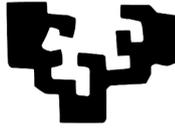


eman ta zabal zazu



Universidad
del País Vasco

Euskal Herriko
Unibertsitatea

ZUZENBIDE
FAKULTATEA
FACULTAD
DE DERECHO

ANÁLISIS JURÍDICO DE LOS *SMART CONTRACTS* DESDE LA PERSPECTIVA DEL DERECHO INTERNACIONAL PRIVADO

Trabajo de Fin de Grado realizado por Aranzazu Cacheda Ferreiro

Dirigido por Prof. Juan Manuel Velázquez Gardeta

Curso 2022/ 2023

RESUMEN

Los *Smart contracts* han tenido un impacto significativo, con millones de registros en la *Blockchain* de *Ethereum* y un importante volumen de transacciones de criptomonedas en España, lo que evidencia el alcance de esta tecnología.

Este trabajo se enfoca en examinar las transacciones realizadas mediante *Smart contracts* y su cabida legal, tanto en la compraventa de cripto activos como en las contraprestaciones mediante *Blockchain*, analizando la necesidad de regulación específica y considerando el marco del Derecho Internacional Privado debido a la naturaleza internacional de esta tecnología.

LABURPENA

Smart contract-ak eragin nabarmena izan dute, milioika erregistro egin dira Ethereum-eko Blockchaine, eta kriptotxanpon-transakzio ugari egin dira Espainian; horrek agerian uzten du teknologia honek eduki duen irismena.

Lan honek Smart contracts-en bidez egindako transakzioak eta haien legezko edukiera aztertzen ditu, bai kripto aktiboen salerosketari dagokionez, bai Blockchain bidezko kontraprestazioei dagokienez. Halaber, behar duen erregulazioaren beharra aztertzen du, dena Nazioarteko Zuzenbide Pribatuaren esparruan, teknologia hau nazioartekoa baita.

ABSTRACT

Smart contracts have had a significant impact, with millions of registrations on the Ethereum Blockchain and a significant volume of cryptocurrency transactions in Spain, which shows the reach of this technology.

This paper focuses on examining the transactions carried out through Smart Contracts and their legal scope, both in the purchase and sale of crypto assets and in the counterparties through Blockchain, analyzing the need for specific regulation and considering the framework of Private International Law due to the international nature of this technology.

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN	6
II. CONTEXTUALIZACIÓN	7
1. Definición de <i>Blockchain</i>	7
1.1. Características principales	10
2. Definición de <i>Ethereum</i>	12
III. CONTRATOS INTELIGENTES/ <i>SMART CONTRACTS</i>	13
1. ¿Qué es un Contrato Inteligente?	14
2. Oráculos	19
3. Características	20
IV. CUESTIONES A CONCRETAR DERIVADAS DE LA PROPIA NATURALEZA DE LOS <i>SMART CONTRACTS</i>	21
V. COMPETENCIA JUDICIAL INTERNACIONAL Y DERECHO APLICABLE A LOS <i>SMART CONTRACTS</i>	24
1. Competencia judicial internacional	25
1.1 Foros que prevalecen la autonomía de la voluntad	27
1.2 Foros especiales por razón de materia	27
1.3 Foros de protección	28
2. Ley aplicable	30
2.1 Ley favorable a la parte más débil de la relación	34
VI. LA <i>LEX CRYPTOGRAPHY</i>	34
VII. CONCLUSIONES	38
BIBLIOGRAFÍA	40
NORMATIVA	43
JURISPRUDENCIA	44
LINKS	45

I.INTRODUCCIÓN

La tecnología *Blockchain* es uno de los elementos innovadores que definen y conforman la denominada cuarta revolución industrial o revolución industrial 4.0. A pesar de que se haya dado a conocer por las grandes fluctuaciones de las criptomonedas que han nacido dentro de dicho sistema, como *Bitcoin* o *Ethereum*, las posibles aplicaciones de esta tecnología son más diversas y no exclusivamente como sistema de pago. Por ejemplo, en los procesos de contratación y concursos públicos, a efectos de lograr una mayor transparencia y prevenir la corrupción, tal y como hizo Aragón¹ (pionera en esto y por lo que fue positivamente valorado por la Comisión Europea y el Foro Económico Mundial). Otra de las posibles aplicaciones, es como registro público², como ejemplo tenemos a Japón, el cual ha hecho uso de esta tecnología para mejorar y unificar su sistema de registro de la propiedad³.

A parte de por su gran utilidad en diversas áreas del mundo jurídico, el gran impacto de estos contratos en términos económicos es más que evidente. Así, en el año 2022 se registraron 4,6 millones de *Smart Contracts* dentro de la *Blockchain* de *Ethereum*⁴; y en España, a pesar de que no somos pioneros en este tipo de tecnologías, las criptomonedas movieron cerca de 60.000 millones de euros aproximadamente, en el año 2021⁵. A pesar de que no todas las criptomonedas realizan sus transacciones mediante los *Smart Contracts* (*Bitcoin* no lo hace), todo esto nos puede acercar a lo que ha supuesto la irrupción de esta tecnología.

El objeto de este trabajo, es examinar la cabida de estas transacciones realizadas mediante *Smart Contracts*, tanto las que tienen como finalidad la compra venta de cripto activos como las que utilizan los cripto activos como moneda de cambio para realizar contraprestaciones

¹BLÁZQUEZ, S.; Blockchain economía, 2020, *Aragón es pionera mundial en contratación pública blockchain*. <https://www.blockchaineconomia.es/aragon-es-pionera-mundial-en-contratacion-publica-blockchain/> (Consultado el 14 de mayo de 2023).

²BRANCOS NUÑEZ, E.; Notario del Siglo XXI, 2017, *Blockchain, función notarial y registro*. <https://www.elnotario.es/hemeroteca/revista-71/7325-blockchain-funcion-notarial-y-registro> (Consultado el 14 de mayo de 2023).

³ESCOBAR DOMEIRO, D.; Criptonoticias, 2017, *Gobierno japonés reinventará su registro de propiedades con blockchain*. <https://www.criptonoticias.com/aplicaciones/gobierno-japones-reinventara-registro-propiedades-blockchain/> (Consultado el 19 de abril de 2023).

⁴CLEMENTIN, F.; Criptonoticias, 2023, *Contratos inteligentes en Ethereum crecieron un 300% en 2022, revela informe*. <https://www.criptonoticias.com/tecnologia/contratos-inteligentes-ethereum-crecieron-2022-revela-informe/> (Consultado el 20 de abril de 2023).

⁵SÁNCHEZ, A.; El País, 2022, *Las criptomonedas movieron unos 60.000 millones de euros en España el año pasado*. <https://elpais.com/economia/2022-04-26/las-criptomonedas-movieron-unos-60000-millones-de-euros-en-espana-el-ano-pasado.html> (Consultado el 13 de mayo de 2023).

mediante *Blockchain*. Poder analizar la irrupción de este fenómeno desde una perspectiva legal, en concreto determinar la respuesta que se puede proporcionar a los contratos realizados en dentro de esta tecnología una vez surjan controversias. Así, analizar si las herramientas que poseemos son suficientes o en cambio necesitaríamos una regulación específica. Y procede que sea desde una perspectiva del Derecho Internacional Privado, debido al indudable factor potenciador de la internacionalidad que supone la utilización de esta tecnología.

Empezaremos explicando qué es *Blockchain*, ya que es gracias a esta tecnología descentralizada que surgen los contratos inteligentes y, más concretamente, a la criptomoneda *Ethereum* que basará todas sus transacciones en *Smart Contracts* y por ello también explicaremos en qué consiste y cómo funciona esta criptomoneda. Posteriormente, hablaremos de los contratos inteligentes y su funcionamiento. Una vez comentemos las posibles problemáticas de este tipo de contratos, pasaremos a analizar las cuestiones de competencia judicial internacional y de la ley aplicable a este tipo de contratos desde la perspectiva del Derecho Internacional Privado Español. Finalmente le dedicaremos un espacio a la *Lex Cryptography* como ejemplo de *Lex Mercatoria* alternativa al sistema judicial y legislativo actual.

II. CONTEXTUALIZACIÓN

1. Definición de *Blockchain*

Procederé a hacer una introducción al concepto de *Blockchain* ya que es de aquí de donde surge el concepto de contrato inteligente o *Smart Contract* y donde se regula el funcionamiento del mismo, ya que sin un sistema descentralizado como este, no sería posible.

Para situar el surgimiento de *Blockchain* o cadena de bloques y sin entrar en detalle ya que no es el objeto del trabajo, nos remontaremos al año 2009 de la mano Satoshi Nakamoto⁶ (todavía

⁶ “Una generación antes del whitepaper de Nakamoto, un candidato de doctorado de una universidad de California en Berkeley (California) llamado David Chaum describió una base de datos de blockchain en su disertación, «Sistemas informáticos establecidos, mantenidos y confiables por grupos mutuamente sospechosos.», esto fue en 1982. 27 años antes de Bitcoin”. Krypton.; Una breve historia de la tecnología blockchain que todo el mundo debería leer. <https://kriptomat.io/es/blockchain/historia-de-blockchain/> (consultado el 8 de febrero de 2023).

a día de hoy se desconoce su identidad) con el lanzamiento del *White Paper*⁷, como se le conoce actualmente. La publicación de un documento, con el que no sólo se puso en circulación el concepto moderno de *Blockchain* que a día de hoy manejamos sino que a la vez, presentó la conocida Criptomoneda *Bitcoin*. A pesar de no haber sido el primero en desarrollar dicha tecnología (cadena de bloques o *Blockchain*), se le atribuye a Nakamoto, ya que fue el primero en lograr combinar las tecnologías de criptografía y de registro distribuido (DLT en inglés) que dan forma a lo que hoy conocemos como *Blockchain*⁸ y que permiten validar las transacciones realizadas en *Bitcoin* sin la presencia de intermediarios.

Podríamos definir *Blockchain* como una cadena de bloques descentralizada⁹, gracias por un lado a la tecnología de registro distribuido que viene de la mano de la tecnología peer to peer “P2P” o red de pares que es un tipo de arquitectura de aplicaciones que permite la comunicación entre pares y compartir información entre individuos sin que haya un servidor central¹⁰. Que principalmente, el registro distribuido, es una base de datos compartida por múltiples nodos¹¹, como se les llama técnicamente a los mineros que son usuarios encargados de ir minando o sea encriptando los diferentes bloques de información. Los cuales cobran en la moneda que esa *Blockchain* tenga verificada, cuando su cadena de bloques se da por válida¹².

Lo que la convierte en innovadora es el hecho de que no haya un servidor central, sino que son los propios usuarios del sistema los que supervisan y admiten las operaciones. Cada operación, a través de un sistema difuso de acreditación mutua¹³ (P2P; que supone que todos los nodos están al mismo nivel con el mismo nivel de información), va conformando la cadena de

⁷ NAKAMOTO, S.; 2009, *Bitcoin: A Peer-to-peer Electronic Cash System*. <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf> (consultado el 9 de febrero de 2023).

⁸ CICCAGLIA, M.; 2019, “Blockchain y smart contracts entre la normativa europea y el código civil español”, *Revista Aranzadi de Derecho y Nuevas tecnologías*, nº. 51, p. 3.

⁹ “Un database digital distribuido que se actualiza, administra, comprueba y coordina de forma descentralizada, gracias a todos aquellos que acceden a ella. Cada dispositivo conectado a la blockchain se denomina “nodo” y puede realizar cualquier función. La red está estructurada en “bloques”, que forman una cadena, y se ordenan cronológicamente. Cada bloque contiene una serie de información, insertada y validada, de forma conjunta o separada, por los nodos que tienen acceso a blockchain” Definición proporcionada por SCAGLIA, M.; *Op.Cit.* p.3.

¹⁰ DOMINGUEZ PADILLA, C.; 2022. “La revolución Blockchain y los Smart Contracts en el marco europeo”, *Revista Actualidad Jurídica Iberoamericana*, nº. 16., p. 1092.

¹¹ TUR FAUNDEZ, C.; 2018, *Smart Contracts, análisis jurídico*, Editorial Reus, p. 32.

¹² ARRUÑADA, B.; 2015, “Limitaciones de Blockchain en contratos y propiedad”, *Revista Crítica de Derecho Inmobiliario*, nº 769. p. 2468.

¹³ ECHEVARRÍA SAENZ, M.; 2017. “Contratos electrónicos autoejecutables (Smart contracts) y pagos con tecnología Blockchain”, *Revista de estudios europeos*, nº 70, p. 82.

bloques o base de datos única y compartida, que se crea cuando los mineros / nodos mediante una prueba de trabajo computacional que consiste en la resolución de complejos algoritmos y que debe ser confirmada por otros mineros (el que antes la finalice es la que se aprueba). No obstante, con una no basta, cuando por lo menos seis nodos han refrendado esa transacción, es cuando se verifica la misma. Las operaciones confirmadas por el sistema o por los mineros se integran en un bloque de computación que son base de las siguientes y van quedando sepultadas por las posteriores en una cadena interminable de operaciones superpuestas,¹⁴ añadiéndose a una cadena de bloques pre existente o creando una nueva¹⁵.

