

Trabajo Fin de Grado

Título: smart contracts: Análisis de la contratación inteligente

Grado en Derecho

Facultad de Derecho

Universidad de Zaragoza

AUTOR: Andrés Daniel Bueno Aranda

TUTOR: Carlos Martínez de Aguirre

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN.....	4
1. PRESENTACIÓN DEL TEMA.....	4
2. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO.....	5
3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	5
II. FUNDAMENTOS DE LA BLOCKCHAIN Y LOS SMART CONTRACTS.....	6
1. INTRODUCCIÓN A LOS SMART CONTRACTS: CARACTERÍSTICAS Y FUNCIONAMIENTO BÁSICO.....	6
2. DEFINICIÓN Y FUNCIONAMIENTO BÁSICO DE LA TECNOLOGÍA BLOCKCHAIN.....	9
3. CICLO DE VIDA DE UN SMART CONTRACT.....	13
III. EVALUACIÓN DE LOS SMARTS CONTRACTS: ESTUDIO DE SUS VENTAJAS, APLICACIONES Y LIMITACIONES.....	16
1. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL USO DE LOS SMART CONTRACTS EN LA ACTUALIDAD.....	16
2. ESTUDIO DE CASOS DE ÉXITO Y EJEMPLOS DE APLICACIONES DE SMARTS CONTRACTS EN DIVERSOS SECTORES.....	24
3. CASOS DE INEFICACIA DE LOS SMARTS CONTRACTS...	28
IV. ASPECTOS LEGALES, REGULATORIOS Y ÉTICOS Y SU PROYECCIÓN A FUTURO.....	30
1. ANÁLISIS DE LAS REGULACIONES Y MARCOS LEGALES SOBRE LOS SMARTS CONTRACTS EN DIFERENTES JURISDICCIONES	30
2. PROYECCIONES SOBRE EL FUTURO DE LOS SMARTS CONTRACTS Y SU INTEGRACIÓN CON TECNOLOGÍAS EMERGENTES COMO LA IA.....	32

VI. CONCLUSIONES.....	37
1. RECAPITULACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN LLEVADA A CABO Y LAS CUESTIONES PRINCIPALES.....	37
2. REFLEXIÓN DE LOS SMARTS CONTRACTS EN LA ACTUALIDAD Y SU PROYECCIÓN A FUTURO.....	38
VII. ANEXO ÚNICO.....	39
VII. BIBLIOGRAFÍA.....	39

I. INTRODUCCIÓN

1.- PRESENTACIÓN DEL TEMA

La historia está marcada por la innovación y los avances tecnológicos. Desde la fabricación de las primeras herramientas, el fuego, la agricultura, pasando por la rueda, más tarde la invención de la escritura, la metalurgia, el papel, la pólvora, la máquina de vapor, la imprenta, la electricidad, la televisión, internet, los *smartphones*... hasta nuestros días.

Como se ha demostrado durante toda la historia de la humanidad, la creación y el desarrollo de cada uno de los hitos mencionados, así como de todos aquellos que consiguieron mejorar y facilitar nuestras vidas, son la piedra angular que va a marcar, desde ese preciso momento, tanto el florecimiento de las civilizaciones, como su crecimiento y su riqueza.

Así, la innovación y desarrollo son dos elementos vivos y dinámicos, que van a ir dotándonos de nuevos métodos con los que poder tener acceso a nuevas formas de confeccionar nuestro día a día.

Y de este *tsunami* de innovación, desde luego, no se salva el Derecho. El Derecho y las reglas siempre han estado ahí en cierto modo, desde las primeras civilizaciones donde ya había normas universales que se entendían como inquebrantables. Hubo muy importantes avances durante la época romana que marcan aún nuestra forma de entender el Derecho. Y sobre todo, en las últimas décadas, la hiperregulación hace que este campo cada vez tenga más peso en nuestras vidas.

Tenemos por tanto, un avance incontrolable de la tecnología, con una época de regulación en la que es inevitable que ambas materias entren en contacto.

Se nos presenta entonces, un amplísimo campo sujeto a muchas potenciales fluctuaciones y cambios donde ya se están produciendo desafíos regulatorios, y es que, si una cosa es cierta, es que el Derecho siempre va un paso por detrás de la tecnología, en parte porque el Derecho es el que tiene que adaptarse a los nuevos paradigmas que vayan surgiendo durante las próximas décadas.

Y, evidentemente, una parte muy importante de ese nuevo paradigma y que de seguro va a marcar el futuro a corto y medio plazo, o incluso, ya lo está haciendo, son la utilización de los contratos automáticos, los *Smarts Contracts* y la Tecnología *Blockchain*.

2.- JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

Como estudiante del grado de Derecho y apasionado en las diversas aplicaciones de las nuevas tecnologías, desde hace tiempo me suscita interés el conocer la ‘blockchain’ como concepto, y saber cómo aplicar esta novedosa tecnología al ámbito del Derecho con la finalidad, ya no solo de entender cómo funciona esta complejísima base de datos en el mundo financiero, que es por lo que, a lo mejor, más se la conoce, sino también y sobre todo, para esclarecer ciertas dudas y el desconocimiento que tengo en este ámbito respecto su aplicación jurídica.

Creo que tal y como se desarrolla el mundo, una tecnología capaz de ser autónoma, descentralizada, y por tanto, fuera del alcance (en principio) de los Estados, y con gran capacidad de verificación y seguridad frente al fraude, tiene un largo y prometedor futuro por delante, y aprender lo posible de la misma me va a servir como alternativa a otras formas de realizar negocios jurídicos, quizá dentro de unos años, no tan eficientes.

