOCL, suggerisce che una completa standardizzazione, anche solo limitata al trasporto di linea, sia ancora lontana. Inoltre, a mio avviso, nei prossimi anni potremmo assistere, nel caso di un

³¹ V., *supra*, paragrafo 5.4.

³² Il titolo di "operatore minore" in realtà poco si addice a *Wave BL* che, collaborando con MSC, è riuscita a elaborare più di 100.000 polizze elettroniche nei primi nove mesi del 2022, con una crescita su base trimestrale del 12%.

<https://www.ledgerinsights.com/blockchain-msc-wave-bl-electronic-bills-of-lading-eb/>.

³³ <https://www.seatrade-maritime.com/containers/container-lines-commit-100-electronic-bill-lading-adoption-2030>.

passaggio alla sperimentazione di una *blockchain* condivisa da parte della DCSA, peraltro altamente probabile viste le premesse dell'iniziativa, alla prima rilevante competizione su questi temi all'interno del settore. Verosimilmente, questa vedrebbe contrapposte la DCSA e la GSBN, spingendo gli operatori a dover scegliere a quale piattaforma aderire, in un contesto che potrebbe vedere l'evoluzione tecnologica protagonista di una revisione delle attuali alleanze marittime³⁴.

Resta infine da puntualizzare che la DCSA contempla attualmente la presenza esclusiva degli operatori maggiori, fattore che rischia di esporla, ripetendo l'errore compiuto da *TradeLens*, alle diffidenze degli operatori più piccoli, qualora decidesse di estendere la propria attenzione anche a loro.

5.7. *Insurwave*

Insurwave, nonostante trovi applicazione in un ambito più circoscritto rispetto agli altri progetti citati, merita comunque di essere menzionata in questa rassegna, in quanto rappresenta una delle più avanzate sperimentazioni nell'ambito delle assicurazioni *marine* attualmente attive. Questa nasce nel 2018 da una collaborazione tra Maersk ed Ernst&Young (EY), in cui vengono coinvolti sia *partner* tecnologici, come Guardtime e Microsoft Azure, che provenienti dal settore assicurativo, come la società di brokeraggio Willis Towers Watson e gli assicuratori MS Amlin e XL Catlin.

³⁴ Questo processo è peraltro già in atto ma per ragioni diverse. A seguito del recente avvio delle procedure di scioglimento dell'alleanza 2M, pare infatti che anche la *Ocean Alliance* sia prossima a concludersi. Inoltre, alcuni analisti che prospettano una futura fusione tra Hapag-Lloyd e ONE, fattore che potrebbe cambiare i rapporti di forza all'interno della *The Alliance*. <https://www.shippingitaly.it/2023/03/06/dopo-la-2m-anche-la-ocean-alliance-potrebbe-essere-la-prossima-a-sgretolarsi/>.

Insurwave si presenta come: “*A London-based, client centric, tech focused, disruptive company that connects the specialty insurance market*³⁵”. L’obiettivo primario del progetto è quello di favorire la collaborazione tra assicuratori, *broker* assicurativi e clienti, offrendo contratti standardizzati e soluzioni innovative, basate su sistemi di archiviazione tramite *blockchain* e protetti crittograficamente. I principali servizi riguardano la definizione di premi dinamici in base alle condizioni ambientali, generazione automatica dei documenti, consulenza e messa a disposizione di *database* aggiornati, oltre che servizi IT in grado di ridurre tempi e costi amministrativi fino al 75%. La piattaforma è stata acquisita nel 2021 da IncubEx, una compagnia americana che si occupa di strumenti finanziari innovativi, tramite un’operazione che ha aperto la strada a un ampliamento del progetto.

5.8. Altri progetti e qualche considerazione

Oltre ai progetti maggiori finora elencati e ad alcune iniziative rilevanti richiamate nei precedenti capitoli parlando dei diversi impieghi di *blockchain* e *smart contracts* nello *shipping*, esistono poi una pluralità di progetti minori, sia dal punto di vista della dimensione degli enti promotori (spesso *start-up*), che dell’ambito di applicazione (generalmente locale e limitato a una singola applicazione delle nuove tecnologie) che risultano tuttavia promettenti³⁶. Tra questi ricordiamo ad esempio:

³⁵ <https://insurwave.com/>.

³⁶ Questa rassegna nasce da ricerche effettuate in *internet* escludendo alcuni progetti falliti o abbandonati come *ShipChain* o *300Cubits*, nonché dall’incrocio delle informazioni contenute in S. TSIULIN, K. H. REINAU, O.-P. HILMOLA, N. GORYAEV, A. KARAM, *op. cit.*, pag. 210 ss.; N. WAGNER, B. WIŚNICKI, *op. cit.*, pag. 157 ss.; S. PU, J. S. L. LAM, *op. cit.*, pag. 781; M. JOVIC, E. TIJAN, M. FLIPOVIĆ, M. JARDAS, *op. cit.*, pag. 143; E.H. GREEN, E.W. CARR, J.J. WINEBRAKE, J.J. CORBETT, *op. cit.*, pag. 26 ss.; R. ABDALLAH, J. BESANCENOT, C. BERTELLE, C. DUVALLET, F. GILLETTA, *op. cit.*, pag. 16.