Es vital entender que cada *Blockchain* crea una criptomoneda que utiliza para realizar las transacciones. Imaginemos la compraventa de x *Bitcoin* a cambio de x euros, esa transacción a pesar de haberse realizado entre dos usuarios no aparece en la *Blockchain* hasta que no se cumplen los requisitos de arriba. En cuanto entra una transacción¹⁶ (la que acabamos de poner de ejemplo), los nodos se encargan de validar esta transacción. ¿Cómo?: realizando una prueba de trabajo, los seis primeros que consigan realizarlo, validan esa transacción y se les paga con la criptomoneda de esa *Blockchain*¹⁷, en este caso *Bitcoin*. Una vez se ha validado la información sobre esa compraventa de *Bitcoin*, se crea una nueva cadena de bloques sobre la que se irán superponiendo el resto de transacciones o esta misma se añade a una cadena preexistente¹⁸, pero no se añade en lenguaje común digamos. Sino que esa información que es transcrita a lenguaje numérico, mediante la tecnología de la criptografía asimétrica que

¹⁴ ECHEVARRÍA SAENZ, M.; *Op.Cit.*, pp. 83-84.

¹⁵ “Sus principales elementos son: a) Un nodo: un ordenador personal o un superordenador, dependiendo de la complejidad de la red. Todos los nodos deben tener el mismo software o protocolo para comunicarse entre ellos, independientemente de la capacidad de cómputo; b) Un software o protocolo estándar: se trata de un software informático que ofrece un estándar común para que los nodos puedan comunicarse entre sí; c) Una red entre pares o de usuario-a-usuario o P2P (Peer-to-Peer), de forma que los nodos de la red se conectan directamente a una misma red; d) Un sistema descentralizado, pues no existe una parte intermediaria que ejerza el control en la red, de modo, que todos los ordenadores conectados a la red son los que la controlan, ya que no existe una jerarquía entre los nodos, son todos iguales entre sí”. RIOS LOPEZ, R.; 2021, “Blockchain, Smart contracts y administración de justicia”, *Blockchain intelligence*, p. 3.

¹⁶ Aclarar que la información dentro de Blockchain se va actualizando cada diez minutos pero no se considera veraz o válida hasta que se cumplen los requisitos.

¹⁷ Este es el ejemplo principal de la tecnología P2P que explicamos antes, ya que todos los nodos trabajan de igual a igual, sin jerarquías. Los primeros que pasen la prueba de trabajo son los que cobran, y consecuentemente validan la transacción. Es este “fenómeno” el que dificulta determinar la responsabilidad de algún nodo de cualquier fallo, como ya desarrollaremos más tarde.

¹⁸ ECHEVARRÍA SAENZ, M.; *Op.Cit.*, p. 84.

permite a través de un algoritmo con clave de cifrado, que se transforme un texto en un código numérico o *Hash*¹⁹.

Un *Hash*, básicamente es una operación matemática para hacer corresponder a un número grande un número más pequeño²⁰, el cual es inmutable²¹ y conserva una identidad única relacionada con el bloque inmediatamente anterior, lo cual incorpora una solución criptográfica que hace que este registro sea inmutable²², ya que si se cambia una sola coma del documento validado, el *Hash* cambia. Pongamos por caso que a la transacción que hemos realizado de compraventa de *Bitcoin*, le corresponde el siguiente *Hash*: 9c8245e6e0b74cfccg97e8714u3234228fb4xcd2, que es el número que se añade a la cadena y que servirá a los siguientes bloques de información, y la consecuencia es que en el caso de que se cambie cualquier transacción -se modifica la información-, el *Hash* cambia, y en consecuencia todos los *Hash* de las transacciones siguientes cambian.

1.1. Características principales

- Inmutabilidad: El *Hash* o código numérico no puede ser modificado, ya que en el caso de que se modifique una sola letra del texto transcrito, el código numérico cambiará. La única forma de que se pueda modificar el texto sin modificar el *Hash* es que todos los nodos de la red que han minado en una cadena de bloques que contenga dicho *Hash* se pongan de acuerdo para validar la operación, lo cual es prácticamente imposible²³.

¹⁹ DOMINGUEZ PADILLA, C.; *Op. Cit.*, p.1094.

²⁰Las funciones de hash criptográficas se utilizan ampliamente en las criptomonedas para pasar información de transacciones de forma anónima. Por ejemplo, *Bitcoin*, la criptomoneda original y más grande, utiliza la función hash SHA-256 en su algoritmo. DocuSign.; *¿Qué es un hash y por qué es tan importante para la seguridad digital?* <https://www.docusign.mx/blog/hash> (Consultado el 9 de febrero de 2023).

“Para que un bloque de datos no se vea modificado, esto es, para mantener la integridad informática, se genera un hash con los datos de ese bloque.

²¹ROMERO UGARTE, J.L.; 2018, “Tecnología de Registros Distribuidos (DLT): Una introducción”, *Boletín económico 4 Banco de España*, p. 9.

²² GARCIA RUBIO. L.F.; 2020, “Contratos inteligentes en *blockchain*. Una propuesta de *lege data* para el derecho privado colombiano en materia contractual”, *Facultad de los Andes, Anuario de Derecho Privado*, pp. 23-24. <http://dx.doi.org/10.15425/2017.350> (consultado el 9 de febrero de 2023).

²³ “El hecho de que los nodos se añadan y validen mediante la computación común implica que para modificar la cadena de manera retroactiva es necesaria una capacidad computacional imposible de obtener, pues supone superar el 51% del poder computacional del sistema”. ECHEVARRÍA SAENZ, M.; *Op.Cit.*, p. 82.

- Distribución: Con el simple acceso a una conexión a internet, se puede acceder a una *Blockchain* y mantener así el registro de las transacciones realizadas²⁴. Aunque se requiere de la contraseña para poder acceder, en caso de que se pierda la contraseña, se pierde el acceso.
- Descentralización: No hay una persona o autoridad gobernante que revise el marco²⁵. Para que una transacción (encriptada) sea válida, la mayoría de los mineros (nodos) han tenido que acreditar mayoritariamente la legitimidad del mismo. La validación no es inmediata, sino que cuando por lo menos seis nodos o mineros la validen, se registrará como válida²⁶.
- Seguridad: No solo respecto al contenido de esas transacciones, que están encriptadas y son realmente **difícil** de descifrar. Sino que también, la inmutabilidad antes comentada, ofrece la seguridad de que aquello que ha sido validado y registrado no puede modificarse²⁷. Esencialmente, como hemos dicho antes, aquello que ha sido validado y registrado, se registra con un *Hash* que en caso de que alguna transacción cambie algo de la información contenida, el *Hash cambia para todas las transacciones siguientes*.
- Lenguaje: Hacen uso de un lenguaje llamado *token*²⁸.
- *Blockchain* Abiertas/Cerradas: Hay que puntualizar que las cadenas de bloques pueden ser abiertas/públicas (accesibles para todos los usuarios sin condiciones) o cerradas/privadas o semiprivadas²⁹ (accesibles sólo para un número determinado usuarios), pero nos centraremos solo en las primeras.

²⁴ CICCAGLIA, M.; *Op.cit.*, p. 5.

²⁵ DOMINGUEZ PADILLA, C.; *Op. Cit.*, p.1094.

²⁶ ECHEVARRÍA SAENZ, M.; *Op. Cit.*, pp. 84-85.

²⁷ IBÁÑEZ, J.; 2018, “Cuestiones jurídicas en torno a la cadena de bloques (Blockchain) y a los contratos inteligentes (Smart Contracts)”, *Icade, Revista de la Facultad de Derecho, n° 101*, pp. 5-6.

²⁸ **Que podríamos definir como “una unidad de valor fundamentada en criptografía y ‘blockchain’, que emite una entidad privada para que tenga una funcionalidad concreta en el mundo digital, con el valor que la entidad establezca”. BBVA.; 2021, ¿Qué diferencias hay entre un ‘token’ y una criptomoneda? <https://www.bbva.com/es/que-diferencias-hay-entre-un-token-y-una-criptomoneda/> (consultado el 8 de febrero de 2023).**

²⁹ Sobre las *black chains* cerradas o de permiso: “Mientras que la cadena de bitcoin es completamente abierta y no requiere permisos –esto es, cualquier puede acceder a ella–, las *black chains* de permiso

2. Definición de *Ethereum*

A pesar de que no me gustaría ligar la idea de los Contratos Inteligentes a una criptomoneda en concreto como *Ethereum* -sino más bien a *Blockchain* como tal-, fue dentro de la *Blockchain* de *Ethereum* donde se empezaron a realizar los primeros Contratos Inteligentes, debido que fue la primera criptomoneda³⁰ consolidada que lo contempló (operar mediante *Smart Contracts*), gracias a la tecnología empleada, llamada *Solidity*³¹. *Solidity*, no es más que un lenguaje de programación, creado de la mano de *Ethereum* para desarrollar los Contratos Inteligentes. Este programador, permite la creación y la ejecución automática de los mismos.

Lo que esta criptomoneda pública³² aportó, diferenciándose así de todas las demás, es que no solo se pueden realizar contratos inteligentes dentro de la *Blockchain* de *Ethereum*, como por ejemplo contratos compraventa de bienes muebles o inmuebles, mercancías, etc³³..., sino que además, todas las transacciones que se llevan a cabo dentro de *Ethereum* son contratos

exigen que los usuarios tengan ciertas credenciales y una licencia para operar en ellas”. TAPSCOTT, A.; 2017, *La revolución Blockchain*, editorial Deusto, p.109. Necesitan una invitación o un permiso para poder unirse a ellas. GUILLAUME, F.; 2019, *Blockchains, smart contracts, decentralised autonomous organisations and the law.*, Edward Elgar Publishing Limited, p. 51.

³⁰Podríamos definir una criptomoneda como una “representación digital de valor no emitida ni garantizada por un banco central ni por una autoridad pública, no necesariamente asociada a una moneda establecida legalmente, que no posee el estatuto jurídico de moneda o dinero, pero aceptada por personas físicas o jurídicas como medio de cambio y que puede transferirse, almacenarse y negociarse por medios electrónicos”. Directiva (UE), 2018/843, del parlamento europeo y del consejo de 30 de mayo de 2018 por la que se modifica la Directiva (UE) 2015/849 relativa a la prevención de la utilización del sistema financiero para el blanqueo de capitales o la financiación del terrorismo, y por la que se modifican las Directivas 2009/138/CE y 2013/36/UE. Modificación del artículo 3 de la Directiva (UE) 2015/849. No obstante, hay ciertos países, como por ejemplo Emiratos árabes, que han decidido indexar la criptomoneda Dubai 's emCash a su moneda de curso legal Emirati dirham. GUILLAUME, F.; *Op.Cit.* p. 52.

³¹ “Es un lenguaje de programación informática, orientado a objetos y especialmente diseñado para la creación de smart contracts y su ejecución en la Ethereum Virtual Machine”. DOMINGUEZ PADILLA, C.; *Op. Cit.*, p. 1091.

³²Lo que se traduce en accesible para todo el mundo, como ya hemos desarrollado en párrafos anteriores no todas son públicas. Un ejemplo de una Blockchain privada puede ser Hyperledger <https://www.hyperledger.org/> (consultado el 28 de abril de 2023) . Para más información, KAAPOR, A.; Blockchain council, 2021, *Blockchain Publico vs. Privado: Una comparación exhaustiva.* <https://www.blockchain-council.org/blockchain/blockchain-publico-vs-privado-una-comparacion-exhaustiva/> (consultado el 28 de abril de 2023).

³³ En 2016 se operó un dron a través de la Blockchain de ethereum mediante un contrato inteligente. RIGHT A. /DE FILIPPI, P.; 2018, The Blockchain of things. *Slate Magazine.* <https://slate.com/technology/2018/06/blockchain-is-likely-to-advance-the-internet-of-things-and-robot-rights.html> (consultado el 3 de marzo de 2023).

inteligentes, incluida la compraventa de su moneda denominada *Ether*³⁴ (Cada *Blockchain* desarrolla su propia moneda para poder operar y no depender de ninguna otra).

Dicho de otra forma, *Ethereum* es una red pública de *Blockchain* que desarrolla programas escritos en *Solidity*, que se centra en la ejecución de códigos programados de cualquier aplicación descentralizada. Se trata de una plataforma para compartir información por todo el mundo y que no puede ser manipulada o modificada y permite la creación de acuerdos entre pares, llamados Contratos Inteligentes y todo esto de la mano de su propia Criptomoneda llamada *Ether*³⁵.

El sistema que utiliza es el mismo que hemos explicado antes, con la diferencia de que al estar más desarrollada que *Bitcoin* (es más rápida digamos), permite que sus transacciones sean todas *Smart Contracts*.

III. CONTRATOS INTELIGENTES/ *SMART CONTRACTS*

Para acercarnos a lo que es un *Smart Contract*, habría que recalcar que no se trata de una categoría contractual independiente, solo se refiere a una forma de celebración y ejecución particular, similar a la contratación electrónica³⁶. Se trata de una secuencia de instrucciones o indicaciones que se pueden utilizar, directa o indirectamente, en un sistema computacional, con el objetivo de llevar a cabo servicios propios de un contrato. La utilidad de estos *Smart Contracts* puede ser diversa, y para nada se limita a la compraventa de criptomonedas. Imaginemos un contrato de leasing (arrendamiento financiero de un vehículo) celebrado dentro de *Blockchain* a través de un *Smart Contract*, evitando el uso del vehículo en caso de impago de cuotas³⁷, a través por ejemplo de una aplicación móvil que tuviese acceso al coche y a la información que aporta la *Blockchain* a través de la que se haya realizado.

³⁴ORTEGA GIMÉNEZ, A.; 2022, *Smart Contracts and private international law*, Thomson Reuters Aranzadi, pp. 11-16.

³⁵ ORTEGA GIMÉNEZ, A.; *Op. Cit.* p. 15.

³⁶ORTEGA DÍAZ, J.F.; 2010, *Contratación, notarios y firma electrónica*, Editorial Temis, p. 25.

³⁷ CICCAGLIA, M.; *Op. Cit.* p.16.

1. ¿Qué es un Contrato Inteligente?