3.- OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

El propósito angular y en torno al que va a girar mi investigación es abordar los *Smart Contracts*, sus ventajas y desventajas, aplicaciones, sus diversos lenguajes, la proyección futura de estos, aspectos éticos de su aplicación automática, los marcos legales existentes ya en nuestros días y las perspectivas de responsabilidad legal en disputas que surjan.

Con mi investigación y mi trabajo pretendo, en primer lugar, conocer yo mismo esta forma de contratación y su funcionalidad, y en segundo lugar, que el lector de mi investigación, con unos conocimientos nulos en esta materia, pueda comprender y abrirse camino, al menos, en unos primeros pasos, sobre lo que son los *Smart Contracts* y sus aplicaciones al Derecho Privado.

Es por ello, que partiremos de conceptos básicos en este ámbito como, qué es la *blockchain*, y lo haremos de forma sencilla pero concisa, acompañándolos de supuestos prácticos para favorecer su comprensión.

II. FUNDAMENTOS DE LA BLOCKCHAIN Y DE LOS SMART CONTRACTS

1.- INTRODUCCIÓN A LOS SMART CONTRACTS: CARACTERÍSTICAS Y FUNCIONAMIENTO BÁSICO

Empecemos pues, por el principio. Al hablar de ‘*Smart Contracts*’ o contratos inteligentes nos vamos a referir en esta investigación a “aquellos acuerdos productores de efectos jurídicos cuya peculiaridad esencial es que son autoejecutables por estar total o parcialmente recogidos en secuencias de código”¹

El primero en definir este término fue Nick Szabo, quien en 1994 escribió una introducción del concepto², por ello es conocido como ‘*padre de los contratos inteligentes*’. Y ya en 1999 escribió un artículo conocido como “The God Protocol” donde reflexionaba sobre la idea de la creación de un protocolo tecnológico ideal en el que Dios fuera el mediador fiable de todas las operaciones.³

Y este primer concepto o idea que elabora Szabo, con el avance tecnológico y la aparición de las DLTs⁴, y más en concreto con la aparición de *Solidity*⁵ hace que se vislumbre una extensa aplicabilidad de *Smart Contracts* como antes nunca vista.

Sin embargo, y antes de apresurarnos, cabe hacer una diferenciación, pues *Smart Contract* y *Blockchain*, son dos conceptos que tienen una fuerte relación pero que no tienen por qué estar necesariamente unidos entre sí.

¹ LEGEREN-MOLINA, A., Los contratos inteligentes en España, 2018, p 195

² Lo definió como “a set of promises, specified in digital form, including protocols within which the parties perform on these promises.” (WERBACH, K, CORNELL, N, *Contracts ex machina*, 2017, U. Pensilvania, p. 107)

³ TAPSCOTT, D. y TAPSCOTT, A., *Blockchain Revolution*, Deusto, 2017, p.25

⁴ Distributed Ledger Technology, son plataformas de registro distribuido, en las que surgen los contratos *ex machina* como consecuencia de la interacción entre dos partes, y a través del uso de código o lenguaje de programación (...). (SALA CLIMENT, M.T., *Smart legal contracts, el uso de tecnologías emergentes para la automatización de todo o parte del ciclo de vida del contrato*, Dr. Fernando Gómez (dir.), 2022, p. 10)

⁵ *Solidity* is an object-oriented, high-level language for implementing smart contracts. Is a curly-bracket language designed to target the Ethereum Virtual Machine (EVM). ([Soliditylang.org](https://soliditylang.org)). (último acceso, 07/04/2024).

Así, podemos encontrar *Smart Contracts*, que no utilicen la tecnología *Blockchain* y que sigan teniendo naturaleza de *Smart Contracts*, son lo que Legeren llama *Smarts legal Contracts*.⁶

La diferencia por tanto entre aquellos que hacen uso de la mencionada tecnología y los que no, reside en el soporte donde se verifican, dentro o fuera de la cadena de bloques, como en las características o consecuencias que puede producir y que, se derivan de tal ubicación.⁷

Así, para que un *Smart Contract* o un contrato autoejecutable por medio de la secuencia de código se pueda ejecutar de manera autónoma, es preciso que las órdenes que las partes introducen en él tengan una estructura tradicional presupuesto-consecuencia propia de los contratos.⁸

Esta estructura, o las instrucciones que seguirá el *Smart Contract* que estemos analizando seguirán el patrón: “Si esto ocurre, haz eso”⁹, o como lo describe Legeren Molina en un lenguaje algo más programático *if/these/then*.¹⁰

Pero no solo es necesaria esta estructura presupuesto-consecuencia, sino que el carácter automático de la ejecución conlleva que no sea necesaria la intervención del ser humano para obtener como resultado una determinada consecuencia.¹¹

Así, se elude cualquier tipo de intermediario de confianza, dado que es el propio contrato el que contiene las órdenes para resolverse, “El Smart contract jurídicamente relevante es el instrumento creado para la ejecución automática del contrato legal inteligente e intervendrá, normalmente, como un *tercero inexorable* que, de producirse un evento para el que esté programado; podrá recibir fondos de la cuenta de un deudor, podrá retener fondos en su propia cuenta, podrá recibir información sobre cualquier hecho constatable en el mundo exterior y actuar en consecuencia...”¹²

Pero precisamente, el hecho de que no haya un intermediario con capacidad interpretativa que sepa valorar más allá de la literalidad de lo pactado, limita el campo de actuación de los *smart contracts* en tanto en cuanto, estos solo pueden ser aplicables a supuestos que resulten verificables de manera objetiva y automática.