- ***Blockchain Labs for Open Collaboration (BLOC)***, che, oltre alle sperimentazioni che verranno presentate parlando di MBL, ha sviluppato un sistema di *Shipping Emissions Monitoring Verification and Reporting (MRV)*. Questo progetto studia le modalità di tracciamento delle emissioni inquinanti dello *shipping*, fornendo un sistema di supporto alle decisioni in grado di aiutare i diversi *stakeholder* a rispettare gli obiettivi di decarbonizzazione imposti dall'IMO³⁷.
- ***Blockshipping***, che mira a sviluppare un sistema di registrazione e condivisione dei container tra le diverse compagnie tramite il ricorso a sensori e IoT, connessi a una "*Global Shared Container Platform*". Inoltre, grazie ad una recente *partnership* con COSCO, sta testando l'applicazione di sistemi di AI all'interno dei *terminal*³⁸.
- **CALISTA**, nata come piattaforma di *supply chain orchestration*³⁹ su iniziativa di PSA.
- ***CargoLedger***, che promuove la smaterializzazione di alcuni documenti del trasporto, tra cui la CMR.
- ***Maritime Blockchain Labs (MBL)***, fondata dalla *Lloyd's Register Foundation*. È attiva in tre iniziative rilevanti che coinvolgono altrettanti consorzi. La prima, in collaborazione con Maersk, Heidmar, PTC Holdings Corp., oltre che alcuni *partner* tecnologici e l'organizzazione internazionale *The Mission to Seafarers*, è volta a testare un sistema di rilascio e archiviazione delle certificazioni ai marittimi tramite *blockchain*. La seconda, che nasce da una *joint venture* con *Blockchain Labs for Open Collaboration (BLOC)* e conta oggi un gran numero di *partner*, tra cui Precious Shipping, Bostomar, BIMCO, oltre che la *International Bunker Industry Association* e GoodFuels, ha come obiettivo la creazione di un sistema trasparente per il tracciamento dei carburanti usati in ambito

³⁷ *International Maritime Organization*.

³⁸ Per approfondimenti vedasi S. MARENKOVIĆ, E. TIJAN, S. AKSENTIJEVIĆ, *op. cit.*, pag. 1417.

³⁹ Il ruolo dell'"orchestrator" può essere assimilato a quello di un 4PL.

marittimo. La terza, nuovamente in collaborazione con BLOC, a cui si aggiungono la società Rainmaking e alcuni *stakeholder* portuali, tecnologici e qualche vettore, ha l'obiettivo di consentire un più efficiente tracciamento delle merci pericolose.

- **Mendix** e **Chain of Things**, entrambe specializzate nello sviluppo di soluzioni innovative per connettere *blockchain* e *smart objects*. La prima in particolare mira a creare un *database* centralizzato per *oracles* e *smart sensors* che riduca le cause legali tra caricatori e vettori e velocizzi i controlli doganali.
- **Portchain**, che, forte di una recente collaborazione con Hapag-Lloyd, investiga le potenzialità di piattaforme per l'*import-export* basate sulla *blockchain*.
- **Provenance**, che consente un perfetto tracciamento dei prodotti lungo la *supply chain*.
- **Silsal** e **Smart Port**, attivi nella digitalizzazione del flusso documentale tra i porti di Abu Dhabi e Anversa (il primo) e nell'ambito dei singoli porti (il secondo).
- **Tallysticks**, che garantisce l'archiviazione sicura di informazioni connesse al trasporto per evitare ritardi o costi imprevisti.
- **T-Mining**, in grado di offrire servizi di tracciamento dei carichi all'interno dei *terminal* al fine di evitare furti o errori negli spostamenti.

È interessante notare come tutti i progetti elencati possano essere classificati in categorie distinte in base ai tre obiettivi prevalenti perseguiti. Questi riguardano: velocizzazione e semplificazione del flusso documentale tramite processi di digitalizzazione, miglioramento del flusso informativo mediante sistemi di tracciamento e sensori, efficientamento del flusso fisico attraverso uno snellimento delle procedure. Nessuno di essi, tuttavia, considera congiuntamente tutti e tre gli aspetti⁴⁰, fattore che, da un lato, incentiva la sperimentazione di singole idee

⁴⁰ S. TSIULIN, K. H. REINAU, O.-P. HILMOLA, N. GORYAEV, A. KARAM, *op. cit.*, pag. 214.

innovative, rischiando però, dall'altro, di generare una moltitudine di soluzioni parziali e piattaforme circoscritte, aggravando ulteriormente i già notevoli problemi di coordinamento in ambito marittimo. Come anticipato⁴¹, inoltre, scarsa attenzione è posta al tema del flusso finanziario in quanto, probabilmente, la maggior parte degli operatori non ritiene che iniziative esterne al mondo degli istituti di credito possano avere successo.

Estendendo l'analisi anche ai progetti maggiori visti nei precedenti paragrafi, risulta evidente che anche i soggetti promotori possono essere raggruppati in categorie⁴², in particolare troviamo: armatori, fornitori di servizi ICT e operatori della *supply chain*. Ci sono poi i consorzi che raggruppano in modo variabile due o più di queste categorie, aggiungendo talvolta la presenza di attori istituzionali. Mentre le iniziative di armatori e operatori logistici sono quasi sempre destinate a un uso esclusivo, venendo solo raramente condivise con altri soggetti, eventualmente durante le fasi finali di sviluppo (ex: *TradeLens*, GSBN) o tramite servizi a pagamento, i progetti promossi dai fornitori di servizi ICT e i consorzi mirano alla creazione di un ecosistema neutrale e spesso liberamente accessibile. I primi, tuttavia, rischiano di non suscitare l'interesse dei *leader* di mercato (*CargoChain*, *CargoX*) fattore che rende il ricorso a consorzi, a mio avviso, la soluzione attualmente migliore per garantire sia visibilità che imparzialità alle piattaforme⁴³.