El término *Smart Contract* de por sí, es difícil de conceptualizar ya que surge de la rama de la informática y combina varias disciplinas³⁸. Originalmente, el término *Smart Contracts* fue acuñado por Nick Szabo (informático y jurista) en 1994, el cual los definió como “un conjunto de pactos expresados de forma digital que incluye el código o protocolo informático mediante el cual las partes cumplen dichas promesas”³⁹, es decir, un código informático que ejecuta de manera automática (sin la intervención de los medios coercitivos del Estado⁴⁰), sin necesidad de intervención humana, aquellas operaciones previamente programadas por las partes⁴¹ (digitalizado, programado y protocolizado⁴²). Szabo, no se estaba refiriendo a los *Smart Contracts* que conocemos dentro de la red *Blockchain*, sino que se refería a las máquinas expendedoras⁴³ -*humble vending machine*- (cuando se insertaba una moneda y a cambio se entregaba una mercancía después de que la máquina verificase la moneda)⁴⁴ y ni siquiera los contemplaba como legalmente vinculantes⁴⁵.

Por lo que a modo de introducción, podemos a primeras distinguir entre los contratos inteligentes, los realizados dentro de *Blockchain* (sobre los que versa este trabajo) y los que no, como el descrito anteriormente que podemos considerar como el contrato inteligente original.

³⁸ ORTEGA, GIMÉNEZ, A.; *Op. Cit.* pp. 8-17.

³⁹ SZABO, N.; 1994, “Smart Contracts: Building Blocks of Digital Market”, *Entropy* n° 6. https://www.fon.hum.uva.nl/rob/Courses/InformationInSpeech/CDROM/Literature/LOTwinterschool2006/szabo.best.vwh.net/smart_contracts_2.html (consultado el 16 de febrero de 2023).

⁴⁰ LÓPEZ RODRÍGUEZ, A. M.; 2021, “Ley aplicable a los Smart Contracts y Lex Cryptographia” *Cuadernos de Derecho Transaccional*, n° 1, p. 445.

⁴¹ RUIZ RODRIGUEZ, R.; 2022, “Blockchain y Derecho internacional privado”, *Revista electrónica de estudios internacionales*, n° 43. p. 6.

⁴² GONZÁLEZ-MENESES, M.; 2020, “Smart Contracts ¿Hacia una economía sin derecho contractual?”, *Aranzadi digital*, n°1. p. 6.

⁴³ FELIU REY, J.; 2018, “Smart Contracts: Concepto, ecosistema y principales cuestiones de Derecho privado”, *La ley Mercantil*, n° 47, p. 5.

⁴⁴ Lo que podemos denominar como las tres características principales de los Smart Contracts, son las siguientes; “a) Un Smart Contract aglutina un conjunto de obligaciones, ya sea de naturaleza contractual o extracontractual. b) El contrato comprende tanto el código de programación, como el programa de software que interpreta dicho código, acepta las condiciones y decide los resultados. c) El contrato posee una fase de ejecución automática y es irrevocable, por cuanto no es posible detener el cumplimiento del código una vez iniciado”. RIOS LOPEZ, Y.; 2019, “La tutela del consumidor en la “contratación inteligente”. Los “smart contracts” y la “blockchain” como paradigma de la Cuarta Revolución industrial”, *Revista Vlex*, n° 9, p. 2.

⁴⁵ SZABO, N.; *Op. Cit.*, p.16.

Una vez situados dentro de la red *Blockchain* y descartando del objeto de este trabajo los *Smart Contracts* que no se realicen dentro de *Blockchain*, la aplicación de esos contratos inteligentes vino de la mano de la criptomoneda *Ethereum* como ya hemos adelantado anteriormente, en 2014 a través de su programador criptográfico *Solidity*⁴⁶.

Las características principales de estos contratos son⁴⁷:

- Escritos en lenguaje de código (*solidity* en el caso de *Ethereum* pero cada *Blockchain* tendrá su tecnología de criptografía) para que pueda procesarlo un ordenador y así desplegar sus efectos.
- A través de ese lenguaje de código pueden ser ejecutables por la red.

Imaginemos un contrato de seguro del hogar que está celebrado y registrado dentro de *Ethereum*, cuyas mensualidades se pagan a través de *Ether* en caso de que se dejen de pagar, el contrato se anula automáticamente, incluso se podría obligar a pagar embargando la cuenta (en caso de haber suficientes *Ether* en la cuenta del deudor), esto dependerá de lo que las partes estipulen, ya que dentro de *Blockchain* no hay normas imperativas que estipulen ningún tipo de conductas a cumplir. Imaginemos ahora que en el hogar del asegurado sucede un robo (verificando como en el contrato se estipule) una cláusula que contempla la indemnización a este tipo de situaciones se activa automáticamente y se ejecuta (pagando la prestación estipulada), una vez se acredite el cumplimiento de esa condición. Pero no solo en materia de seguros, sino que es aplicable a cualquier ámbito⁴⁸.

Depende del autor al que acudamos, el concepto de lo que es un contrato inteligente dentro de *Blockchain* varía. Para algunos, se trata de un programa informático que ejecuta órdenes predefinidas cuando ciertas condiciones dentro del sistema son reunidas y otros, como un contrato digital y computable donde el cumplimiento y la ejecución de las condiciones

⁴⁶ LOPEZ RODRIGUEZ, A.M.; *Op. Cit.*, p. 442.

⁴⁷ FELIU REY, J.; *Op. Cit.*, pp. 5-6.

⁴⁸ Dentro del sector financiero pueden utilizarse para automatizar la emisión de préstamos, la gestión de inversiones y la negociación de derivados financieros. Por ejemplo, un smart contract puede establecer automáticamente los términos y condiciones de un préstamo y realizar los pagos correspondientes según lo acordado, o dentro del área de bienes raíces pueden utilizarse en el sector inmobiliario para gestionar la venta y compra de propiedades. Por ejemplo, un smart contract puede automatizar todo el proceso de transferencia de propiedad y pago, lo que reduce significativamente el tiempo y los costos asociados a una transacción inmobiliaria.

contractuales ocurren automáticamente, sin necesidad de intervención humana⁴⁹. Por tanto, la principal duda para muchos, versa en la naturaleza contractual de los mismos, es decir, si se trata de contratos que podemos admitir como válidos o realmente no y por tanto no necesitaríamos ni analizarlos.

Para visualizar esto, digamos que hay varias formas de celebrar un *Smart Contract*: puede celebrarse un contrato típico en el que se incluye una cláusula por la que ambas partes se obligan a transcribir ese contrato de forma completa o solo ciertas cláusulas, a lenguaje criptográfico dentro de una *Blockchain* para que este se autoejecute⁵⁰ (¿aquí tenemos dos contratos o uno? Si la respuesta es dos, ¿cuál es la validez del segundo?

Es decir, los Contratos Inteligentes desarrollados dentro de *Blockchain*, pueden ser utilizados como una extensión de un contrato firmado y consensuado en la “vida real” y se lleva a la tecnología *Blockchain* (como soporte del contrato base) para ejecutarlos. La cuestión principal sería determinar si ese segundo contrato se regula como independiente del primero, o si por el contrario, se entiende que solo ejecuta el contrato principal (por lo tanto dependiente y vinculado al principal)⁵¹. Por otro lado, puede haber un contrato que se realice completamente dentro de una *Blockchain*, es decir se redacte y se preste el consentimiento dentro de esa *Blockchain*. En el contrato descrito anteriormente, la aseguradora y asegurado podrían haber firmado un contrato en una oficina y luego transcribir ciertas cláusulas o todo el contrato a una *Blockchain* para ejecutar el mismo o por el contrario, pueden pactar y firmar directamente el contrato dentro de *Blockchain*. Depende de cómo se haga, cambia mucho, ya que en el primer caso tenemos el perfeccionamiento de un contrato que cumpliendo las normas del ordenamiento jurídico al que se somete se añade a *Blockchain*, pero el contrato ya es vinculante previamente y *Blockchain* solo lo ejecuta digamos (y es que como veremos, para muchos autores este no es un *Smart Contract*, por que solo ejecuta un contrato previo). Por el contrario, en el segundo caso, se pacta y se firma dentro de una *Blockchain* y además también se ejecuta.

Estas diferentes formas de realizar un *Smart Contract*, tal y como indica Florence Guillaume presentan un problema de cara al derecho internacional privado, que es el de determinar el alcance legal de estos contratos, que a pesar de que dicha autora no cree que todos los *Smart*

⁴⁹ WRIGHT A. / DE FILIPPI, P.; 2015, “Decentralized Blockchain technology and the rise of Lex Cryptographia”, *SSRN*, pp. 10-11. https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2580664

⁵⁰ CICCAGLIA, M.; *Op.Cit.*, p.10.

⁵¹ FELIU REY, J.; *Op.Cit.* pp. 6-8.

contracts tienen alcance legal, negar el alcance legal de los restantes sería una simplicidad, y por tanto la no regulación de los mismos, un error.

La principal distinción entre los *Smart Contracts* con alcance legal (*Smart legal Contracts*) y los que no tienen alcance legal -los llamados contratos inteligentes de código, que se tratan de un programa que ejecuta una serie de instrucciones o protocolos predeterminados sin conexión alguna con una relación contractual- (*Smart Code Contracts*)⁵², es que, por un lado, los *Smart Code Contracts* son contratos consensuados fuera de *Blockchain* y que alguna de sus cláusulas o incluso todo el contrato está programado dentro de una *Blockchain* para ser ejecutado⁵³, en este sentido lo podríamos equiparar a los *contractor ricardianos*⁵⁴ (el contrato de seguro firmado en la oficina y ejecutado a través de *Blockchain*). En cambio, cuando nos referimos a *Smart Legal Contracts*, nos referimos a cuando la realización de prestaciones (o una parte de ellas) se han consensuado dentro de *Blockchain* y no requieren de un segundo consentimiento para ejecutarse⁵⁵ (El contrato de seguros que se pacta y ejecuta dentro de *Blockchain*, sin que haya un segundo consentimiento). Resumidamente, en las primeras, las partes programan la ejecución de un contrato y en la segunda se acuerdan determinadas prestaciones con ciertas condiciones y que para ejecutarse no necesitan un doble consentimiento.

Una vez diferenciados los *Smart Code Contracts* y los *Legal Contracts*, nos centraremos exclusivamente en los *Legal Contracts* ya que son lo que sí que poseen alcance legal⁵⁶ ya que

⁵² RÜHL, G.; 2020, “Smart (legal) contracts, or : which (contract) law for smart contracts”, Benedetta Cappiello & Gherardo Carullo (eds.), *Blockchain, Law and Governance*, Springer (*Forthcoming*) <https://ssrn.com/abstract=3552004>

⁵³ STARK, J.; Coindesk, 2015, *Making a sense of Blockchain Smart Contracts*. <https://www.coindesk.com/markets/2016/06/04/making-sense-of-blockchain-smart-contracts/> (consultado el 24 de abril de 2023). Se trata de un jurista canadiense que creó el término Smart legal contract.

⁵⁴ TUR FAÚNDEZ, C.; 2019, “*Legal Tech*, la transformación digital de la abogacía”, *Volters Kluwer*, p. 4. Aunque tampoco su uso es del todo adecuado como indica el autor, pero sí que sirve para distinguir lo que es el negocio jurídico subyacente a ese contrato traducido a lenguaje criptográfico para ser ejecutado.

⁵⁵ TUR FAUNDEZ, C.; *Op. Cit.*, p. 4.

⁵⁶ Digamos que son como un subconjunto de de *Smart Contract Code* que también es legalmente vinculante . Esto puede ser el resultado del propio código inicialice y registre los términos de un contrato legal o debido a la presencia de un acuerdo externo (oral, implícito o escrito en lenguaje natural) que dota al código de ejecutabilidad legal. DELGADO DE MOLINA RIUS, A. / GARCÍA GIL, V. J.; 2021, “Smart contract: bases conceptuales y

el contrato está pactado dentro de *Blockchain* y cuando surja cualquier controversia entre las partes, será el que plantee problemas por el alcance legal que tiene, en cambio, en el primer ejemplo del contrato de seguro del hogar, en caso de controversias, las partes tendrán un contrato en papel, sujeto al ordenamiento jurídico pertinente, sobre el que basar la controversia ya que *Blockchain* simplemente ejecuto lo ya pactado.

Dentro de los *Smart Legal Contracts*, analizaremos los que cumplen con los requisitos contractuales de la doctrina tradicional clásica que son consentimiento, objeto y causa⁵⁷. Es importante tener en cuenta que, en algunos casos, los *Smart Contracts* pueden no cumplir con los requisitos legales necesarios para su validez, como es el caso de la necesidad de consentimiento informado de las partes, o de la obligación de que el contrato sea redactado en un lenguaje claro y comprensible.

Por último, la forma en estos tipos de contratos es *ad solemnitatem*, ya tengan alcance legal o no como hemos adelantado anteriormente, ya por mera eficacia del mismo, ya que sin revestir la forma determinada de código en el lenguaje de máquina, no podría ofrecer ninguno de los efectos esperados, ni podría integrar información para determinar las prestaciones⁵⁸.

2. Oráculos

Poder llevar a cabo la función principal de los *Smart Contracts* qué es principalmente, la autoejecutabilidad, sería inimaginable sin la ayuda de los oráculos⁵⁹. Estos intermediarios entre el “mundo exterior” y *Blockchain* son los encargados de proporcionar la información necesaria

taxonomía. Una aproximación a su análisis en términos de costes de transacción”, en *Perspectiva legal y económica del fenómeno FinTech*, Cuenca Casas, M. / Ibáñez Jiménez J.W. (dirs.), *Revista de Derecho del Sistema Financiero: mercados, operadores y contratos*, nº 3, p. 13.