⁶LEGEREN-MOLINA, A., *Los contratos inteligentes en España*, 2018, pp. 196-197

⁷LEGEREN-MOLINA, A., *Los contratos inteligentes en España*, 2018, p.198

⁸SALA CLIMENT, M.T., *Smart legal contracts, el uso de tecnologías emergentes para la automatización de todo o parte del ciclo de vida del contrato*, Dr. Fernando Gómez (dir.), 2022, pp. 285-286

⁹MORELL-RAMOS, J., “*Como crear un Smart Contract mediante términos y condiciones*”, *Términos y Condiciones*, 2016. (último acceso, 21/04/2024)

¹⁰LEGEREN-MOLINA, A., *Los contratos inteligentes en España*, 2018, p.198

¹¹LEGEREN-MOLINA, A., *Los contratos inteligentes en España*, 2018, p.200

¹²TUR FAÚNDEZ, C., *Derecho de las nuevas tecnologías*, Guillermo Cerdeira y Moisés Barrio (dir.) Reus, 2018, p.61

En este sentido Sara Climent afirma que “el smart contract code no puede procesar directamente términos que lleven asociada ambigüedad a la hora de ejecutar el programa prestacional del contrato”.

Por lo tanto, en los contratos *ex machina*¹³, algo ocurre o no ocurre, y en consecuencia de ello, se ejecuta o no se ejecuta, respectivamente, la consecuencia asociada a cada uno de los referidos escenarios.¹⁴

Así, entendemos que en ciertos casos concretos, se prefiere un lenguaje, por así decirlo, *natural*, supervisado por un intermediario donde quepan una diversidad de supuestos aunque estos sean susceptibles de interpretación, a un lenguaje programático, de lógica binaria, de verdadero o falso, que si puede dotar de mayor seguridad jurídica un contrato, pero de la misma manera que le permite ser mucho más previsible, le limita su capacidad de acción.

Por tanto, conceptos como “buena fe”, “buen padre de familia” o “caso de fuerza mayor” contienen elementos valorativos que, hoy en día, no pueden ser procesados correctamente por un *smart contract*.

En este punto, al lector le pueden surgir dudas, como a mí me surgieron ahondando en el funcionamiento de los *smart contracts*. Y es que ¿a través de que mecanismos un *smart contract*, recoge la información necesaria para saber si aplicar o no una orden de ejecución?

Porque claro, podemos dejar una multiplicidad de órdenes siguiendo la lógica booleana, fácilmente previsible, objetivas y claras, pero si el *smart contract* no tiene capacidad para saber si alguna de las condiciones recogidas en el contrato se cumple jamás podrá resolverse lo dispuesto en él.

Y efectivamente esos instrumentos encargados de recoger información de la realidad para ponerla a disposición del smart contract son conocidos como los “oráculos”.

Así, como acercamiento a este concepto me remito a la “*International Scientific Conference of Special Importance*”; *A smart contract architecture is basically based on an „if-then“ construction, by oracle monitoring and verifying the external parameters involved in the contract and granting the approval to execute the transaction once the parameters have been reached.*¹⁵

¹³ Por ex machine, entenderemos aquel smart contract implementado en una plataforma DL abierta, en la que sus miembros mantienen oculta su identidad bajo un pseudónimo o dirección pública, que se ejecutan de forma automática en una plataforma de DL descentralizada y sin contar con un intermediario o tercero de confianza. SALA CLIMENT, M.T., *Smart legal contracts, el uso de tecnologías emergentes para la automatización de todo o parte del ciclo de vida del contrato*, Dr. Fernando Gómez (dir.), 2022, p.102.

¹⁴ SALA CLIMENT, M.T., *Smart legal contracts, el uso de tecnologías emergentes para la automatización de todo o parte del ciclo de vida del contrato*, Dr. Fernando Gómez (dir.), 2022 p.185-186

¹⁵ International Scientific Conference of Special Importance: *Transformative Technologies: Legal and Ethical Challenges of the 21st Century*, 2020, p.131

Sin embargo, debemos percatarnos que el rango de lo que puede constituir un oráculo es realmente amplio: desde un sensor de un dispositivo conectado a internet, a servicios web que proporcionan información en una manera adecuada para los contratos inteligentes.¹⁶

Son en resumen verificadores de precios u otras circunstancias.

2.- DEFINICIÓN Y FUNCIONAMIENTO BÁSICO DE LA TECNOLOGÍA BLOCKCHAIN

Hemos hablado hasta ahora de los *smart contracts* entendidos como aquellos acuerdos productores de efectos jurídicos cuya peculiaridad esencial es que son autoejecutables por estar total o parcialmente recogidos en secuencias de código; me remito, por tanto a la definición dispuesta al principio de la investigación.

Sin embargo, dependiendo de la plataforma o soporte donde se verifican estos contratos, fuera o dentro de la cadena de bloques, estos van a estar dotados de unas características y funcionalidades diferentes.

Este tipo de *smart contracts* o este tipo de secuencias de código que son todo o parte de un acuerdo existente y que están almacenadas, verificadas y ejecutadas en una cadena de bloques son lo que Legeren-Molina llama smart code contracts¹⁷.

Pero ¿qué es esto exactamente de la *blockchain*? ¿Cómo funciona? ¿sirve como soporte de contratos inteligentes?

Primeramente, debemos delimitar una definición de lo que entendemos por cadena de bloques.

De forma muy simple, podemos decir que la cadena de bloques es como una base de datos; una forma de almacenar artículos de valor y transacciones¹⁸.

Sin embargo, la cadena de bloques es algo mucho más complejo. Normalmente, cuando alguien te dice que algo es una *blockchain*, sin aportar más información al respecto, no puedes determinar las características de esa cadena de bloques en concreto, pues estas son muy variadas y tienen diferentes propiedades.