Per quanto riguarda la dimensione dei progetti, possiamo infine rilevare come il panorama sia estremamente eterogeneo e non presenti particolare correlazione tra l'entità dei soggetti promotori e il successo ottenuto dalle iniziative; osserviamo infatti progetti strutturati e promossi dagli operatori maggiori ottenere talvolta un

⁴¹ V., *supra*, paragrafo 3.2.

⁴² N. WAGNER, B. WIŚNICKI, *op. cit.*, pag. 160 ss.

⁴³ Opinione analoga è espressa da M. PERKUŠIĆ, Š. JOZIPOVIĆ, D. PIPLICA, *op. cit.*, pag. 372. Gli Autori ipotizzano inoltre che: “*Starting from consortium-based solutions, however, it could in the future be possible that other stakeholders, especially the EU and its member states, enter this field, both through regulation, as well as through an active involvement in the systems.*”

successo inferiore a iniziative di *start-up* o piccole compagnie. Queste ultime, inoltre, non seguono un percorso evolutivo predefinito. Alcune vengono escluse dal mercato in breve tempo, altre vengono acquisite o inglobate dalle piattaforme maggiori, altre ancora si affermano riuscendo a competere con i progetti dei *player* più forti, divenendo addirittura, a volte, vere e proprie entità di coordinamento di iniziative minori (*Morpheus Network*).

CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Dall'analisi delle principali questioni inerenti all'impiego delle nuove tecnologie in ambito marittimo emerge un quadro ancora oggi tutt'altro che definito, sia sul piano applicativo e connesso alla sperimentazione, sia su quello regolamentare.

Mentre infatti la maggior consapevolezza degli indubbi vantaggi¹ offerti dalle piattaforme *blockchain* in termini di sicurezza, tracciabilità, rapidità di trasmissione, immutabilità e trasparenza dei dati, nonché alcuni rilevanti interventi normativi attuati dai legislatori nazionali e sovranazionali sembrano in grado quantomeno di suscitare l'attenzione degli operatori del settore, incuriositi dall'idea di un ecosistema condiviso e in grado di ridurre fino ad azzerare i costi connessi a intermediari e commissioni, un discorso diverso vale per gli *smart contracts*, considerati finora con generale freddezza. Questa, che si manifesta in un esiguo numero di progetti attivi nella sperimentazione di tale tecnologia, pur essendo in parte riconducibile a difficoltà ancora presenti dal punto di vista tecnico e applicativo, è soprattutto motivata, a mio avviso, da un ingiustificato disinteresse da parte del legislatore nei confronti di uno strumento che appare sempre più centrale nei processi di digitalizzazione e automazione, promettendo di modernizzare settori storicamente conservatori come quello marittimo, in particolare in ambito assicurativo e finanziario. Da questo punto di vista, mentre da un lato i principi contrattuali sanciti dalla *common law* sembrano in linea di massima applicabili agli *smart contracts*², dall'altro, dottrina e giurisprudenza appartenenti a sistemi giuridici basati sulla *civil law* trovano notevole difficoltà nel tentativo di applicare norme, quasi sempre risalenti al secolo scorso, a tecnologie

¹ Per una rapida sintesi vedasi European Parliamentary Research Service, *op. cit.*, pag. 43 s., in particolare la tabella 19.

² Come ricordato inoltre da H. LIU, *op. cit.*, pag. 433, “*In the common law system, the phenomenon of case law jurisprudence would appear to provide the kind of flexibility needed to enable the law to readily accept technological changes and break new ground [...]*”.

informatiche basate su algoritmi e codici che ben poco condividono con i tradizionali contratti cartacei. Questo problema, già di per sé rilevante, si complica ulteriormente man mano che ci si addentra nella normativa, spesso complessa e stratificata, che regola i diversi settori dell'economia, riportando alla luce questioni irrisolte, come quella inerente alle polizze di carico elettroniche incontrata descrivendo documenti e contratti smaterializzati in ambito marittimo.

Parlando di *smart contracts*, una menzione particolare meritano inoltre le problematiche inerenti alla disciplina delle nuove figure professionali, in questa sede descritte come “*smart contract developers*”, destinate a diventare inevitabilmente centrali in tutti i settori in cui questa tecnologia troverà futura applicazione. La definizione del regime di responsabilità e la delimitazione di ruolo e competenze di tali soggetti, infatti, sono destinate a rappresentare nei prossimi anni le sfide maggiori per il legislatore, specialmente per via delle conseguenze che, se non opportunamente disciplinate, eventuali errori di interpretazione o di codifica, *bug* o malfunzionamenti dello *smart contract*, potrebbero generare, andando a pregiudicare l'esecuzione del programma in modo potenzialmente irreversibile.

Mantenendo l'attenzione sui rapporti tra diritto e tecnologia, non possiamo dimenticare che talvolta, paradossalmente, gli sviluppi di quest'ultima giungono in aiuto per la risoluzione di alcuni problemi di natura regolamentare, andando ad eliminare alla radice le cause di contesa. Nei settori di nostro interesse questo potrebbe avvenire in materia di trasporto multimodale, in particolare grazie all'introduzione di moderni *oracles* e sensori con funzione di monitoraggio dei carichi lungo la *supply chain*, fattore potenzialmente decisivo per la definitiva risoluzione dell'annosa questione connessa alla normativa applicabile in caso di danni non localizzati.