⁵⁷DÍEZ-PICAZO Y PONCE LEÓN, L.; 2009, *Fundamentos de Derecho civil patrimonial*, vol.I, Sexta ed., Thomson-Civitas.

⁵⁸FELIU REY, J.; *Op. Cit.*, p. 11.

⁵⁹ Hay opiniones diversas respecto si considerar a los Oráculos como terceros de confianza o como agentes externos al contrato (comúnmente máquinas). BALLABRIGA SOLANAS, M.T.; 2018, *Régimen Jurídico y problemática de los contratos inteligentes (Smart Contracts)*, TFG (Dir. Hernández Sainz, E.), Facultad de Derecho (Universidad de Zaragoza).

que el contrato necesita para poder ejecutarse⁶⁰. Por lo que son los encargados de suministrar información a la cadena de bloques de manera continuada y las fuentes son bases de datos externas a la cadena de bloques⁶¹.

Por ejemplo, imaginemos un contrato que está sujeto a la condición de que se ejecute cuando el valor de x en el mercado de valores sea y , pues será el oráculo el encargado de proporcionar la información sobre el valor de x a la cadena de bloques, para cuando llegue al valor pactado, se autoejecute el contrato. Mismamente, una de las primeras aplicaciones en la industria de seguros a través de un contrato inteligente, realizada en la plataforma Ethereum en el año 2015; se creó un Contrato Inteligente considerando que, mediante la consulta automática de los datos relativos a los retrasos en el aire registrados en un determinado período, se garantizó la compensación de los asegurados. En este caso, la información encontrada no era de la *Blockchain* sino de registros externos que se pueden consultar en cualquier momento⁶². Eso también implica que al ser los oráculos ajenos a la *Blockchain* no gozan de la seguridad y demás características de la misma, por lo que para minimizar esta interferencia de los oráculos en la información -pudiendo manipularla ofreciendo informaciones falsas- existen programas⁶³ que recogen toda la información de distintas fuentes de datos y determinan el dato más fiable en función de lo que la mayoría indica, realizando pruebas de autenticidad y descentralizando también esta parte del proceso⁶⁴.

Cuando el oráculo transmite la información a la cadena desde las fuentes de datos externas, que permiten corroborar el cumplimiento o no de las condiciones del contrato para que este se pueda ejecutar.

Por último, el oráculo inserta información como transacción en la cadena de bloques y con ello está disponible y se mantiene inmutable para todos los nodos implicados en la cadena⁶⁵.

⁶⁰CORRALES M. / FENWICK M. / HAAPIO H.; 2019, *Legal Tech, Smart Contracts and Blockchain (Perspectives in Law, Business and Innovation)*, Springer, p. 9.

⁶¹FELIU REY, J., 2018, *Op. Cit.*, p.16.

⁶²GIACCAGLIA, M.; *Op. Cit.*, p. 9.

⁶³<https://provable.xyz/> (consultado el 14 de mayo de 2023)

⁶⁴SERRA RODRIGUEZ, A.; 2021, “Los Smart Contracts en el mercado financiero digital”, *Revista de Derecho del Sistema Financiero*, n°. 2, p. 7.

⁶⁵FELIU REY, J.; *Op. Cit.*, p. 821.

3. Características

Se trata de contratos independientes de cualquiera de las partes involucradas en el mismo, conservados en una red descentralizada⁶⁶.

- Autonomía: no dependen de un tercero ni de intermediarios ni para formalizarse ni para ejecutarse (sin perjuicio de lo explicado respecto a los oráculos), ni de las partes contratantes ni de terceros ajenos.
- Inmutabilidad: junto con la irreversibilidad de su ejecución, una vez firmado, ninguna de las partes ni agentes externos pueden modificarlos, salvo previsión expresa de las partes, que esté incluida en el código y también existe la posibilidad de pactar una cláusula ad hoc de destrucción del contrato . También se garantiza la no manipulación por terceros y tampoco es posible revertir lo ya realizado, aunque se puede prever mediante una cláusula mecanismos que puedan establecer efectos o consecuencias de signo opuesto para el caso de irregularidad en la ejecución, con el propósito de neutralizar el resultado⁶⁷.
- Seguridad: por un lado la inmutabilidad del contrato y por otro respecto al código o el contrato programado en sí, es inhackeable o por lo menos muy complicado de hackear por lo explicado respecto a la cadena de bloques.
- Rapidez: hacen uso de códigos Software para automatizar los procedimientos. Evitar la mano de obra es más rápido y más eficaz. No dependen de que un superior jerárquico dé la orden de ejecutar ese contrato, sino que todo está automatizado.
- Autoejecutabilidad: una vez programados, se garantiza su ejecución por lo que no depende de la autonomía de las partes que el contrato se cumpla⁶⁸. La autoejecutabilidad deriva de que la totalidad o parte de los pactos del contrato, se encuentran recogidos en secuencias de código, por lo que el contrato se ejecuta automáticamente, una vez concurren las condiciones preestablecidas, que son programadas previamente conforme a la lógica booleana⁶⁹. Una vez concurren las condiciones programadas, comunicadas

⁶⁶ ORTEGA GIMÉNEZ, A.; *Op. Cit.*, p.18.

⁶⁷ VALPUESTA GASTAMINZA, E. M.; 2021, *Tratado de Derecho digital, Digitalización de actividades y contratos*, La ley 10314, p. 11.

⁶⁸ DOMINGUEZ PADILLA, C.; *Op.Cit.*, p.1099.

⁶⁹ El álgebra de Boole es un método para simplificar los circuitos lógicos (o a veces llamados circuitos de conmutación lógica) en electrónica digital. Mecratonicalatam.; 2021, Algebra booleana.

a la *Blockchain* vía Oráculos, el contrato se ejecutará autónoma y automáticamente sin que sea posible su modificación una vez ha quedado codificado, encriptado y replicado en multitud de nodos descentralizados a través de la tecnología *Blockchain*⁷⁰. Desde el punto de vista jurídico, esto solo es posible siempre y cuando las partes hayan sido explícitas y claras respecto a las cláusulas para que no den pie a malinterpretaciones o confusiones y se puedan ejecutar⁷¹.

IV. CUESTIONES A CONCRETAR DERIVADAS DE LA PROPIA NATURALEZA DE LOS *SMART CONTRACTS*

No son pocos los problemas que se nos presentan o quizás los retos propios a la irrupción de este nuevo sistema⁷². El objetivo no es enumerar todos los problemas ni mucho menos, simplemente hacer una aproximación a los retos que tendremos que hacer frente, algunos propios o intrínsecos a los *Smart Contracts*, como por ejemplo la capacidad limitada de los *Smart Contracts* y otros que surgen cuando los *Smart Contracts* entran en sinergia con el mundo exterior, como por ejemplo la protección de datos o los requisitos contractuales. Los retos, entre otros, son los siguientes:

- Capacidad limitada de los contratos; a la hora de ejecutar los contratos, los *Smart Contracts* solo podrán valerse de la información o de los datos que contiene la cadena de bloques, es decir, no disponen de recursos para por sí misma la red buscar información que no esté registrada en la base de datos. Del mismo modo, los *Smart Contracts* no pueden saber si se ha cumplido la condición de un contrato sujeto a la misma, de ahí la necesidad casi vital de los oráculos para la efectividad de los mismos ya que son los encargados de interactuar con la cadena de bloques como terceros imparciales⁷³.

<https://www.mecatronicalatam.com/es/tutoriales/teoria/algebra-booleana/> (consultado el 16 de mayo de 2023).

⁷⁰ SERRA RODRIGUEZ, A.; *Op. Cit.*, p. 6.

⁷¹ Pero como no es oro todo lo que reluce, estas propiedades que se atribuyen a los contratos inteligentes no son tan absolutas. Para ello, véase DELGADO DE MOLINA RIUS, A. / GARCÍA GIL, V.J.; *Op. Cit.*, pp.12-13.

⁷² FELIU REY, J.; *Op. Cit.*, p. 4.

⁷³ DOMINGUEZ PADILLA, C.; *Op. Cit.*, p.1098.

- *Smart Contracts* como elemento probatorio; en caso de un posible fraude o estafa, sería complicado recabar elementos probatorios ya que el intercambio de los datos (de los que hace uso el contrato) se hacen directamente entre los usuarios sin mediadores o intermediarios, debido a que las transacciones las verifica la propia red de nodos en todo momento. El gestor del sistema o de la comunidad que la crea se limita a poner a disposición de los usuarios el propio sistema a modo de red de nodos e instruirlos para que operen por su cuenta incorporando datos, es decir, realizando operaciones o transacciones⁷⁴. En caso de fraude, o de alteración de la información, sería muy complejo acceder a los nodos para extraer la información real, saber en qué punto fue alterado el sistema de cadena de bloque para lograr así defraudar⁷⁵.
- Asunción de riesgos; en correlación con lo anterior, en caso de que hubiese un fallo o error ya sea provocado o simplemente un fallo en el sistema, al código como tal no cabría imputar responsabilidad, y serán las partes del contrato las que asuman ese riesgo, ya que al tratarse de una red descentralizada no cabría responsabilizar a algún nodo, cuando para validar una transacción mínimo necesitamos 6 pero puede haber hasta cientos.
- Inmutabilidad de lo pactado; a la hora de configurar un contrato inteligente han de preverse todas las posibles variaciones externas, cambio de valor de la moneda, cambio de los precios objeto de la compraventa⁷⁶, etc. Imaginemos un contrato inteligente firmado en *Ethereum*, un servicio a cambio de 5 *Ether* que en el momento del pacto equivalen a 3000 euros, pues puede darse el caso que en el momento de ejecutar el contrato el valor equivalente de esos 5 *Ether* sea a 2000 euros o incluso 5000 euros, ya que se trata de una moneda expuesta a muchas más fluctuaciones que las tradicionales.
- Protección de datos: respecto a la gestión de los datos personales, debido al no sometimiento a ningún tipo de regulación, no existe nada que esté protegiendo los datos personales y derecho a la privacidad, pudiendo saltarse así distintas regulaciones tanto

⁷⁴ IBAÑEZ, J.; *Op. Cit.*, p. 2.

⁷⁵ PEREA, PEREA, A.L / RENGIFO, CASTILLO C.A.; 2022, “Smart Contracts y la tecnología Blockchain: Riesgos jurídicos frente al derecho contractual colombiano”, *Universidad Cooperativa de Colombia*, pp. 24-30.

⁷⁶HERNÁNDEZ DÍAZ J. L.; 2018, *Decodificando el smart-contract: naturaleza jurídica y problemas de uso*. *Revista Estudiantil de derecho privado*. Universidad Externado de Colombia.

europas⁷⁷ como nacionales como el Reglamento de la Unión Europea 2016/679⁷⁸ o la Ley Orgánica 3/2018⁷⁹.

- Regulación: Debido a la tecnología que respalda los contratos inteligentes, se requiere de una regulación específica a este tipo de contratos⁸⁰, debido a que el sistema es completamente opuesto hasta lo conocido hasta ahora. Con la añadida complejidad que requiere una regulación de esta materia, aunque haya estados como por ejemplo Italia⁸¹ que se han aventurado a hacerlo. Para empezar, determinar si los *Smart Contracts* realizados dentro de una *Blockchain*, por el simple hecho de haberse realizado dentro de este sistema, ya poseen un elemento de extranjería, esta cuestión nos llevaría a contemplar el fenómeno ya no solo desde una esfera nacional, sino internacional ya que cada contrato podría ser susceptible de requerir del Derecho Internacional Privado para resolver la ley aplicable y competencia de estos contratos (cuestión que desarrollaremos en los siguientes apartados).
- Requisitos para constituir el contrato: Este es posiblemente el mayor reto, ya que existe gran polémica entre los diversos autores ya que muchos alegan que la estructura de los contratos inteligentes no requiere de una estructura legal para operar y para ejecutarse⁸², el denominado code is law o el código es ley (por lo que no necesita ninguna regulación ni soporte legal para operar, el código es más que suficiente)⁸³, lo cual es cierto ya que para que un *Smart Contract* se opere y se ejecute, no requiere de un control ya que para su correcta celebración no se comprueba ni la validez de las obligaciones ni el consentimiento de las partes, ni la capacidad de las partes, ni ningún tipo de requisito. Esto nos lleva a pensar que justamente por esto necesitan un soporte legal para

⁷⁷ CICCAGLIA, M.; *Op.Cit.*, p. 7.

⁷⁸ Reglamento (UE) 2016/679, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 27 de abril de 2016, Relativo a la protección de las personas físicas en lo que respecta al tratamiento de datos personales y a la libre circulación de estos datos y por el que se deroga la Directiva 95/46/CE (Reglamento general de protección de datos).

⁷⁹ Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre de 2018, de protección de datos personales y garantía de los derechos digitales («BOE» núm. 294, de 6 de diciembre de 2018).

⁸⁰ VALPUESTA GASTAMINZA, E. M.; *Op.Cit.*, pp.12-13.

⁸¹ VAZQUEZ, A.; Cysae., 2019, *El regulador italiano define DLT, Smart Contract y da efectos jurídicos a la estampación de documentos en Blockchain*. <https://cysae.com/el-regulador-italiano-define-dlt-smart-contract-y-da-efectos-juridicos-a-la-estampacion-de-documentos-en-blockchain/> (Consultado el 28 de abril de 2023).

⁸² SCHILLER, K.; Blockchainwelt, 2022, *Was sind Smart Contracts?* <https://blockchainwelt.de/smart-contracts-vertrag-blockchain/> (consultado el 15 de mayo de 2023).