¹⁶ LEGEREN-MOLINA, A., *Los contratos inteligentes en España*, 2018, p.203

¹⁷ LEGEREN-MOLINA, A., *Los contratos inteligentes en España*, 2018, p.196

¹⁸ GATES, M., *Blockchain, ultimate guide to understanding blockchain, bitcoin, cryptocurrencies, smart contracts and the future of money*, 2017, p. 10.

Necesitamos calificar la cadena de bloques en cuestión para ayudarnos a entender que tipo de tecnología estamos utilizando, si esta cadena de bloques es pública, global, descentralizada, neutral y resistente a la censura. Y solo una vez identificadas sus partes, entraremos a ver sus posibilidades y funcionalidades.¹⁹

De forma general, podremos determinar que los componentes de una cadena de bloques abierta y pública son:

- Una red *peer-to-peer* que conecta los participantes y propaga transacciones y bloques de transacciones verificadas.
- Mensajes, en forma de transacciones.
- Un conjunto de reglas consensuadas, que gobiernan los que constituyen una transacción y aquellos mecanismos que la validan.
- Una máquina central que procesa transacciones de acuerdo a esas reglas consensuadas.
- Una cadena de bloques criptográficos que actúa como un diario de todas las transacciones verificadas y aceptadas.
- Un algoritmo consensuado que tienen un control descentralizado sobre la cadena de bloques, forzando a los participantes a cooperar de acuerdo a las reglas.
- Un esquema de incentivos teórico sólido para asegurar económicamente la máquina central en un entorno abierto.²⁰

Pero no todas las *blockchains* son públicas y abiertas, existen en el ámbito financiero y bancario un modelo de cadena de bloques, en que las transacciones son seguras, fáciles e instantáneas, pero no tienen como soporte un sistema descentralizado, abierto y con nuevas modalidades monetarias, por ello, esta industria intenta aprovechar esos beneficios de un sistema abierto y descentralizado, con un sistema cerrado que requiere de autorización de los agentes que lo componen.²¹

La *blockchain* como vemos tiene multiplicidad de aplicaciones, pero sigue costando imaginarnos cómo funciona realmente esta tecnología.

¹⁹ ANDREAS M. ANTONOPOULOS, Dr. Gavin Wood (dir.), *Mastering Ethereum, building smart contract and DAPPS*, O'Reilly, 2019, p.45

²⁰ ANDREAS M. ANTONOPOULOS, Dr. Gavin Wood (dir.), *Mastering Ethereum, building smart contract and DAPPS*, O'Reilly, 2019, p.44

²¹ TAPSCOTT. D., TAPSCOTT. A, *La revolución blockchain*, 2017, Deusto, p. 30

Pongamos un ejemplo para entender el procesamiento de una orden en la cadena de bloques de forma meridianamente sencilla; en programación, un “objeto” es una pequeña fracción de información encapsulada en una estructura o formato particular.

A veces, esta información tiene asociada instrucciones que en inglés se denomina *methods*, indicando como puede ser usado o como puedo hacerme con ese objeto. Así, podemos imaginar que alguien quiere pagar una pequeña tasa para acceder a una receta de tarta que ha visto en internet. Esta receta es el “objeto”, y contiene las características de la tarta, denominadas “atributos”, almacenados junto con las instrucciones en una memoria de ordenador con una dirección concreta.

Estos objetos, en realidad son *chunks* de información que pueden ser combinados y recombinados de distintas formas para que encajen entre sí.²²

Si añadimos los costes de transacción que el usuario tiene que pagar para que se pueda ejecutar una orden (obtener la receta), estaremos ante un *smart contract*, en este caso, que se verifica y se ejecuta en la cadena de bloques de Ethereum, que procederá a mostrar al usuario las instrucciones de la receta de cómo hacer una trata.²³

El proceso es mucho más enrevesado que lo explicado en este ejemplo, se omiten elementos como los nodos, mineros, EVT, gas... Sin embargo, se consigue una aproximación del funcionamiento de la cadena de bloques.

Esta cadena de bloques, como ya he tocado al inicio de forma muy transversal, utiliza la tecnología llamada en inglés, *distributed ledgers*, que es la tecnología que permite a cualquier número de ordenadores mantener un registro idéntico de información sin la referencia de una copia centralizada.

Pero centrándonos en el objeto central de la investigación, los *smart contracts* que utilizan la cadena de bloques como soporte de verificación, ordenación, almacenamiento y ejecución, me lleva a preguntarme cuáles podrían ser esos elementos que diferencian los *smart contracts*, que utilizan esta tecnología para autoejecutarse y los que no.

Y es que, sabemos que ambos son contratos autoejecutables, que no requieren de intermediarios de confianza, que necesitan de instrumentos para recoger información y saber que elementos de los pactados entre las partes van a ejecutarse y en qué momento, entonces, ¿por qué razón introducir esta tecnología?

²² Anexo

²³ DANNEN, C., *Introducing Ethereum and solidity, foundations of cryptocurrency and blockchain Programming for Beginners*, Apress, pp.28-29

Creo que principalmente hay tres motivos, o elementos principales que incentivan a la utilización de esta tecnología en los *smart contracts*;

Primeramente esta tecnología aporta seguridad frente al fraude, y lo hace a través de unos instrumentos llamados nodos; un nodo²⁵ es un dispositivo en la red de cadena de bloques que almacena una copia de una transacción en la red y puede realizar funciones importantes, como verificar y autenticar la transacción.