Per quanto riguarda i progetti attualmente attivi o in sperimentazione connessi all'impiego delle nuove tecnologie in ambito marittimo, va evidenziato che ancora oggi non sembra emergere, dalla moltitudine di iniziative descritte, un progetto in

particolare in grado di trainare l'innovazione nel settore. Inoltre, l'estrema disomogeneità delle varie iniziative ne impedisce una descrizione unitaria.

È possibile osservare, infatti, come la maggior parte dei progetti sia ancora in fase embrionale e preveda applicazioni circoscritte, mentre le poche piattaforme già consolidate e operative risultino quasi sempre riconducibili a un numero ristretto di operatori o a una specifica area geografica. Inoltre, la quasi totalità dei vettori marittimi coinvolti nelle sperimentazioni opera nel trasporto containerizzato di linea, nonostante anche il settore *bulk* possa vantare la presenza di alcuni armatori dimensionalmente rilevanti e in grado di sostenere costi e rischi connessi alla ricerca su queste tecnologie. Anche le piattaforme utilizzate come base per le sperimentazioni, quasi sempre in forma privata³, sono spesso diverse da un progetto all'altro, fattore che ne limita l'eventuale interoperabilità⁴.

Finora, inoltre, la stragrande maggioranza dei progetti risulta condotta da società ed enti di natura privata, con una presenza di soggetti pubblici, regolatori o istituzionali a mio avviso ancora troppo scarsa e spesso limitata a ruoli passivi e di controllo. Questo è certamente uno dei maggiori punti deboli in questo ambito, specialmente se si pensa al ruolo decisivo che i diversi soggetti istituzionali potrebbero avere, a diversi livelli⁵, nell'incentivare gli operatori minori ad adottare attivamente le nuove tecnologie, oltre che a coordinare i vari progetti e garantire il

³ E. GANNE, *Blockchain for trade: when code needs law*, cit., pag. 422; P. SANZ BAYÓN, *op. cit.*, pag. 24 s., evidenziano come, in assenza di specifiche disposizioni normative, ad esempio, su protezione dei dati e tutela della *privacy*, oltre che responsabilità e identità dei nodi di una *blockchain*, i pionieri di questa tecnologia si siano adattati ricorrendo a piattaforme private “*where by its nature, there is a legal entity that oversees the control of the access and identity of the users and members.*”

⁴ N. WAGNER, B. WIŚNICKI, *op. cit.*, pag. 161; M. JOVIC, E. TIJAN, M. FLIPOVIĆ, M. JARDAS, *op. cit.*, pag. 146. Su questo tema il successo di iniziative come DCSA e *Morpheus Network* risulterà fondamentale per la creazione di *standard* nel settore.

⁵ A livello nazionale o locale un ruolo attivo potrebbe essere svolto, come anticipato, dalle ADSP, mediante la creazione di *Port Community Systems* basati sulla *blockchain* e in grado di avvicinare gradualmente a questa tecnologia anche i soggetti più scettici e favorendo maggior coesione e coordinamento all'interno delle comunità portuali. A livello internazionale, invece, l'intervento di enti come il BIMCO garantirebbe un'ordinata transizione nel processo di digitalizzazione e modernizzazione del settore.

corretto funzionamento di piattaforme che, per forza di cose, si troveranno a coinvolgere attori fortemente eterogenei e, in molti casi, avversi all'innovazione e con interessi conflittuali.

L'attuale assenza di opportuni organismi *super partes* in grado di regolare attivamente i rapporti tra i diversi attori del settore rischia inoltre di portare a fallimenti del mercato, agevolando gli operatori maggiori, attualmente in prima linea nell'adozione delle nuove tecnologie, a discapito di quelli minori. Questi ultimi, in particolare, potrebbero nei prossimi anni trovarsi di fronte alla difficile scelta tra rinunciare alle nuove tecnologie, rimanendo fedeli ai sistemi tradizionali⁶ e rischiando di essere in breve tempo esclusi dal mercato, oppure aderire, ormai in ritardo, a uno dei progetti presenti sul mercato, rischiando però, in assenza di coordinamento o di soggetti posti a tutela degli interessi delle singole categorie di operatori, di essere travolti dalla concorrenza imposta dagli operatori maggiori e derivante dall'eliminazione delle asimmetrie informative sul mercato⁷.

In conclusione, ritengo che una libera sperimentazione in fase iniziale di tecnologie ancora sconosciute nella maggior parte dei settori sia propedeutica all'individuazione di eventuali criticità, consentendo, da un lato, di circoscrivere gli interventi di carattere regolamentare necessari per una loro successiva diffusa introduzione e, dall'altro, di diffonderne la conoscenza tra tutti i soggetti potenzialmente coinvolti nel progresso tecnologico. Tuttavia, un quadro normativo ancora largamente sprovvisto di norme specifiche che regolino le (più o meno⁸) nuove tecnologie, sia a livello nazionale che a livello internazionale riguardo alle specifiche applicazioni nello *shipping*⁹, sommato ad uno scarso coinvolgimento

⁶ Questo rischio appare concreto se pensiamo ai comportamenti ostruzionistici che i vari soggetti che operano in qualità di intermediari potrebbero attuare nel timore di non riuscire a stare al passo con la tecnologia, o peggio, di essere via via rimpiazzati da essa.