⁸³ SERRA RODRIGUEZ, A.; *Op.Cit.*, p. 3.

determinar si esos contratos son válidos y legales ya que puede llegar a crear efectos jurídicos en la realidad material y causar estragos irremediables. Lo que nos puede llevar a afirmar que los contratos inteligentes no pueden prescindir del Derecho, ni en su formación para evitar una posible declaración de nulidad o anulabilidad por no reunir los requisitos legalmente exigibles, ni en su ejecución o consumación⁸⁴. A pesar de lo que algunos autores opinan, pensemos en contratación con consumidores, condiciones generales, menores de edad y sujetos de derecho que necesitan una protección superior.

V. COMPETENCIA JUDICIAL INTERNACIONAL Y DERECHO APLICABLE A LOS *SMART CONTRACTS*

Corresponde examinar la materia desde una perspectiva Europea y en concreto bajo el ordenamiento jurídico español.

Una vez conceptualizando la relevancia legal de los *Smart Contracts*, nos enfocaremos en analizar a qué ordenamiento jurídico le compete conocer de las cuestiones que puedan surgir de los Contratos Inteligentes, y la ley aplicable a los mismos. En concreto si esta cuestión es resuelta y por tanto aplicable el Derecho Internacional Privado que hasta ahora tenemos o por el contrario si necesitamos una legislación especial o específica para poder tratar los conflictos que puedan surgir de Contratos Inteligentes⁸⁵, haciendo referencia a los conflictos entre las partes contratantes, no de aquellos que puedan surgir respecto a los mineros que codifican o con respecto a los oráculos... y posibles fallos o errores⁸⁶.

En todo caso, las normas de Derecho Internacional Privado, se les aplicará a los *Smart Contracts* realizados entre una parte contratante con domicilio en España y un elemento de internacionalidad⁸⁷ y siempre y cuando esos contratos se consideren obligaciones contractuales por las normas de Derecho Internacional Privado.

Antes de ahondar en materia, un concepto que ha suscitado varias dudas, no es otro que el “elemento de internacionalidad” entendiéndose para algunos autores que el hecho de que el contrato inteligente se regule dentro de una *Blockchain* (y que eso suponga que para validar

⁸⁴ SERRA RODRIGUEZ, A.; *Op.Cit.*, p. 3.

⁸⁵ RÜHL, G.; *Op.Cit.*, pp. 1-5.

⁸⁶ GARRIGA SUAU, G.; 2021, “Blockchain-based Smart Contracts and conflict rules for business-to-business operations”, *Revista electrónica de estudios internacionales*, nº 41, pp. 18-20.

⁸⁷ RÜHL, G.; *Op.Cit.*, p. 6.

una transacción, se requieran varios nodos o mineros que la validen, como ya hemos introducido en párrafos anteriores) sea suficiente para que este se entienda como elemento internacional, ya que lo mas seguro es que cada nodo puede estar situado en un país distinto, y que al contrato realizado se le apliquen normas de Derecho Internacional Privado⁸⁸. Esto supondría un gran reto para el Derecho Internacional Privado, ya que desde el momento en el que cada transacción es susceptible de suscitar dudas de que ordenamiento determina el alcance legal de la misma, surge el potencial conflicto entre las leyes de los distintos estados⁸⁹.

Por otro lado, la doctrina que a mi parecer es más acertada considera que el hecho de que los nodos estén situados por todo el mundo no es una razón de peso, ya que por una lado, no tienen ningún tipo de responsabilidad (de momento) respecto al contrato y que muchas veces no se sabe su paradero (por lo que añadiría complejidad)⁹⁰.

Por lo tanto, nos decantamos por las normas generales de Derecho Internacional Privado para identificar los elementos internacionales que nos lleven a aplicar las mismas, sin considerar los nodos que verifican las transacciones como tal. Entiendanse estos y no de forma excluyente ni exclusiva, que el domicilio de una de las partes esté situado en otro estado miembro que no sea España, etc.

1. Competencia judicial internacional

Como ya hemos visto, el acogimiento del concepto contrato legal inteligente dentro del ordenamiento jurídico español, según la doctrina consultada, podría ser cuestionable o por lo menos sí que nos daría más problemas. En cambio, las herramientas proporcionadas por el Derecho Internacional Privado nos permiten sortear estas cuestiones sin demasiado conflicto, respecto a que se considera una obligación contractual y por lo tanto si estamos ante un contrato susceptible de tener un alcance legal.

Volviendo al concepto obligación contractual dentro del Derecho Internacional Privado, tal y como indica López Rodríguez A.M, “la noción de obligación contractual es un concepto

⁸⁸ RÜHL, G.; *Op. Cit.*, pp. 6-12.

⁸⁹ ORTEGA, GIMÉNEZ, A.; *Op. Cit.*, p. 55.

⁹⁰ GARRIGA SUAUA, G.; *Op. Cit.*, pp. 22-23.

autónomo extraíble del artículo 5 (1) del Reglamento Bruselas I bis⁹¹, como Vínculo Jurídico voluntariamente asumido por las partes”⁹² y junto la interpretación de obligación contractual aportada por el TJUE⁹³ como “compromiso libremente asumido por una parte frente a otra”⁹⁴, por lo que cuando estemos ante un Contrato Inteligente Legal / *Smart Legal Contract*, en el que podemos asumir que ambas partes han prestado su consentimiento por estar implícito al código de programación subyacente⁹⁵, estaremos ante un contrato susceptible de dar lugar a acciones legales y que entran dentro del ámbito de aplicación de los reglamentos aplicables en materia contractual en Derecho Internacional Privado, que examinaremos a continuación .

Una vez argumentada la naturaleza jurídica de los contratos inteligente legales *Smart Legal Contracts* en el ámbito internacional y a pesar de las diversas aplicaciones de los mismos, como en contratos de seguros médicos, registro de bienes muebles e inmuebles, constitución de hipotecas, protección de datos⁹⁶ e incluso como medio para redactar un testamento, nos centraremos en los contratos que entran dentro del ámbito material de los Reglamentos aplicables a materia contractual, en el marco de los contratos de materia civil y mercantil, cuando se nos presenta un contrato realizado en *Blockchain*, entre dos partes privadas, con un elemento de internacionalidad (ya sea que cada parte reside en países distintos), y uno de ellos resida en un estado miembro, acudimos al Reglamento Bruselas I bis, para poder así analizar la competencia de los tribunales españoles respecto a una materia suscitada con estas características.

La primera distinción que tenemos que hacer es entre contratos realizados con consumidores, trabajadores o seguros y los realizados entre empresas. Iremos analizando cada materia por los apartados correspondientes según el objeto de la controversia.

⁹¹ Reglamento (UE), 1215/2012, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 12 de diciembre de 2012 relativo a la competencia judicial, el reconocimiento y la ejecución de resoluciones judiciales en materia civil y mercantil.

⁹² LOPEZ RODRIGUEZ A.M.; *Op. Cit.*, pp.443-446.

⁹³ Sentencia del Tribunal de Justicia de la Unión Europea, de 7 de marzo de 2018, asuntos acumulados C-274/16, C-447/16 y C-448/16. *flightright GmbH/Air Nostrum, Líneas Aéreas del Mediterráneo y otros*. Sentencia del Tribunal de Justicia de la Unión Europea, de 22 de marzo de 1983, asunto 34/82 .
Martin Peters Bauunternehmung GmbH <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:61982CJ0034>

⁹⁴RÜHL, G.; *Op. Cit.*, p. 9.

⁹⁵ LOPEZ RODRIGUEZ, A. M.; *Op. Cit.*, p. 446.

⁹⁶ ORTEGA, GIMÉNEZ, A.; *Op. Cit.*, pp. 26-30.

1.1 Foros que prevalecen la autonomía de la voluntad

- Sumisión tácita; artículo 26 del Reglamento Bruselas I bis, para que un tribunal pueda declararse competente para conocer del supuesto, basta con que una de las partes demande a la otra en un estado miembro y la parte demandada comparezca sin impugnar la competencia del mismo. Con la excepción de las materias de competencia exclusiva recogidas en el artículo 24 del Reglamento. A grandes rasgos, no presenta problemas la aplicación de esta cláusula para con los *Smart Contracts*, ya que ambas partes activamente se someten a la competencia de un tribunal X.
- Sumisión expresa; artículo 25 del Reglamento Bruselas I bis, a la hora de firmar el contrato ambas partes podrán incluir una cláusula escrita de sumisión a tribunales del estado X, siempre y cuando ambas partes muestren su consentimiento con independencia del domicilio de las mismas. Con el requisito de que dicha cláusula ha de ser válida tanto formalmente como materialmente de acuerdo con el ordenamiento que rige el contrato. Esto es lo que mayor controversia puede suscitar ya que ningún ordenamiento rige el contrato.

1.2 Foros especiales por razón de materia

- Foro del domicilio del demandado; para poder aplicar este foro en virtud del artículo 4.1 Reglamento B I bis, el demandante tendría que denunciar al demandado en los tribunales de su domicilio, por lo que habría que identificar la dirección registrada del demandado⁹⁷, es en este foro donde pueden verse la segunda gran limitación de la regularización de los contratos inteligentes legales, el problema del anonimato que las redes públicas de *Blockchain* pueden acarrear, ya que en las privadas no pasa, por su naturaleza y necesidad de acreditar la identidad de la persona que accede a la misma⁹⁸. Lo cual, es más un problema potencial ya que hoy en día las transacciones anónimas no son habituales⁹⁹, aun así, tal y como propone Ortega Gimenez, A. podría solucionarse

⁹⁷ ORTEGA, GIMÉNEZ, A.; *Op.Cit.*, pp. 51-53.

⁹⁸ Dichas redes se caracterizan por la existencia de una autoridad central encargada de regular la plataforma y controlar el acceso de nuevos usuarios y miembros, los cuales deberán ser autorizados para poder acceder a esta. RUIZ RODRIGUEZ, R.; *Op. Cit.*, p.10.

⁹⁹ Y de hecho plataformas como *Ethereum* y *Bitcoin* no admiten el anonimato y requieren la identificación fehaciente de los participantes. RUIZ RODRIGUEZ, R.; *Op.Cit.*, p.10.

a través de la utilización de la firma electrónica. A parte, teniendo en cuenta que las compañías que operan a través de internet tienen la obligación de identificarse. No obstante, el anonimato en caso de darse podría resolverse, ya que sería posible rastrear la identidad de sus usuarios y el contenido de los datos que introducen¹⁰⁰ aunque esto añadiría más complejidad al asunto.

- Foro alternativo en materia contractual; artículo 7.1.a Reglamento B I bis, que nos dice que será competente de conocer el asunto en materia contractual el órgano jurisdiccional del lugar en el que se haya cumplido o deba cumplirse la obligación base que sirva a la demanda. La cual no presenta grandes dificultades de cara a los contratos inteligentes ya que imaginemos un contrato de compra de mercancías entre una compañía española e italiana, en el que se tengan que entregar en Italia X mercancías, a cambio de X *Ether*. El lugar de entrega de la mercancía está claro y que se utilice *Blockchain* para hacerlo solo altera la forma pero no la esencia.

1.3 Foros de protección

En materia de contratos con consumidores, seguros o trabajadores, se consideran que estos tienen una posición más débil frente a la empresa con la que contratan, por lo que se aplican foros de competencias especiales para proteger a estas partes¹⁰¹.

- Contratos en materia de Seguros; Foro recogido en los artículos del 10 al 16 del Reglamento BI bis. En el artículo 11 se indica ante qué tribunales puede interponerse la demanda cuando el asegurador/a es el demandado y el asegurado el demandante (tiene 3 posibilidades cuando la parte débil inicia el procedimiento).

En el artículo 12 además se plantea que para los seguros de responsabilidad o respecto a bienes muebles, se podrá ir al lugar donde se encuentre el bien inmueble, lo cual no

¹⁰⁰ ÁLVAREZ, ROJAS, L. R.; 2018, *Análisis de la tecnología blockchain, su entorno y su impacto en modelos de negocios*, Universidad técnica federio santa maría escuela de negocios departamento de ingeniería comercial mba, magíster en gestión empresarial. <https://repositorio.usm.cl/bitstream/handle/11673/47346/3560900251199UTFSM.pdf?sequence=1&isAllowed=y> (consultado el 5 de mayo de 2023).

¹⁰¹ ORTEGA, GIMÉNEZ, A.; *Op. Cit.*, pp. 53-54.

plantea inconvenientes para los contratos inteligentes ya que el lugar donde está sito el inmueble se verá reflejado en el Contrato.

El artículo 13 habla de acciones civiles, habiendo un delito penal, se podrá acudir al órgano jurisdiccional que conozca la acción de la persona perjudicada. El artículo 14 dice que la aseguradora cuando sea demandante sólo podrá ir a donde esté domiciliado el demandado (plantea los mismos problemas contemplados anteriormente).