La información que procesan los nodos se contiene en bloques, son en estos bloques, que podemos visualizar de forma sencilla como una libreta donde se registran toda la información, donde se contiene una referencia abreviada que remite al bloque anterior por donde ha pasado la información de forma ordenada, por lo que se reproduce la misma secuencia de información en cada bloque, de manera que cada vez que un nodo procesa la información de un bloque está verificando la información que se contenía en el anterior y mandando una copia al siguiente bloque de la red, haciendo imposible que se pueda cambiar la información que contienen los nodos pues esta está constantemente siendo validada por el resto de bloques del sistema.²⁵

En segundo lugar, y relacionado con lo anterior, es un sistema que favorece la inmutabilidad²⁶, es decir, que no se va a poder cambiar lo dispuesto o pactado en un determinado *smart contract*, precisamente porque hacer uso de la red hace que la información contenida en una determinada transacción, el contrato inteligente, se diluya por los distintos nodos del sistema teniendo esa información en circulación en la *network* en forma de copias del original, no pudiendo cambiarse una copia sin cambiar el resto dado que cada nodo está conectado con el anterior.

Y seguidamente, como consecuencia lógica de lo que estoy exponiendo, se consigue el tercer punto diferencial del uso de la mencionada tecnología que es la privacidad.

Y es que precisamente que la información se propague por todos los nodos del sistema en cuestión de pocos segundos, hace que sea muy difícil para un tercero o un atacante conocer de donde proviene la información original²⁷, no siendo, sin embargo, imposible poder asociar una determinada dirección a una persona física.

²⁴ ¿Qué son los nodos blockchain y Bitcoin? (blockchain-media.org) (último acceso, 29/06/2024)

²⁵ WERBACH. K, CORNELL. N, *Contracts ex machina*, 2017, U. Pensilvania, pp. 114-116

²⁶ LEGEREN-MOLINA, A., *Los contratos inteligentes en España*, 2018, p.194

²⁷ ANDREAS M. ANTONOPOULOS, Dr. Gavin Wood (dir.), *Mastering Ethereum, building smart contract and DAPPS*, O'Reilly, 2019, p.241

Pero desde luego, es una tecnología que favorece y facilita el poder operar bajo una cortina en la que resulte ciertamente complicado que te identifiquen.

3.- CICLO DE VIDA DE UN SMART CONTRACT

Kevin Werbach y Nicolas Cornell afirmaron que; *The visionary aspect of Szabo's concept was that hardware and software alone would handle the full lifecycle of contractual activity. Human action could be completely replaced in various parts of contractual exchange.*²⁸

El ciclo de vida del contrato ex machina en una blockchain empieza por programar una parte del *smart code contract* a través de una dirección pública de la plataforma de *Distribute Ledger* en donde se vaya a implementar, registrar y almacenar.

Al formarse y publicarse ese *smart code contract* en la DL abierta, el contrato o la parte publicada deviene en inmutable.

Seguidamente, el contrato ex machina nace con su perfección, cuando cualquier otro miembro de la plataforma que pueda ser parte del contrato, en conformidad con lo previsto en el *smart code contract*, decida activarlo. Es decir, que para nazca el contrato debe darse una concurrencia de voluntades de las partes tendente a tomar el nuevo contrato como instrumento que las obligue recíprocamente, y una vez ambas partes han aceptado el contrato, ya sea de forma explícita, firmando de alguna forma el contrato, ya sea de forma implícita, cumpliendo lo que el contrato pedía a ese miembro de la plataforma, este contrato habrá nacido y habrá culminado su perfección.

Esta manera de activarlo puede ser por ejemplo la satisfacción de una prestación, como la entrega de un bien, que a cambio liberará una cierta cantidad de activos, ya sean en moneda fiat, criptoactivos... consignada en el *smart contract*, a favor de la parte que realizó la prestación.

En esta fase inicial del ciclo de vida, los *smart contracts* no se diferencian tanto de los contratos tradicionales en tanto en cuanto, antes de la activación o perfeccionamiento del *smart contract* se produce un consentimiento, aunque sea tácito o implícito, al consentimiento prestacional del contrato que se recoge en el mismo.

²⁸ WERBACH. K, CORNELL. N, Contracts ex machina, 2017, U. Pensilvania, p. 111

Así, a la hora de abordar la formación de los contratos *ex machina*, aquellos contratos cuya perfección y activación tiene lugar con la satisfacción de determinadas condiciones de manera electrónica, concretamente, haciendo uso de *smart code contract* en una plataforma DL abierta, diferenciamos entre fase de formación o de codificación y la fase de perfección del contrato²⁹, a su vez dividida en el momento de la oferta o publicación del *smart contract* y por otro lado, la perfección del contrato propiamente dicho denominado también *call* o llamada por ser el momento de activación del *smart code contract*, donde se produce esa concurrencia de voluntades que da lugar al nacimiento del *contrato ex machina*.

Todo este proceso cambia respecto a la perfección de los *smart contracts* fuera de la *blockchain*, si bien, salvando las distancias, no se aleja tanto de aquellos *smart contracts* que utilizan esta tecnología.

Sigue siendo necesaria esa formulación de una oferta, de lo que un contrato ofrece, como la obligación de dar una cosa a cambio de un precio. Para que esa oferta llegue a buen puerto y culmine con la formación del contrato es necesario que las partes lleven a cabo diversas acciones con el fin de alcanzar un acuerdo futuro, se produzca el consentimiento de las partes quedando estas obligadas desde ese momento a cumplir las contraprestaciones fijadas en el contrato y finalmente, en la fase de consumación, se cumpla la finalidad del contrato mediante la realización de esas contraprestaciones fijadas y consentidas. Todo ello sin necesidad de acudir a la *blockchain*.³⁰

En este sentido que acabo de exponer, Legeren-Molina diferencia tres fases; la fase de formación o de generación, fase de perfección y fase de consumación.³¹

Y es que cuando la consecuencia automática sea la ejecución de una prestación, esto no afectará al proceso de formación del contrato.