⁷ La posizione di *latecomers* comporta inoltre per gli operatori minori il notevole svantaggio di dover aderire a piattaforme preesistenti, che verosimilmente nascono per soddisfare prioritariamente le esigenze degli enti promotori.

⁸ V., *supra*, paragrafo 4.5., in particolare in merito all'assenza di una disciplina generale in materia di documenti digitali e firme elettroniche.

⁹ M. BRIGNARDELLO, *Utilizzo e potenzialità delle Blockchains e degli Smart Contracts nel settore dello Shipping: problematiche giuridiche*, cit., pag. 744 ss.

nelle sperimentazioni degli operatori minori e ad un interessamento, spesso, solo teorico da parte di enti pubblici e regolatori rispetto a questi argomenti, ostacolano un'auspicabile omogenea diffusione di strumenti come *blockchain* e *smart contracts* all'interno del settore marittimo. Concreti passi in avanti su questi temi appaiono a mio avviso quindi necessari se si vuole evitare che le nuove tecnologie risultino in futuro appannaggio esclusivo degli operatori maggiori.

In merito all'evoluzione dei progetti attualmente attivi, ritengo che nei prossimi anni la sperimentazione della *blockchain* verrà estesa anche ad altri ambiti dello *shipping* finora non indagati e, contestualmente, si assisterà a una progressiva confluenza delle iniziative più promettenti e di successo all'interno di un ristretto numero di "macro piattaforme", ciascuna gestita e coordinata da un consorzio in grado di tutelare gli interessi dei partecipanti, garantire il funzionamento e la sicurezza della piattaforma, nonché di coordinarne lo sviluppo. In una futura situazione ideale queste piattaforme dovrebbero essere in grado di comunicare le une con le altre agevolmente, in modo da garantire una perfetta integrazione tra dati e informazioni. In merito agli *smart contracts* credo invece che, almeno ancora per alcuni anni, salvo rilevanti progressi sul piano tecnologico tali da superare le attuali difficoltà¹⁰, o decisi interventi normativi in grado di imprimere un'accelerazione nelle sperimentazioni, la loro applicazione resterà complessivamente circoscritta a pochi, specifici settori e nell'ambito delle automazioni più semplici¹¹.

¹⁰ E. TJONG TJIN TAI, *op. cit.*, pag. 19.

¹¹ Come inteso da H. LIU, *op. cit.*, pag. 432 s., l'impossibilità di tradurre tutte le clausole previste dai contratti più complessi in una logica "if-then", richiederà necessariamente qualche rilevante semplificazione normativa volta a facilitare l'impiego degli *smart contracts*. P. SANZ BAYÓN, *op. cit.*, pag. 25 s., sostiene inoltre che solo a seguito di una diffusione estesa e priva di incertezze delle *blockchain* sarà possibile focalizzare l'attenzione sugli strumenti dipendenti da essa come gli *smart contracts*. Questa eventualità non sembra tuttavia prossima a realizzarsi, in quanto S. PU, J. S. L. LAM, *op. cit.*, pag. 788 ricordano: "While China and Russia adopt a restrictive policy [...], a majority of jurisdictions in the world such as Canada are employing a wait-and-see approach. Nevertheless, the above two strategies are both not encouraging and may push the innovators away [...]." Gli Autori suggeriscono poi una serie di interessanti azioni

Infine, nonostante in merito all'opportunità di un preventivo intervento normativo da parte del legislatore, volto a disciplinare una tecnologia ancora immatura e dagli sviluppi incerti come gli *smart contracts*, la dottrina si divide¹², ritengo, alla luce di quanto anticipato circa la necessità da parte degli ordinamenti giuridici di stare al passo con il rapido progresso tecnologico¹³, che una qualche forma di regolamentazione¹⁴, limitata anche solo agli aspetti definitivi e volta a circoscrivere il perimetro dei contratti digitali, sia necessaria. In questo modo si eviterebbe di inserire paletti normativi troppo stringenti e potenzialmente limitativi per le future sperimentazioni, pur garantendo una chiara base normativa a una tecnologia teorizzata ormai quasi trent'anni fa¹⁵.

che i governi dovrebbero intraprendere per agevolare e velocizzare la ricerca sulle nuove tecnologie.

¹² Opinioni sfavorevoli sono espresse ad esempio da M. BRIGNARDELLO, *Utilizzo e potenzialità delle Blockchains e degli Smart Contracts nel settore dello Shipping: problematiche giuridiche*, cit., pag. 747 s., M. PERKUŠIĆ, Š. JOZIPOVIĆ, D. PIPLICA, *op. cit.*, pag. 372.

¹³ V., *supra*, paragrafo 4.5.

¹⁴ Come anticipato al paragrafo 2.2., qualche riferimento agli *smart contracts* è presente nell'ordinamento italiano, mentre il legislatore unionale, nonostante sembri prossimo a intervenire per colmare tale mancanza, non si è finora espresso su questa tecnologia.

¹⁵ Come espresso da E. GANNE, *Blockchain for trade: when code needs law*, cit., pag. 424, "To be deployed on a large scale, blockchain applications in trade need a conducive legal and regulatory framework. Code needs law." L'Autori suggerisce quindi che per interventi coordinati nel settore marittimo: "Consideration should be given to putting in place a multi-agency forum to help ensure that comprehensive legal guidance is being developed and to help catalyze action at national and global levels."