- Contratos celebrados por los consumidores; Respecto a los consumidores cogemos como referencia los artículos 17 a 19 del Reglamento B I bis. El artículo 17 dice que cuando nos encontramos ante un consumidor; en materia de contratos, el consumidor tiene que ser una persona física o jurídica que compra algo para un uso doméstico (no actividad profesional, el producto o servicio contratado tiene que ir destinado a una actividad ajena a su actividad profesional). El artículo 18 dice que la acción entablada por un consumidor podrá interponerse en los tribunales del estado miembro en que esté domiciliada la otra parte o donde esté domiciliado el consumidor. La otra parte (vendedora) sólo podrá demandar en el domicilio del consumidor. Aquí puede surgir la misma cuestión que la planteada respecto a el Foro del domicilio del demandado. El artículo 19 contempla la sumisión a un foro distinto, si el acuerdo es posterior al nacimiento del litigio o permiten al consumidor formular demandas ante tribunales distintos a los mencionados (ampliar posibilidades) .
- Contratos individuales de trabajadores; recogidos en los artículos 20 a 23 del Reglamento Bruselas I bis. Cuando el empresario es el demandado y el trabajador el demandante artículo 21, este, podrá acudir a los órganos jurisdiccionales del lugar donde esté el domicilio del empresario¹⁰² o lugar donde el trabajador desempeña el trabajo o en caso de que no desempeñe su trabajo en un Estado en concreto, ante el órgano jurisdiccional del lugar en que esté o haya estado situado el establecimiento que haya empleado al trabajador, a pesar de que el lugar del domicilio del empresario no aparezca en el contrato, conforme a las directrices del artículo 63 sería complicado que el trabajador no pudiera conocer de esos datos (probablemente públicos). Los empresarios que no estén domiciliados en un Estado miembro podrán ser demandados

¹⁰² Artículo 63 del Reglamento “A efectos del presente Reglamento, se entenderá que una sociedad u otra persona jurídica está domiciliada en el lugar en que se encuentra: a) su sede estatutaria; b) su administración central, o c) su centro de actividad principal.”

ante los órganos jurisdiccionales de un Estado miembro de conformidad con lo establecido para el lugar del desarrollo de la actividad laboral de los trabajadores. Cuando el empresario es el demandante y el trabajador el demandado, habrá de acudir según el artículo 22, al domicilio del trabajador (plantea la misma cuestión examinada) ya que es difícil pensar que desconoce donde se encuentra el domicilio de su trabajador por lo que no presenta un problema para esta tecnología.

A pesar de lo dicho hasta ahora, el artículo 23 nos indica que cabe la sumisión al domicilio de la parte fuerte si (donde vive o donde desarrolla su trabajo) domicilio del trabajador puede no coincidir con el lugar donde desempeña el trabajo pero el empresario nos tiene que demandar donde estemos domiciliados (no donde trabaje).

2. Ley aplicable

Dentro de la Unión Europea y exceptuando Dinamarca¹⁰³, el Reglamento Roma I (RRI a partir de ahora), determina el derecho aplicable si el contrato inteligente en cuestión contiene verdaderas obligaciones contractuales, ósea, los llamados *Smart legal Contracts* o contratos inteligentes legales (cuestión analizada previamente), artículo 1.1 RRI. Por tanto, dirimidas las dudas respecto a la naturaleza contractual de estos contratos, pasaremos a analizar la ley aplicable a los mismos dentro del ámbito de aplicación material del RRI.

Una vez esclarecida la cuestión de la competencia, analizaremos en base a qué ley se registrarán los contratos inteligentes. El RRI nos permite en su artículo 3, la llamada autonomía conflictual, la opción de que sean las partes las que decidan esta cuestión, introduciendo una cláusula al contrato en la que escojan la ley aplicable a su negocio jurídico (dicha ley ha de ser una ley estatal y en vigor). Del mismo modo, existe la declaración implícita de sumisión cuando así se desprende de los términos del contrato¹⁰⁴.

¹⁰³ Mencionar que conforme al artículo 25 RR1, nada respecto al Reglamento Roma 1 impide la aplicación de otros convenios internacionales suscritos por las partes, aunque sí que establece una primacía respecto a los estados miembros en cuanto a su aplicación. Respecto a Dinamarca, queda exceptuado de la aplicación de este reglamento en el Considerando 46 RRI.

¹⁰⁴ Considerando 12, Reglamento Roma I “Un acuerdo entre las partes para conferir a uno o más órganos jurisdiccionales de un Estado miembro jurisdicción exclusiva para resolver los litigios ligados a un contrato es uno de los factores que deben tenerse en cuenta a la hora de determinar si la elección de la ley se desprende claramente de los términos del contrato”.

Sin duda es la opción más segura jurídicamente hablando¹⁰⁵ ya que permite a las partes escoger la ley aplicable más beneficiosa a su contrato y sin necesidad de una conexión con esa misma ley y de cara a esta tecnología es la más eficaz sin duda.

Desde la perspectiva de los contratos inteligentes, no existe ningún impedimento para que esto se pueda realizar, bien añadiendo una cláusula de sumisión en el contrato inteligente o una declaración separada de sumisión en forma de contrato Ricardiano¹⁰⁶. La única limitación versa en el vacío legal de la mayoría de los ordenamientos ante esta cuestión, por lo que al final las partes en caso de ejercer la autonomía conflictual, elegirán la ley aplicable del ordenamiento español en la que no solo hay un vacío legal sino una tendencia contraria a regular estas cuestiones relacionados con *Blockchain*¹⁰⁷.

Subsidiariamente, a falta de elección, es decir, en caso de no hacer uso de la autonomía de la voluntad para elegir la ley aplicable al negocio jurídico, acudiremos al artículo 4 del RR1 que nos determina la ley aplicable a ocho tipos de contratos distintos. De los puntos de conexión que utiliza el Reglamento, el único que puede plantear incógnitas es el de residencia habitual (adecuado al tipo de contrato, ya sea la del vendedor, prestador de servicios...) ¹⁰⁸. Otra de las dificultades que puedan surgir son por ejemplo, en caso de una subasta realizada en *Blockchain*,

¹⁰⁵ RUIZ RODRIGUEZ, R.; *Op. Cit.*, p.12.

¹⁰⁶ RÜHL G.; *Op. Cit.*, p.12. Un contrato Ricardiano, que son documentos digitales que definen los términos y condiciones entre los involucrados en el contrato, estos están firmados y verificados criptográficamente y pueden ser leídos tanto por humanos como por sistemas informáticos. Su propósito es declarar y definir las cláusulas y reglas del *Smart Contract*. <https://guias.eoscostarica.io/docs/aprender-eosio/contratos-ricardianos> (Consultado el 4 de marzo de 2023).

¹⁰⁷ Los pronunciamientos del legislador español son nulos, y la jurisprudencia se ha pronunciado sobre muy escasas cuestiones, entre ellas; El Tribunal Supremo consideró a *Bitcoin* como activo patrimonial inmaterial que no tiene consideración de dinero “*Este coste semejante de las unidades de cuenta en cada momento permite utilizar al Bitcoin como un activo inmaterial de contraprestación o de intercambio en cualquier transacción bilateral en la que los contratantes lo acepten, pero en modo alguno es dinero, o puede tener tal consideración legal, dado que la Ley 21/2011, de 26 de julio, de dinero electrónico, indica en su artículo 1.2 que por dinero electrónico se entiende solo el " valor monetario almacenado por medios electrónicos o magnéticos que represente un crédito sobre el emisor, que se emita al recibo de fondos con el propósito de efectuar operaciones de pago según se definen en el artículo 2.5 de la Ley 16/2009, de 13 de noviembre , de servicios de pago, y que sea aceptado por una persona física o jurídica distinta del emisor de dinero electrónico "*. del Sentencia Tribunal Supremo 326/2019, de 20 de junio. <https://vlex.es/vid/797938401> (consultado el 20 de abril de 2023). De momento no existe ninguna propuesta para regular este fenómeno. Al contrario de otros estados miembro, como Italia, que han apostado por reconocer el valor jurídico de los *smart contracts* [Legge 11 febbraio 2019, n. 12. - Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 14 dicembre 2018, n. 135, recante disposizioni urgenti in materia di sostegno e semplificazione per le imprese e per la pubblica amministrazione. <https://www.gazzettaufficiale.it/eli/id/2019/02/12/19G00017/sg>

¹⁰⁸ RUIZ RODRIGUEZ, R.; *Op. Cit.*, p.12.

el elemento de conexión que elige el art 4.1.g) del RRI es el lugar de la celebración de la subasta, difícil de aplicar en este contexto¹⁰⁹. Así como otros, no presentan ningún problema, como el elemento de conexión del art 4.1.c) “el contrato que tenga por objeto un derecho real inmobiliario o el arrendamiento de un bien inmueble se regirá por la ley del país donde esté sito el bien inmueble”. Sin perjuicio de que en virtud del artículo 4.3 RR 1 se establezca que dicho contrato guarda una relación más estrecha con otro país y por tanto se le aplicará la ley de este.

Por otro lado, en caso de que no se pueda aplicar ninguno de los preceptos anteriores, o cuando le sean aplicables más de un subapartado del artículo 1 RRI, el artículo 4.2 RRI vuelve a establecer el elemento de conexión en la residencia habitual de la parte que deba realizar la prestación característica del contrato. Que conforme al considerando diecinueve (19) del RRI, la prestación característica, deberá de determinarse en función de su centro de gravedad, es decir en centro de gravedad del contrato¹¹⁰. Sin perjuicio de nuevo, del ya mencionado 4.3 RRI.

Seguidamente, en caso de que el contrato presenta vínculos más estrechos con otro país, que el indicado por lo anteriores apartados analizados, se aplicará la ley de este estado, según el artículo 4.3 RR1, que resulta ser el mismo elemento de conexión, el de los vínculos más estrechos, en el caso de que no se pueda aplicar ni el apartado 1 o 2, ya sea por que varias partes del contrato con diferentes residencias habituales, realizan la prestación principal... Cabra aplicar la cláusula residual del artículo 4.4 RRI.

El criterio de los vínculos más estrechos, es aplicado por los tribunales de la siguiente manera; Primero, deben realizar una evaluación global de todos los factores objetivos que caracterizan

¹⁰⁹ Algunos autores sostienen que en estos casos, debería aplicarse la norma de conflicto que se ajustase al objeto del contrato. En caso de que se trate de una venta de mercancías a través de una subasta online, se aplicará el artículo 4.1.a) del Reglamento Roma I (la ley del país donde el vendedor tenga su residencia habitual). CALVO-CARRASCOSA, A. L. / CARRASCOSA, J.; 2020. *Tratado de Derecho Internacional Privado* (3 tomos), 1º ed, Tomo III, Tirant Lo Blanch, Valencia, p. 2968.

¹¹⁰ Tampoco cuando hablemos de una contraprestación de dinero, será esta valorada como la prestación característica, de acuerdo con una consolidada jurisprudencia al respecto. MAGNUS, U. / MANKOWSKI, P.; 2007, *Brussels I Regulation (European Commentaries on Private International Law)*. Sellier European Law Publishers. p. 132.

En relación a lo expuesto, la naturaleza descentralizada y autónoma de la cadena de bloques obstaculiza sobremanera la aplicación de este criterio. Además, la intencionalidad intrínseca de la tecnología blockchain y su elevado número de conexiones con Estados extranjeros dificulta la individualización de aquellos elementos con potencial localizador fuerte. En este sentido, elementos inherentes al uso de la cadena de bloques como, por ejemplo, la ubicación de los nodos, deben ser descartados como criterio para la determinación de la ley aplicable, dado lo arbitrario de la cuestión y su naturaleza cambiante. RUIZ RODRIGUEZ, R.; *Op. Cit.*, p.14.

la relación contractual y seguidamente, determinar cual de esos factores objetivos es el más significativo¹¹¹. En el escenario de los Contratos Inteligentes, difícil aplicación pueden tener estos dos artículos debido a la inmensa cantidad de conexiones con otros países que puede llegar a tener un contrato inteligente celebrado en *Blockchain* teniendo en cuenta la dificultad de determinar cual de esas conexiones es la más estrecha¹¹².

Al igual que el RBI bis, el RRI contempla una serie de cláusulas especiales para los casos en los que el contrato se haya celebrado entre una parte “débil” y otra que se considera más fuerte, las llamadas cláusulas de protección, recogidas en los artículos 5 a 8 RRI.

2.1 Ley favorable a la parte más débil de la relación

Hasta ahora hemos analizado, tanto la elección de ley aplicable artículo 3 RRI como la falta de la misma artículo 4 RRI, comprobando que las herramientas proporcionadas por el RRI son suficientes para dar cobertura a este fenómeno. Pero cabe mencionar que en el caso de que se trate de un contrato inteligente celebrado entre una parte débil (sean estos un contrato de transporte, de consumo, de seguro o de trabajo), acudiremos a los artículos 5-8 del RRI, que permiten la elección de la ley más favorable o en su defecto, ley de la residencia habitual de la parte más débil (cuya limitación ha sido previamente analizada en párrafos anteriores).

Finalmente, en este ámbito, ciertas autoras¹¹³ señalan la aplicación de la *lex fori*, osea, la ley del tribunal que se declara competente, como una solución adecuada para la fijación de esta cuestión, debido a que se trata de un criterio independiente de cualquier elemento territorial que involucre al contrato¹¹⁴. Es posible localizar un contrato inteligente en un sistema jurídico estatal determinado, gracias a que el RRI utiliza factores de conexión como el de la elección de ley aplicable o el de residencia habitual en vez de el lugar de celebración o de ejecución del contrato¹¹⁵.

¹¹¹Sentencia del Tribunal de Justicia de la Unión Europea, de 23 de octubre de 2014, asunto C-305/13, Haeger & Schmidt GmbH https://www.stradalex.eu/en/se_src_publ_jur_eur_c_just/document/cjeu2014_C-305_13_57 (consultado el 6 de abril 2023).

¹¹² RÜHL G.; *Op.Cit.*, p. 14.

¹¹³ LÓPEZ RODRÍGUEZ, A. M.; *Op.Cit.*, pp. 446- 453.

¹¹⁴ RUIZ RODRIGUEZ, R.; *Op. Cit.*, p. 15.

¹¹⁵ LÓPEZ RODRÍGUEZ, A. M.; *Op.Cit.*, p. 447.

VI. LA LEX CRYPTOGRAPHY

Como podemos ver, ese control legal que adelantábamos, no es más que un control judicial legal *ex post* del contrato y una vez han surgido controversias al respecto, pero no *ex ante*. Es decir, el sistema de *Blockchain* posee suficientes herramientas y ningún control para poder ejecutar el contrato inteligente que se ha realizado¹¹⁶, ya que no entra a analizar los elementos básicos del mismo, por ejemplo la capacidad de los contratante, pongámonos en la venta a un menor de alcohol mediante un contrato inteligente¹¹⁷.