El distintivo de los *smart contracts* es que ambas partes habrán condicionado la ejecución de las prestaciones a un evento futuro y que los requisitos para la perfección del contrato contenidos en la ley permanecen invariados, dado que lo peculiar reside en el ámbito de ejecución de la prestación³²

²⁹ SALA CLIMENT, M.T., *Smart Legal Contracts*, Fernando Gómez (dir.) 2022, pp. 114-116

³⁰ VALENCIA RAMÍREZ, J.P., *Contratos inteligentes*, 2019, U. Antioquia de Derecho y Ciencias Políticas, p.5

³¹ LEGEREN-MOLINA, A., *Los contratos inteligentes en España*, 2018, p. 221

³² LEGEREN-MOLINA, A., *Los contratos inteligentes en España*, 2018, pp. 221-222

Cuestión distinta, dentro de este segundo tipo de *smart contracts* es cuando la consecuencia que automáticamente se ejecuta al cumplirse las condiciones preestablecidas es la conclusión de un nuevo contrato.

Legeren Molina afirma que en estos tipos de negocios jurídicos la figura jurídica que mejor puede tener cabida es la del precontrato, teniendo en ese caso, regulación en nuestro ordenamiento que configura tales supuestos y no quedan, por tanto, este tipo de contratos en un limbo legal.³³

Quiero destacar en último lugar que existen críticas respecto a esta visión, hay autores que no perciben el *smart contract* como un contrato, sino como un código informático cuyo cumplimiento no es legalmente exigible y que no se comporta de manera autónoma en tanto en cuanto necesita de un componente de adaptación al entorno, a través de oráculos, que lo convierte en imprevisible.³⁴

Sin embargo, el software *per se* no podemos calificarlo como contrato, sino que el *smart contract* pretende aludir a aquel contrato inteligente, que tras la presentación de una oferta, como sería la entrega de una cosa a cambio de un precio, y tras el consentimiento de la contraparte de forma explícita o implícita logrando así su perfección, culmina con su ejecución, siendo esta autónoma y automática.

Y precisamente esto último es lo verdaderamente distintivo de los *smart contracts*, la automaticidad de la ejecución de lo fijado entre las partes, donde el principio rector que rige el contrato es la inmutabilidad de lo pactado y en cuyo proceso no interviene un tercero de confianza dado que el contrato inteligente se ejecutará de acuerdo con las condiciones expresamente acordadas entre ambas partes y cuya formación se realiza a través de medios informáticos ya sea fuera o dentro de plataformas de registro distribuido propias de la tecnología blockchain.

³³ LEGEREN-MOLINA, A., *Los contratos inteligentes en España*, 2018, p. 223

³⁴ ROLDÁN MARTÍNEZ, A., *La persona en el S. XXI. Una visión desde el Derecho*, Aranzadi, 2019, pp. 124-125

III. EVALUACIÓN DE LOS SMARTS CONTRACTS: ESTUDIO DE SUS VENTAJAS, APLICACIONES Y LIMITACIONES

1.- VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL USO DE LOS SMART CONTRACTS EN LA ACTUALIDAD

El uso de los *smart contracts* es una realidad y cada vez se abren más puertas con la creación de nuevas tecnologías, el impulso de la IA... que extienden y amplían las posibilidades de esta figura jurídica.

Anteriormente he hecho una aproximación de ciertas ventajas que suponía utilizar tecnología descentralizada y plataformas DL para la implementación de los *smart contracts*, y hablaba de los puntos fuertes que esta tecnología aportaba a nuestras vidas.

No solo podríamos encontrar ese tipo de ventajas, también hay otro tipo de beneficios sobre estructuras típicamente centralizadas como serían la resiliencia, la transparencia o la resistencia a la censura.³⁵

Pero el *quid* de la cuestión, y obviando la tecnología que indudablemente supone una revolución en la forma de entender las transacciones entre particulares, ¿Cuáles son las ventajas y desventajas de un *smart contract*, respecto a lo que podemos entender como un contrato tradicional?

Desde luego hay muchos análisis y opiniones acerca de los beneficios y perjuicios de estas herramientas. De las valoraciones que voy a nutrirme y que voy a plasmar en el trabajo son de autores que siguen principalmente el derecho anglosajón y en algunos aspectos puede diferir del derecho español, de ahí que pueda haber alguna incongruencia con nuestro ordenamiento.

Así, Marcelo Corrales y Mark Fenwick nos ofrecen una visión a este respecto en *Legal Tech, Smart Contracts and Blockchain*.

Su análisis se basa en la necesidad de simplificar y visualizar los contratos jurídicos, contratos que los describen como “written by lawyers for lawyers”.³⁶

Hablan de los grandes beneficios de estas nuevas tecnologías en términos de flexibilidad, nuevas estrategias y oportunidades de empleo, nuevas formas de recombinação de operaciones... Pero los citados autores son conscientes tanto del potencial de los *Smart Contracts*, como lo son de sus riesgos.

³⁵ CORRALES M. y FENWICK M., *Legal Tech, Smart Contracts and Blockchain*, Springer, U. Kyushu, 2019, p.65.

³⁶ CORRALES M. y FENWICK M., *Legal Tech, Smart Contracts and Blockchain*, Springer, U. Kyushu, 2019, p.66

Y es que para ellos, los *Smart Contracts*, pueden dejar a un lado o pueden dar un rol marginal a consumidores, usuarios, empleados, que se van a ver inmersos en esta tecnología que es muchas veces inaccesible para ellos. Hablan de crear esta tecnología inteligente, que además de inteligente debe ser sabia (...a system which is not only smart, but also wise) y debería ofrecer herramientas para que la gente pueda usar los contratos como recurso social que rijan sus relaciones interpersonales.