Bibliografia:

ABDALLAH R., BESANCENOT J., BERTELLE C., DUVALLET C., GILLETTA F., *Assessing Blockchain Challenges in the Maritime Sector*, in *Blockchain and Applications, 4th International Congress*, a cura di J. Prieto, F.L., Benítez Martínez, S. Ferretti, D. Arroyo Guardado, P. Tomás Nevado-Batalla, Cham, 2023, pag.13 ss.

AHMAD R.W., SALAH K., JAYARAMAN R., YAQOOB I., OMAR M., *Blockchain in oil and gas industry: Applications, challenges, and future trends*, in *Technology in society*, 2022, pag. 1 ss.

ALBRECHT C., *Blockchain Bills of Lading: The End of History? Overcoming Paper-Based Transport Documents in Sea Carriage through New Technologies*, in *Tul. Mar. L. J.*, 2019, pag. 259 ss.

BATTELLI E., INCUTTI E.M., *Gli smart contracts nel diritto bancario tra esigenze di tutela e innovativi profili di applicazione*, in *Contr. Impr.*, 2019, pag. 925 ss.

BELTRAMETTI L., GUARNACCI N., INTINI N., LA FORGIA C., *La fabbrica connessa*, Milano, 2017, pag. 28 ss.

BELU M.G., *Application of Blockchain in International Trade: An Overview*, in *Romanian Econom. J.*, 2019, pag. 11 ss.

BOVASSANO G., FERRARI C., TEI A., *Blockchain: How shipping industry is dealing with the ultimate technological leap*, in *Research Transp. Busin. Manag.*, 2020, pag. 1 ss.

BRIGNARDELLO M., *Il trasporto multimodale*, in *Dir. Mar.*, 2006, pag. 1 ss.

BRIGNARDELLO M., *Prospettive di utilizzo degli Smart Contracts per la tutela dei diritti dei passeggeri in caso di cancellazione o ritardo del volo*, in *Riv. Dir. Nav.*, 2019, pag. 443 ss.

BRIGNARDELLO M., *Utilizzo e potenzialità delle Blockchains e degli Smart Contracts nel settore dello Shipping: problematiche giuridiche*, in *Riv. Dir. Nav.*, 2020, pag. 717 ss.

CASANOVA M., BRIGNARDELLO M., *Corso breve di diritto dei trasporti*, Milano, 2020.

CHANG S.E., CHEN Y.C., WU T.C., *Exploring blockchain technology in international trade*, in *Industr. Manag. Data Syst.*, 2019, pag. 1712 ss.

DE CARIA R., *The Legal Meaning of Smart Contracts*, in *Eu Rev. Priv. Law*, 2019, 734 ss.

DOBROVNIK M., HEROLD D.M., FÜRST E., KUMMER S., *Blockchain for and in logistics: What to adopt and where to start*, in *Logistics*, 2018, pag. 1 ss.

DUROVIC M., JANSSEN A., *The Formation of Blockchain-based Smart Contracts in the Light of Contract Law*, in *EU Rev. Priv. Law*, 2019, pag. 753 ss.

GANNE E., *Blockchain for trade: when code needs law*, in *AJIL Unbound*, 2021, pag. 419 ss.

GANNE E., *Can Blockchain revolutionize international trade?*, WTO report, 2018, https://www.wto.org/english/res_e/booksp_e/blockchainrev18_e.pdf.

GATTESCHI V., LAMBERTI F., DEMARTINI C., PRANTEDA C., SANTAMARÍA V., *Blockchain and Smart Contracts for Insurance: Is the Technology Mature Enough?*, in *Future internet*, 2018, pag. 20 ss.

GIACCAGLIA M., *Considerazioni su blockchain e smart contracts (oltre le criptovalute)*, in *Contr. Impr.*, 2019, pag. 941 ss.

GREEN E.H., CARR E.W., WINEBRAKE J.J., CORBETT J.J., *Blockchain Technology and Maritime Shipping: A Primer*, U.S. Maritime Administration, 2022, <https://www.maritime.dot.gov/sites/marad.dot.gov/files/2020-07/MARAD%20Blockchain%20Final%20Primer%20%2820200622%29.pdf>.

HARSHVARDHAN, *Improving shipping contracts with the use of emerging technologies*, in *Supply Chain Management*, Massachusetts Institute of Technology, Supply Chain Management Program, 2018, <https://dspace.mit.edu/handle/1721.1/117922>.

IORIO C., *Blockchain e diritto dei contratti: criticità e prospettive*, in *Actualidad Jurídica Iberoamericana*, 2022, pag. 654 ss.

JIA H., ADLAND R., *Smart Contracts and Demurrage in Ocean Transportation*, in *Second International Symposium on Foundations and Applications of Blockchain*, University of Southern California Los Angeles, California, 2019, pag. 35 ss.

JOVIC M., TIJAN E., FLIPOVIĆ M., JARDAS M., *A Review of Blockchain Technology Implementation in Shipping Industry*, in *Pomorstvo*, 2019, pag. 140 ss.

KAPNISSIS G., VAGGELAS G., LELIGOU H.C., PANOS A., DOUMI M., *Blockchain adoption from the Shipping industry: An empirical study*, in *Mar. Transp. Research*, 2022, pag. 1 ss.