Lo que nos lleva a preguntarnos, ¿qué es lo que rige el *Smart Contract* mientras no surgen controversias entre las partes? Aquí, hay parte de la doctrina¹¹⁸ que defiende la primacía de la *Lex Cryptography*, estaríamos ante lo que algunos autores denominan “code is law” o el código es ley, que hemos ido adelantando en párrafos anteriores. Definida como el conjunto de normas que operan a través de contratos inteligentes autoejecutables y organizaciones autónomas descentralizadas. Se trataría de una especie de gobernanza algorítmica: un nuevo sistema normativo capaz de regular la sociedad de manera eficiente, que reduce los costes de la aplicación de la ley y permite un sistema de normas personalizado para cada ciudadano, donde las reglas se revisan constantemente en función de las preferencias y perfiles correspondientes¹¹⁹. Lo podríamos equiparar a la *lex mercatoria*, debido a que se basa en la autorregulación¹²⁰.

Se trataría de normas administradas por contratos inteligentes autoejecutables y organizaciones descentralizadas. La finalidad que persiguen los defensores de este cuerpo normativo, es la de

¹¹⁶ En los *Smart Contracts*, las reglas y condiciones son analizadas por el código de software. DELGADO DE MOLINA RIUS, A. / GARCÍA GIL, V. J.; *Op. Cit.*, p. 6.

¹¹⁷ RASKIN, M.; 2017, “The Law and Legality of Smart Contracts”, *Tech Rev.* 305. pp. 317- 333.

¹¹⁸ WRIGHT A. / DE FILIPPI, P.; *Op.Cit.*, p. 30.

¹¹⁹ WRIGHT A. / DE FILIPPI, P.; *Op. Cit.*, p. 4.

¹²⁰ “Pero con las evidentes diferencias como por ejemplo la sujeción de las decisiones arbitrales y, en última instancia, al escrutinio de jueces y tribunales de la *Lex Mercatoria*, al contrario de los contratos inteligentes los cuales pueden ejecutarse sin necesidad de acudir a dichos órganos soberanos... La *lex mercatoria* se trata de un código de normas creado por los agente del tráfico para regular las necesidades del comercio internacional, que desprende opiniones entre la doctrina como la siguiente: No son fruto de la producción legislativa de un parlamento, ni están recogidas en un convenio internacional... Se ha incidido en que se trata de las normas de un club privado y que, en consecuencia, carecen de legitimidad democrática y de fuerza vinculante, al no contar con un aparato coercitivo que garantice su cumplimiento” LÓPEZ RODRÍGUEZ, A. M.; *Op.Cit.*, p. 448- 450.

sustituir el sistema judicial hasta ahora conocido¹²¹ y que se convirtiera en una especie de jurisdicción digital con sus propias normas (estatutos y regulaciones) y con sus propios sistemas de resolución de conflictos (existen plataformas como *Legalese*¹²² o *The Aragon Network*¹²³ que llevan a cabo este tipo de operaciones)¹²⁴ completamente independientes del sistema actual. Que existan los medios para que se pueda llevar a cabo, gracias a la tecnología descentralizada, no significa que vaya a pasar y la verdad es que plantearlo como un sustituto al sistema judicial es un poco precipitado todavía.

Aunque la *Lex Cryptography* de operar, seguiría sin dar respuesta a la responsabilidad extracontractual -en el hipotético caso de que rigiese el contrato-, así sigue sin dar respuesta a controversias no previstas en el código como errores en el sistema o en la programación, la validez de los contratos o hackeos. Es decir, esta *Lex Cryptography* no contemplaría la responsabilidad extracontractual, por lo que tendríamos que seguir acudiendo al sistema judicial convencional para poder dar una respuesta de haberla¹²⁵.

Hay ciertos autores, que aportan un enfoque más unificador, como por ejemplo la posibilidad de integrar principios del derecho contractual en el código, creando una ontología de conceptos jurídicos comunes y publicando el código asociado en una biblioteca de código abierto¹²⁶. A pesar de las dificultades que esto presenta como por ejemplo la consideración de cuestiones subjetivas que necesitan la intervención de un ser humano (por ejemplo determinar la capacidad de una persona con cierta incapacidad).

Digamos que esta es la eterna dicotomía, entre los usos y costumbres de un sector y su autorregulación (comparándolo en este caso con la *Lex mercatoria*) y por otro lado, la tutela del estado ejerciendo su potestad legislativa, en especial de cara a proporcionar una seguridad jurídica y cierta protección a aquellas partes más débiles, como pueden ser menores de edad o consumidores, etc.

¹²¹ Evitar el poder coercitivo del estado que trata de preservar el orden social coartando las libertades personales. WRIGHT A. / DE FILIPPI, P.; *Op.Cit.*; pp. 48-50.

¹²² <https://aragon.org/> (consultado el 13 de abril de 2023).

¹²³ <https://kleros.io/> (consultado el 13 de abril de 2023).

¹²⁴ LÓPEZ RODRÍGUEZ, A. M.; *Op.Cit.*, p. 450.

¹²⁵ Reglamento (UE), 864/2007, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 11 de julio de 2007 relativo a la ley aplicable a las obligaciones extracontractuales («Roma II»).

¹²⁶ DELGADO DE MOLINA RIUS, A. / GARCÍA GIL, V. J.; *Op.Cit.*, p. 16.

A pesar de lo expuesto, todavía no existe tal autorregulación y la verdad es que todo lo planteado hasta ahora es hipotético; por el contrario, la Unión Europea se ha puesto manos a la obra, realizando una regulación en forma de Reglamento, aprobado el 20 de abril de este año y que entrará en vigor en julio de 2024¹²⁷. Por otra parte, ya existe desde el 2015 una directiva¹²⁸ que recoge una definición para las criptomonedas que será la misma definición que de el ordenamiento español.

El Reglamento MICA (Markets In Crypto-Assets)¹²⁹ pretende aportar luz a las cuestiones planteadas por la irrupción de *Blockchain* sobre todo respecto a las Criptomonedas. Tanto en la propuesta presentada en el 24 de septiembre de 2020 como en el Reglamento aprobado finalmente, podemos ver ciertas carencias. La primera es que el Reglamento no engloba todos los cripto activos, no se aplicará a los cripto activos que se consideran instrumentos financieros, ni a los emitidos por bancos centrales que actúen en su calidad de autoridad monetaria o por otras autoridades públicas (artículo 2.2 y 3). La segunda, es que el Reglamento se refiere sólo a ciertos tipos de cripto activos¹³⁰. Lo que supone que el Reglamento no se aplicará a *Ethereum* (principal emisor de *Smart Contracts*), por lo que, sin querer de nuevo vincular una Criptomoneda en concreto ni ninguna en general a los *Smart Contracts*, el hecho de no regular la principal emisora de *Smart Contracts* de cierta manera es no regular los *Smart Contracts* (ya que al ser la *Blockchain* que más *Smart Contracts* genera, será de la que más controversias se generen).

¹²⁷GONZÁLEZ, G.; Criptonoticias, 2023, *Parlamento Europeo aprueba Ley Mica para regular exchanges de Bitcoin*. <https://www.criptonoticias.com/regulacion/parlamento-europeo-aprueba-ley-mica-regular-exchanges-bitcoin/>

¹²⁸ Directiva (UE) 2015/849, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 20 de mayo de 2015, relativa a la prevención de la utilización del sistema financiero para el blanqueo de capitales o la financiación del terrorismo en la redacción conferida por la Directiva (UE) 2018/843, de 30 de mayo de 2018.

¹²⁹ “La presente propuesta busca ofrecer seguridad jurídica en relación con los cripto activos no contemplados por la legislación vigente de la UE en materia de servicios financieros y establecer normas uniformes para los emisores de cripto activos y los proveedores de servicios de cripto activos al nivel de la UE. El Reglamento propuesto sustituirá a los marcos nacionales en vigor que se aplican a los cripto activos no contemplados por la legislación vigente de la UE en materia de servicios financieros, además de establecer normas específicas en relación con las denominadas «criptomonedas estables», incluidas las que se consideren dinero electrónico”. Propuesta de Reglamento (UE) 2020/0265, del parlamento europeo y del consejo relativo a los mercados de cripto activos y por el que se modifica la Directiva (UE) 2019/1937. DOUE I, nº 306, de 24 de septiembre de 2020.

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/HTML/?uri=CELEX:52020PC0593> (Consultado el 27 de abril de 2023).

¹³⁰ VALPUESTA GASTAMINZA, E. M.; *Op.Cit.*, pp. 51-52.

En cuanto a lo que nos concierne, la postura de España no es que sea muy transgresora. Tenemos una circular, 1/2022 de 10 de enero de la Comisión Nacional del Mercado de Valores, relativa a la publicidad sobre cripto activos presentado como objeto de inversión¹³¹ y el Real Decreto 7/2021¹³² de transposición de las directivas mencionadas en el párrafo anterior, que añade en la Ley 10/2010 de prevención de blanqueo de capitales, en su artículo 1.6 una definición¹³³ de qué se entiende por compraventa de moneda virtual (Criptomoneda), más allá de eso, no tenemos una regulación a la que sujetarnos, a parte de la sentencia del 2020 del Tribunal Supremo que determinó que *Bitcoin* (un cripto activo) no tenía consideración legal de dinero (citada anteriormente) aunque sí que se considera que constituye elemento con valor económico y como ejemplo, en el ámbito societario se permite la aportación de *Bitcoin* como aportación no dineraria para la constitución de una sociedad limitada¹³⁴.

Sin embargo, estas regulaciones tienen como objetivo regular las Criptomonedas y criptoactivos, sin contemplar los *Smart Contracts*, tanto los que intercambian Criptomonedas como los que la utilizan como moneda de cambio para servicios o cualquier otro tipo de transacción. Y es esta regulación la que parece bastante más lejana, por lo que veremos cómo reaccionan los tribunales y los legisladores cuando empiecen a surgir controversias respecto a los *Smart Contracts*.

De momento, sin alusiones directas a los *Smart Contracts*, podemos acudir a la Ley 34/2002 de Servicios de la Sociedad de la Información y del Comercio Electrónico¹³⁵ (LSSI-CE) establece que los contratos electrónicos son plenamente válidos y eficaces siempre que se

¹³¹ para saber más, consultar; PARDO PRADO, S.; 2022. “Problemática jurídica de blockchain: Circular 1/2022, reglamento Mica, derechos ARCO, derecho al olvido y consumidores”, *Revista de Derecho Vlex*, nº 212, pp. 6-9.

¹³² De transposición de directivas de la Unión Europea en las materias de competencia, prevención del blanqueo de capitales, entidades de crédito, telecomunicaciones, medidas tributarias, prevención y reparación de daños medioambientales, desplazamiento de trabajadores en la prestación de servicios transnacionales y defensa de los consumidores. («BOE» núm. 101, de 28 de abril de 2021).

¹³³ “Se entenderá por cambio de moneda virtual por moneda fiduciaria la compra y venta de monedas virtuales mediante la entrega o recepción de euros o cualquier otra moneda extranjera de curso legal o dinero electrónico aceptado como medio de pago en el país en el que haya sido emitido” Artículo 1.6 de la ley 10/2010, de 28 de abril, de prevención del blanqueo de capitales y de la financiación del terrorismo.

¹³⁴ VALPUESTA GASTAMINZA, E. M.; *Op.Cit.*, p. 55. Para más información, SANCHEZ, B.; Lagaltoday, 2017, *La aportación de criptomonedas al capital social*. <https://www.lagaltoday.com/practica-juridica/derecho-civil/nuevas-tecnologias-civil/la-aportacion-de-criptomonedas-al-capital-social-2017-10-09/> (consultado el 27 de abril de 2023).

¹³⁵ («BOE» núm. 166, de 12 de julio de 2002).

cumplan con los requisitos legales necesarios, como el consentimiento informado de las partes y la identificación del proveedor de servicios.

VII. CONCLUSIONES

1. Los *Smart Contracts* presentan un reto para el derecho en general y más concretamente para el Derecho Internacional Privado por su carácter global y descentralizado.
2. Tanto el Reglamento Roma I como el Bruselas I bis, dan luz a las cuestiones planteadas respecto a las obligaciones contractuales, sin resolver todavía las cuestiones respecto a la denominada responsabilidad extracontractual, que quizá podrán ser dilucidadas por otros Reglamentos .
3. A la hora de abordar el fenómeno de los contratos inteligentes dentro de *Blockchain*, me he dado cuenta que lejos de presentar un gran reto para el derecho internacional privado, respecto a las materias examinadas, ha sido sencillo adecuarlos a la estructura legal configurada, debido a la posible aplicación de los Reglamentos examinados para poder determinar la jurisdicción competente y la ley aplicable a este tipo de contratos. Sin perjuicio de los retos que pueda presentar a la hora de establecer los elementos de conexión, por el anonimato que una red pública en *Blockchain* puede tener, con su posible solución como la firma electrónica o el rastreo de la dirección.
4. Sin perjuicio de lo anterior, no cabe duda de que siempre la opción más segura, sencilla y rápida (característica propia de los contratos inteligentes), es la elección de foro, tanto para determinar la jurisdicción competente como para la ley aplicable.
5. A pesar de lo resolutivo que puede llegar a ser el Derecho Internacional Privado actual, para poder proporcionar mayor seguridad jurídica, convendría regular elementos de conexión específicos para este tipo de contratos, para aquellos casos en los que nos encontrásemos con un vacío legal (como por ejemplo el anonimato de las partes del contrato).
6. Respecto a la *Lex Cryptography*, hay autores que ven el surgimiento de los *Smart contracts* dentro de *Blockchain* como un fenómeno a parte del control de un sistema normativo, y de hay la existencia de un cuerpo normativo independiente llamado *Lex*

Cryptography, al margen del poder coercitivo de cualquier estado. La verdad es que parece más acertado pensar que los estados acabarán regulando de cierta forma este sistema contractual, sin perjuicio de las complejidades más que evidentes que presenta, principalmente el carácter global y descentralizado. Veremos de qué forma se desarrolla esto en la práctica.