Una visión parecida tiene en este sentido Sala Climent cuando afirma que el legislador nacional español ha ido estableciendo medidas con el objetivo de proteger los derechos de los más vulnerables en su territorio, pero que estamos en un punto en el que la comunidad internacional está teniendo cimientos sólidos para eliminar esas barreras y dejar desprotegidos a los participantes de los contratos amparados por leyes nacionales.³⁷

En resumen, que estas nuevas tecnologías y el nuevo paradigma trasciende más allá de las fronteras, y que si no se logra dar con una tecnología “sabia” además de inteligente, podremos encontrarnos con serios problemas en vulneración de derechos de colectivos vulnerables.

También autores como Werbach K. y Cornell N. nos ofrecen su visión al respecto de los problemas que pueden ocasionar los *smart contracts*.

Para estos autores hay cuatro principales problemas doctrinales. En primer lugar una de las mayores desventajas o problemas que ocasionan los *smart contracts* es lo que ellos denominan “*Problems with Meeting of the Minds*”, poniendo así de manifiesto la duda razonable de si el hecho de que un *smart contract*, que no deja de ser una representación en código de un acuerdo entre dos o más partes, no sea realmente *per se* un acuerdo de esas partes, sino una representación codificada del mismo.³⁸

Esta duda queda ciertamente algo forzada a mi parecer, dado que el *smart contract* es un soporte más, como el papel. María Teresa Sala de hecho enfatiza la importancia de asegurar que los *smarts contracts* cumplan con aquellos requisitos formales evitando problemas de eficacia y de validez o incumplimientos legales que generen sanciones pero enmarcando a los *smarts contracts* como acuerdos potencialmente válidos.³⁹

³⁷ SALA CLIMENT, M.T., *Smart Legal Contracts*, Fernando Gómez (dir.) 2022, p. 111

³⁸ WERBACH. K, CORNELL. N, *Contracts ex machina*, 2017, U. Pensilvania, p.157

³⁹ SALA CLIMENT, M.T., *Smart Legal Contracts*, Fernando Gómez (dir.) 2022, p. 187

Y en cualquier caso la oferta y la aceptación de un contrato, como hemos visto, va a poder realizarse de forma plena.

Sin embargo, y en relación con este apartado, los mencionados autores inciden en que el problema básico de los *smart contracts* es que estos no son tan inteligentes como indican, y que aun evitando errores en la formación del contrato va a ser imposible anticipar un escenario exacto, por lo que estos contratos inteligentes serán siempre incompletos en el sentido de que no van a dar una respuesta o una resolución para cada posibilidad que potencialmente pueda darse.⁴⁰ Algo a lo que ya se ha hecho referencia al principio de este estudio.

Pero no solo eso, sino que otro problema relacionado en este sentido es cuando se aprecia algún vicio en el consentimiento, o hay fraude en la prestación del mismo. Un *smart contract* será válido si dos personas han prestado consentimiento, accediendo, por ejemplo, con unas claves privadas en una plataforma y realizando una oferta o aceptándola, pero el contrato inteligente no entra a valorar si tal oferta o aceptación ha sido dada de forma fraudulenta o viciosa.

Y es que como consecuencia de la automaticidad y la inmutabilidad de los contratos inteligentes, la validez y la exigibilidad aparecen mucho más unidas que en los contratos tradicionales, "*The contract itself is valid; it is simply not enforceable. Yet, the distinction between validity and enforceability is precisely the one that smart contracts elide*".⁴¹

Legeren Molina también que afirma que el mayor problema de los *smarts contracts* es el relacionado con el consentimiento, que este solo puede ser otorgado por personas en tanto que supone la exteriorización de la voluntad interna.⁴²

Así no parece factible, dice, que exista intimidación, violencia o dolo entre máquinas, si que cabe sin embargo que se dé ex ante por parte de los contratantes.

Una solución que nos ofrece ante esta situación es hacer depender al contrato definitivo a un precontrato, de forma que solo si se cumpliesen las condiciones sobre el consentimiento en ese precontrato será ejecutable el contrato definitivo.⁴³

⁴⁰ WERBACH. K, CORNELL. N, *Contracts ex machina*, 2017, U. Pensilvania, p. 157

⁴¹ WERBACH. K, CORNELL. N, *Contracts ex machina*, 2017, U. Pensilvania, p. 157

⁴² LEGEREN-MOLINA, A., *Los contratos inteligentes en España*, 2018, p. 216

⁴³ LEGEREN-MOLINA, A., *Los contratos inteligentes en España*, 2018, p. 217

El segundo de los problemas doctrinales es el relativo a la contraprestación, en inglés “consideration”. Esta figura distingue el contrato de las donaciones inexigibles.⁴⁴

Podemos decir que toda promesa lleva implícita un deber moral que ata de alguna manera, aunque sea solo moralmente a quien la emite, sin embargo, no toda promesa hecha conlleva obligaciones legales.

En un contrato inteligente típico se suele incluir alguna contraprestación que induce a la promesa recíproca. Sin embargo, nada impide realizar un contrato inteligente cuyo propósito sea donar un bien a otra persona, es decir, nada impide la formación de un contrato inteligente sin contraprestación.

Los autores analizan el hecho de que para los contratos inteligentes no hay un “test” o una prueba que determina la exigibilidad de una contraprestación, por lo que en los *smarts contracts* se pierde la llamada -doctrina de la contraprestación- quedando atrás conceptos como la adecuación o la exigibilidad previa a la ejecución.⁴⁵

Y es que es a través de esta doctrina de la consideración o de la contraprestación donde se apoya la visión de que la ley contractual existe para dar remedios ante el incumplimiento y no para generar obligaciones *ex ante*. Esta afirmación, sin embargo, como he dicho al principio de la sección, es más propia del Derecho anglosajón que del Derecho español, presentándose en este último contradicciones dado que en el Derecho español sí nacen obligaciones de los contratos.