KAULARTZ M., HECKMANN J., *Smart Contracts – Anwendungen der Blockchain-Technologie*, in *Computer Recht*, 2016, pag. 618 ss.

KHAN M.A., SALAH K., *IoT security: Review, blockchain solutions, and open challenges*, in *Future generation computer systems*, 2018, pag. 395 ss.

KHATTER H., CHAUHAN H., TRIVEDI I., AGARWAL J., *Secure and transparent crowdfunding using Blockchain*, in *2021 International Conference on Recent Trends on Electronics, Information, Communication & Technology (RTEICT)*, 2021, pag. 76 ss.

KREIS F., KAULARTZ M., *Smart Contracts and Dispute Resolution – A Chance to Raise Efficiency?*, in *ASA Bull.*, 2019, pag. 336 ss.

LA MATTINA A., *La responsabilità del vettore multimodale: profili ricostruttivi e de jure condendo*, in *Dir. Mar.*, 2005, pag. 1 ss.

LIU H., *Blockchain and Bills of Lading: Legal Issues in Perspective*, in *Maritime Law in Motion*, a cura di P. K. Mukherjee, M. Q. Mejia, J. Xu, *WMU Studies in Maritime Affairs*, Cham, 2020, pag. 413 ss.

LOZINSKAIA A., MERIKAS A., MERIKA A., PENIKAS H., *Determinants of the probability of default: the case of the internationally listed shipping corporations*, in *Mar. Pol. Manag.*, 2017, pag. 837 ss.

MARENKOVIĆ S., TIJAN E., AKSENTIJEVIĆ S., *Blockchain Technology Perspectives in Maritime Industry*, in *2021 44th International Convention on Information, Communication and Electronic Technology (MIPRO)*, 2021, pag. 1414 ss.

NACH H., GHILAL R., *Blockchain and Smart Contracts in the Logistic and Transportation Industry: The Demurrage and Maritime Trade Use Case*, in *First Annual Toronto FinTech*, 2017, pag. 1 ss.

PAROLA L., MERATI P., GAVOTTI G., *Blockchain e smart contract: questioni giuridiche aperte*, in *Contr.*, 2018, pag. 681 ss.

PERKUŠIĆ M., JOZIPOVIĆ Š., PIPLICA D., *Need for Legal Regulation of Blockchain and Smart Contracts in the Shipping Industry*, in *Transact. Marit. Science*, 2020, pag. 365 ss.

PFLAUM I., HATELEY E., *A bit of a problem: National and extraterritorial regulation of virtual currency in the age of financial disintermediation*, in *Georgetown Journ. Int. Law*, 2014, pag. 1169 ss.

PHILIPP R., GERLITZ L., PRAUSE G., *Blockchain and Smart Contracts for Entrepreneurial Collaboration in Maritime Supply Chains*, in *Transp. Telecommun.*, 2019, pag. 365 ss.

PRECHT H., GÓMEZ J.M., *Enabling Electronic Bills of Lading by Using a Private Blockchain*, in *Business Information Systems Workshops*, a cura di W. Abramowicz, S. Auer, M. Stróżyna, Cham, 2022, pag. 334 ss.

PU S., LAM J.S.L., *Blockchain adoptions in the maritime industry: a conceptual framework*, in *Mar. Pol. Manag.*, 2021, pag. 777 ss.

QUOC K.L., TRONG P.N., VAN H.L., VO H.K., HUONG L.H., DANG K.T., GIA K.H., PHU L.V.C., QUOC D.N.T., TRAN N.H., NGHIA H.T., KHANH B.L., TUAN K.L., *Letter-of-Credit Chain: Cross-Border Exchange based on Blockchain and Smart Contracts*, in *Intern. Journ. Advanced Computer Science & Applic.*, 2022, pag. 890 ss.

ROUMPOS D., *Liability of the Smart Contract Developer. A Comparative Analysis in the Light of US and EU Law*, Master Thesis LL.M. International Business Law, Tilburg Law School, 2020, <http://arno.uvt.nl/show.cgi?fid=152251>.

RYAN M., *The Future of Transportation: Ethical, Legal, Social and Economic Impacts of Self-driving Vehicles in the Year 2025*, in *Science Engineering Ethics*, 2020, pag. 1185 ss.

SANZ BAYÓN P., *Key Legal Issues Surrounding Smart Contract Applications*, in *KLRI Journ. Law Legisl.*, 2019, pag. 1 ss.

SAVELYEV A., *Contract law 2.0: 'Smart' contracts as the beginning of the end of classic contract law*, in *Info Commun. Tech. Law*, 2017, pag. 116 ss.

STOPFORD M., *Maritime Economics*, Londra, 2009, ed. III.

SZABO N., *Smart Contracts: Building Blocks for Digital Markets*, in *Extropy*, 1996.

SZCZERBOWSK J.J., *Place of Smart Contracts in Civil Law. A Few Comments on Form and Interpretation*, in *Proceedings of the 12th Annual International Scientific Conference NEW TRENDS*, 2017, pag. 333 ss.

TJONG TJIN TAI E., *Force Majeure and Excuses in Smart Contracts*, in *EU Rev. Priv. Law*, 2018, pag. 2 ss.

TODD P., *Electronic Bills of Lading, Blockchains and Smart Contracts*, in *Int'l J. Law Inform. Techn.*, 2019, pag. 362 ss.