7. A pesar de todo, estamos al principio de lo que posiblemente veremos en unos años, por ello es recomendable que instituciones como la Unión Europea se pongan manos a la obra para llevar a cabo una regulación de este tipo de contratos y no solo de Criptomonedas aunque estén directamente interrelacionadas. Hablé de la Unión Europea ya que se trata de un fenómeno que excede los límites de un estado y cuanto más armonizada este la regulación entre los estados, más efectiva será la misma.

BIBLIOGRAFÍA

- ÁLVAREZ ROJAS, L. R.; 2018, Análisis de la tecnología blockchain, su entorno y su impacto en modelos de negocios. Universidad técnica federal santa maría escuela de negocios departamento de ingeniería comercial mba, magíster en gestión empresarial.
- ARRUÑADA, B.; 2015, Limitaciones de Blockchain en contratos y propiedad. Revista Crítica de Derecho Inmobiliario, N° 769.
- BALLABRIGA SOLANAS, M.T. 2018, *Régimen Jurídico y problemática de los contratos inteligentes (Smart Contrast)*, TFG, Hernández Sáinz, E. (Dir.), Facultad de Derecho (Universidad de Zaragoza).
- CICCAGLIA, M.; 2019; “Blockchain y smart contracts entre la normativa europea y el código civil español”, *Revista Aranzadi de Derecho y Nuevas tecnologías*, nº. 51.
- CALVO-CARRASCOSA, A. L. / CARRASCOSA, J; 2020, *Tratado de Derecho Internacional Privado (3 tomos)*, 1º ed, Tomo III, Tirant Lo Blanch, Valencia.
- CORRALES M. / FENWICK M. / HAAPIO H.; 2019, *Legal Tech, Smart Contracts and Blockchain (Perspectives in Law, Business and Innovation)*, Springer.

- DELGADO DE MOLINA RIUS, A. / GARCÍA GIL, V. J.; 2021, “Smart contract: bases conceptuales y taxonomía. Una aproximación a su análisis en términos de costes de transacción”, *La Ley*, nº 9456.
- DÍEZ-PICAZO Y PONCE LEÓN, L.; 2009, *Fundamentos de Derecho civil patrimonial*, vol.I, Sexta, Thomson-Civitas.
- DOMINGUEZ PADILLA, C.; 2022, “La revolución Blockchain y los Smart Contracts en el marco europeo”, *Revista Actualidad Jurídica Iberoamericana*, nº 16.
- ECHEVARRÍA SAENZ, M.; 2017, “Contratos electrónicos autoejecutables (Smart contracts) y pagos con tecnología Blockchain”, *Revista de estudios europeos*, nº 70.
- FELIU REY, J.; 2018, “Smart Contracts: Concepto, ecosistema y principales cuestiones de Derecho privado”, *La Ley Mercantil*, nº 47.
- GARCIA RUBIO. L.F.; 2020, *Contratos inteligentes en blockchain. Una propuesta de lege data para el derecho privado colombiano en materia contractual*. Facultad de los Andes, Anuario de Derecho Privado.
- GARRIGA SUAUA, G.; 2021, “Blockchain-based smart contracts: A systematic literature review”, *Telematics and Informatics*, vol. 60.
- GONZÁLEZ-MENESES, M.; 2020, “Smart Contracts ¿Hacia una economía sin derecho contractual?”, *Aranzadi Digital*, nº1.
- GUILLAUME, F.; 2019, *Blockchains, smart contracts, decentralised autonomous organizations and the law*. Edward Elgar Publishing Limited.
- HERNÁNDEZ DÍAZ, J. L.; 2018, “Decodificando el smart-contract: naturaleza jurídica y problemas de uso”, *Revista Estudiantil de Derecho Privado. Universidad Externado de Colombia*.
- IBÁÑEZ, J.; 2018, “Cuestiones jurídicas en torno a la cadena de bloques (Blockchain) y a los contratos inteligentes (Smart Contracts)”, *Icade, Revista de la Facultad de Derecho*. nº 101.

- LÓPEZ RODRÍGUEZ, A. M.; 2021, “Ley aplicable a los Smart Contracts y Lex Cryptographia”, *Cuadernos de Derecho Transaccional*, nº 1.
- MAGNUS, U. / MANKOWSKI, P. ; 2007, *Brussels I Regulation (European Commentaries on Private International Law)*. Sellier European Law Publishers.
- NAKAMOTO, S.; 2009, *Bitcoin: A Peer-to-peer Electronic Cash System*.
- ORTEGA DÍAZ, J. F.; 2010, *Contratación, notarios y firma electrónica*. Editorial Temis.
- ORTEGA GIMÉNEZ, A.; 2022, *Smart Contracts and private international law*. Thomson Reuters Aranzadi.
- PARDO PRADO, S.; 2022, “Problemática jurídica de blockchain: Circular 1/2022, reglamento Mica, derechos ARCO, derecho al olvido y consumidores”, *Revista de Derecho Vlex*, nº 212.
- PEREA PEREA, A.L / RENGIFO CASTILLO C.A; 2022, *Smart Contracts y la tecnología Blockchain: Riesgos jurídicos frente al derecho contractual colombiano*, Universidad Cooperativa de Colombia.
- RASKIN, M.; 2017, “The Law and Legality of Smart Contracts”, *Tech Rev.* 305.
- RIGHT A. / DE FILIPPI, P.; 2018, “The Blockchain of things”, *Slate Magazine*.
- RIOS LOPEZ, Y.; 2019, “La tutela del consumidor en la “contratación inteligente”. Los “smart contracts” y la “blockchain” como paradigma de la Cuarta Revolución industrial. *Revista Vlex*, nº 9.
- ROMERO UGARTE, J.L.; 2018, “Tecnología de Registros Distribuidos (DLT): Una introducción”, *Boletín económico 4 Banco de España*.
- RÜHL G.; 2020, *Smart (legal) contracts, or : which (contract) law for smart contracts*, Springer.
- RUIZ RODRIGUEZ, R.; 2022, “Blockchain y Derecho internacional privado”, *Revista electrónica de estudios internacionales*, nº 43.

- SERRA RODRIGUEZ, A.; 2021, “Los Smart Contracts en el mercado financiero digital”, *Revista de Derecho del sistema Financiero*, nº 2.
- STARK J.; 2015, “Making a sense of Blockchain Smart Contracts”, Coindesk.
- SZABO, N.; 1994, “Smart Contracts: Building Blocks of Digital Market”, *Extropy*, nº 6.
- TUR FAÚNDEZ, C.; 2018, *Smart Contracts, análisis jurídico*, Editorial Reus.
- TUR FAÚNDEZ, C.; 2019, *Legal Tech, la transformación digital de la abogacía*. Edición nº 1, LA LEY.
- VALPUESTA GASTAMINZA, E. M.; 2021. *Tratado de Derecho digital, Digitalización de actividades y contratos*. La Ley 10314.
- WRIGHT A. / DE FILIPPI, P.; 2015, Decentralized Blockchain technology and the rise of Lex Cryptographia.

NORMATIVA

- Reglamento (UE), 864/2007, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 11 de julio de 2007 relativo a la ley aplicable a las obligaciones extracontractuales (Roma II).
- Reglamento (UE), 593/2008, del Parlamento Europeo y del Consejo de 17 de junio de 2008 sobre la ley aplicable a las obligaciones contractuales (Roma I).
- Reglamento (UE), 1215/2012, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 12 de diciembre de 2012 relativo a la competencia judicial, el reconocimiento y la ejecución de resoluciones judiciales en materia civil y mercantil.
- Reglamento (UE) 2016/679, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 27 de abril de 2016, Relativo a la protección de las personas físicas en lo que respecta al tratamiento de datos personales y a la libre circulación de estos datos y por el que se deroga la Directiva 95/46/CE (Reglamento general de protección de datos).

- Directiva (UE), 2015/849, de mayo de 2015, del Parlamento Europeo y del Consejo, relativa a la prevención de la utilización del sistema financiero para el blanqueo de capitales o la financiación del terrorismo en la redacción conferida por la Directiva (UE) 2018/843, de 30 de mayo de 2018.
- Directiva (UE), 2018/843, del parlamento europeo y del consejo de 30 de mayo de 2018 por la que se modifica la Directiva (UE) 2015/849 relativa a la prevención de la utilización del sistema financiero para el blanqueo de capitales o la financiación del terrorismo, y por la que se modifican las Directivas 2009/138/CE y 2013/36/UE. Modificación del artículo 3 de la Directiva (UE) 2015/849.
- Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre de 2018, de protección de datos personales y garantía de los derechos digitales («BOE» núm. 294, de 6 de diciembre de 2018).
- Ley 34/2002, de 11 de julio, de Servicios de la Sociedad de la Información y del Comercio Electrónico («BOE» núm. 166, de 12 de julio de 2002).
- Real Decreto 7/2021 de 27 de abril, de transposición de directivas de la Unión Europea en las materias de competencia, prevención del blanqueo de capitales, entidades de crédito, telecomunicaciones, medidas tributarias, prevención y reparación de daños medioambientales, desplazamiento de trabajadores en la prestación de servicios transnacionales y defensa de los consumidores («BOE» núm. 101, de 28 de abril de 2021).

JURISPRUDENCIA

- Sentencia del Tribunal de Justicia de la Unión Europea 22 de marzo de 1983. Martin Peters Bauunternehmung GmbH contra Zuid Nederlandse Aannemers Vereniging. Petición de decisión prejudicial: Hoge Raad - Países Bajos. Convenio de Bruselas de 27 de septiembre de 1968, inicio y número 1 del artículo 5. Asunto 34/82.
- Sentencia del Tribunal de Justicia de 23 de octubre de 2014. Haeger & Schmidt GmbH/Mutuelles du Mans assurances IARD (MMA IARD), Jacques Lorio, Dominique Miquel, en calidad de administrador concursal de Safram intercontinental SARL, Ace Insurance SA NV, Va Tech JST SA, Axa Corporate Solutions SA. Asunto C-305/13.

- Sentencia del Tribunal de Justicia de la Unión Europea de 7 de marzo de 2018. Asuntos acumulados C-274/16, C-447/16 y C-448/16 (flightright GmbH/Air Nostrum, Líneas Aéreas del Mediterráneo, S.A. Roland Becker/Hainan Airlines Co. Ltd Mohamed Barkan, Souad Asbai, Assia Barkan, Zakaria Barkan, Nousaiba Barkan/Air Nostrum, Líneas Aéreas del Mediterráneo, S.A.)
- Sentencia del Tribunal Supremo de 20 de junio, 326/2019.

LINKS

- BLÁZQUEZ, S.; Blockchain economía, 2020, *Aragón es pionera mundial en contratación pública blockchain*. <https://www.blockchaineconomia.es/aragon-es-pionera-mundial-en-contratacion-publica-blockchain/>
- BRANCOS NUÑEZ, E.; Notario del Siglo XXI, 2017, *Blockchain, función notarial y registro*. <https://www.elnotario.es/hemeroteca/revista-71/7325-blockchain-funcion-notarial-y-registro>
- ESCOBAR DOMEIRO, D.; Criptonoticias, 2017, *Gobierno japonés reinventará su registro de propiedades con blockchain*. <https://www.criptonoticias.com/aplicaciones/gobierno-japones-reinventara-registro-propiedades-blockchain/>
- CLEMENTIN, F.; Criptonoticias, 2023, *Contratos inteligentes en Ethereum crecieron un 300% en 2022, revela informe*. <https://www.criptonoticias.com/tecnologia/contratos-inteligentes-ethereum-crecieron-2022-revela-informe/>
- SÁNCHEZ, A.; El País, 2022, *Las criptomonedas movieron unos 60.000 millones de euros en España el año pasado*. <https://elpais.com/economia/2022-04-26/las-criptomonedas-movieron-unos-60000-millones-de-euros-en-espana-el-ano-pasado.html>
- KRIPTOMAT.; *Una breve historia de la tecnología blockchain que todo el mundo debería leer*. <https://kriptomat.io/es/blockchain/historia-de-blockchain/>
- DOCUSIGN.; *¿Qué es un hash y por qué es tan importante para la seguridad digital?* <https://www.docuSign.mx/blog/hash>

- BBVA.; 2021, *¿Qué diferencias hay entre un 'token' y una criptomoneda?*
<https://www.bbva.com/es/que-diferencias-hay-entre-un-token-y-una-criptomoneda/>
- KAAPOR, A.; Blockchain council, 2021, *Blockchain Publico vs. Privado: Una comparación exhaustiva.* <https://www.blockchain-council.org/blockchain/blockchain-publico-vs-privado-una-comparacion-exhaustiva/> (
- MECRATONICALATAM.; 2021, Algebra booleana.
<https://www.mecatronicalatam.com/es/tutoriales/teoria/algebra-booleana/>
- SCHILLER, K.; Blockchainwelt, 2022, *Was sind Smart Contracts?*
<https://blockchainwelt.de/smart-contracts-vertrag-blockchain/>
- SANCHEZ, B.; Lagaltoday, 2017, *La aportación de criptomonedas al capital social.*
<https://www.legaltoday.com/practica-juridica/derecho-civil/nuevas-tecnologias-civil/la-aportacion-de-criptomonedas-al-capital-social-2017-10-09/>