TSIULIN S., REINAU K.H., GORYAEV N., *Conceptual Comparison of Port Community System and Blockchain Scenario for Maritime Document Handling*, in *2020 Global Smart Industry Conference (GloSIC)*, 2020, pag. 66 ss.

TSIULIN S., REINAU K.H., HILMOLA O.-P., GORYAEV N., KARAM A., *Blockchain-Based Applications in Shipping and Port Management: A Literature*

Review towards Defining Key Conceptual Frameworks, in *Rev. Int'l Business Strategy*, 2020, pag. 201 ss.

VATSALYA V., ARORA S., JAIN A., PATIL T.B., SAWANT-PATIL S.T., *Marine Hull Insurance using private Blockchain, Filecoin Protocol and Smart Contracts*, in *Intern. Journ. Advanced Research Computer Science*, 2018, pag. 94 ss.

WAGNER N., WIŚNICKI B., *Application of Blockchain technology in maritime logistics*, in *Dubrovnik International Economic Meeting*, Dubrovnik, 2019, pag. 155 ss.

WERBACH K., CORNELL N., *Contracts Ex Machina*, in *Duke Law Journ.*, 2017, pag. 313 ss.

YANG C.S., *Maritime Shipping Digitalization: Blockchain-Based Technology Applications, Future Improvements and Intention to Use*, in *Transportation Research. Part E, Logistics and Transportation Review*, 2019, pag. 108 ss.

ZAINUTDINOVA E., *Smart Contracts in the Civil Law Countries: The Legislative Analysis and Regulation Perspectives*, in *Law and Technology in a Global Digital Society*, a cura di G. Borges, C. Sorge, Cham, 2022, pag. 339 ss.

ZETZSCHE D.A., BUCKLEY R.P., ARNER D.W., *The Distributed Liability of Distributed Ledgers: Legal Risks of Blockchain*, in *University of Illinois Law Rev.*, 2018, pag. 1361 ss.

Sitografia:

chinsay.com

<https://academy.binance.com/en/articles/proof-of-authority-explained>

<https://academy.binance.com/it/articles/what-are-blockchain-transaction-fees>

<https://alphaliner.axsmarine.com/PublicTop100/>

<https://blockchain.bakermckenzie.com/2019/02/28/distributed-ledger-technologies-and-smart-contracts-in-italy/>

<https://builtin.com/blockchain/blockchain-insurance-companies>

<https://cargox.io/static/files/CargoX-Blueprint-September-2021.pdf>

<https://dcsa.org/>

<https://insurwave.com/>

<https://intellias.com/how-to-make-a-smart-contract-work-for-the-insurance-industry/>

<https://knobs.it/proof-of-stake-proof-of-work/>

<https://lawexplores.com/3-commencement-of-laytime/>

<https://morpheus.network/>

<https://mycompassair.com/>

<https://r3.com/>

<https://research.aimultiple.com/blockchain-oracle/>

<https://sourceforge.net/software/blockchain-supply-chain/>

<https://supplychaindigital.com/technology/qand-cargox-founder-and-ceo-stefan-kukman>

<https://www.bloomberg.com/professional/blog/blockchain-revolutionize-shipping-industry/>

<https://www.cargosmart.com/en-us/>

<https://www.computerworld.com/article/3682128/maersks-tradelens-demise-likely-a-death-knell-for-blockchain-consortiums.html>

<https://www.corrierecomunicazioni.it/digital-economy/blockchain-leuropa-lancia-la-prima-sandbox-normativa/>

<https://www.dirittobancario.it/art/regolamento-dlt-il-regime-pilota-ue-sulle-nuove-infrastrutture-di-mercato/>

<https://www.forbes.com/sites/loracecere/2022/12/05/tradelens-discontinues-operations-why-you-should-care/?sh=23978c484cec>

<https://www.forbesindia.com/article/cryptocurrency/hong-kongs-gsbn-optimistic-about-blockchain-in-logistics-despite-maersks-termination-of-similar-project/84337/1>

<https://www.gsbn.trade/>

<https://www.ibm.com/blogs/blockchain/2020/04/blockchain-powered-autonomous-automobiles-can-be-the-answer/>

<https://www.ledgerinsights.com/blockchain-cosco-shipping-oocl-gsbn-to-trial-safe-chemical-cargo/>

<https://www.ledgerinsights.com/blockchain-msc-wave-bl-electronic-bills-of-lading-ebf/>

<https://www.nytimes.com/2023/01/22/fashion/jewelry-diamonds-signum-antwerp-belgium.html>

<https://www.seatrade-maritime.com/containers/container-lines-commit-100-electronic-bill-lading-adoption-2030>

<https://www.shippingitaly.it/2023/03/06/dopo-la-2m-anche-la-ocean-alliance-potrebbe-essere-la-prossima-a-sgretolarsi/>

<https://www.standardclub.com/fileadmin/uploads/standardclub/Documents/Import/publications/bulletins/split-articles/2018/2678970-blockchain-some-potential-implications-for-marine-insurance.pdf>

<https://www.tradelens.com/>

<https://www.ukpandi.com/news-and-resources/circulars/2010/bolero-history-of-the-bolero-project-and-the-international-group-of-pi-clubs-the-groupcover/>

<https://www.voyagerportal.com/what-if-the-maritime-industry-used-a-digital-statement-of-facts/#:~:text=In%20the%20maritime%20industry%2C%20the,clipboard%2C%20Open%2C%20and%20paper>