Esta ausencia de necesidad de probar los elementos de la contraprestación en los contratos inteligentes es otro rasgo fundamental que diferencia a este tipo de herramienta jurídica de los contratos legales.

Y en resumen la ley contractual es capaz de distinguir las donaciones inexigibles de las obligacionales legales entre partes, sin embargo, los contratos inteligentes centran sus esfuerzos en crear especificaciones *ex ante*.

El tercero de los problemas doctrinales es el relativo a la capacidad. Es un problema no de lo que incluye el contrato, sino de saber a quién vincula este. Como en el anterior apartado no hay forma de saber o de probar la capacidad en los *smart contracts*. Un menor, o un discapaz podría disponer de claves privadas para acceder por ejemplo a servicios de pago, cuentas o tarjetas.

⁴⁴ WERBACH. K, CORNELL. N, *Contracts ex machina*, 2017, U. Pensilvania, p. 158

⁴⁵ WERBACH. K, CORNELL. N, *Contracts ex machina*, 2017, U. Pensilvania, p.159

Esta ausencia de necesidad probatoria de la capacidad alcanza o conlleva una serie de problemas en los contratos inteligentes. Como digo, tú puedes necesitar de una serie de claves privadas que te “identifiquen” para dar pie a que puedas realizar unos negocios jurídicos, pero eso no te hace legalmente capaz.

En la misma línea encontramos a Sala Climent quién subraya esa problemática afirmando que en las plataformas de DL abiertas que existen resulta complicado saber o determinar la identidad real de las partes, y que eso puede culminar en que se de un riesgo no residual de que los contratos ex machina celebrados por menores no emancipados o incapacitados sean ejecutados de manera automática a pesar de no ser legalmente válidos.⁴⁶

La solución a esta problemática podría ser igualmente, como antes he explicado la elaboración de un precontrato donde se condicione la ejecución de un *smart contract*, a un contrato previo. Pero ¿y si no se logra verificar si la persona que ha elaborado el acuerdo no era capaz, de que sirve condicionar un contrato definitivo a un precontrato basado en circunstancias no contrastables? Si no se puede comprobar, jamás se podrá ejecutar el precontrato que en su caso anule el contrato definitivo.

Si pasado el tiempo, aunque el *smart contract* ya se haya ejecutado, se averigua que la persona estaba incapacitada, otra solución posible siguiendo el principio de reparación del daño, sería elaborar otro *smart contract*, que restituya en la medida de lo posible la situación de las partes a la situación previa de formalizar el contrato o elaborar ese contrato para la reparación de los daños potencialmente causados por el contrato no válido.

En este punto, me gustaría aclarar la diferencia entre anonimato y pseudonimato, pues muchas veces se confunden estos conceptos. Por ejemplo, dentro de la *blockchain*, las personas no gozan de pleno anonimato en tanto en cuanto toda operación queda registrada en cada bloque de la cadena de bloques que no es más que un registro público al que todo mundo puede acceder.

Por ello, en determinados supuestos, se podría seguir la trazabilidad de una determinada transacción, es decir, podrá seguirse el camino que una transacción ha seguido por los distintos bloques de la cadena de bloques, y si conseguimos asociar una determinada

⁴⁶ SALA CLIMENT, M.T., *Smart Legal Contracts*, Fernando Gómez (dir.) 2022, p. 163

dirección en una de estas plataformas descentralizadas a una persona física, podemos conocer todas las transacciones que esa persona ha realizado a través de esa dirección.⁴⁷

Sin embargo, pese a poder asociarse muchas veces una determinada transacción a una persona física, no siempre eso es posible, dado que nadie nos asegura que un tercero se ha apoderado de las claves de esa persona física y está operando con su dirección sin ser ella, esta persona sí que opera de forma pseudónima, es decir, no se va a poder identificar a través de esa dirección las cualidades de esa persona, como sería, por ejemplo, su capacidad.

En resumen, el problema de la capacidad es similar al problema de la contraprestación, es de difícil prueba, y en el caso de los *smarts contracts*, esa conexión entre las personas y el acuerdo queda muy atenuada, pues se cede ese poder de ejecución del acuerdo a una máquina, quedando la capacidad de las personas de evitar la ejecución del contrato prácticamente inexistente.⁴⁸

Finalmente, nuestros autores encuentran un último problema o desventaja en los *smarts contracts* es la relacionada con su legalidad.

En el sentido en que los *smart contracts* no están obligados como tal por el sistema legal.⁴⁹ Así, una vez formado y perfeccionado un contrato inteligente, entre otras cualidades recordamos que este es inmutable. Lo que nos lleva directamente a preguntarnos si en algún caso se hiciese un acuerdo entre empresarios por ejemplo a través de esta herramienta en el cual se pactasen unos precios para la venta de sus productos, estaríamos ante un supuesto de fijación de precios que atentaría contra la competencia y contra la propia ley, pero el contrato seguirá operando, no podrá rescindirse ni anularse si no es por una causa específica recogida en el mismo y concretada *ex ante*.

Es en este sentido, en el que un *smart contract*, puede ir en contra de la legalidad.

⁴⁷ [Ataque sin cuartel contra la privacidad \(youtube.com\) \(08/06/2024\)](#)

⁴⁸ WERBACH. K, CORNELL. N, *Contracts ex machina*, 2017, U. Pensilvania, p.160

⁴⁹ WERBACH. K, CORNELL. N, *Contracts ex machina*, 2017, U. Pensilvania, p.160

Pero antes de llegar a unas conclusiones deberemos hacernos internamente las siguientes preguntas; ¿Es beneficiosa realmente la plena libertad de contratación sin limitación alguna en cualquier ámbito? ¿Es positivo permitir que cualquier usuario, sean cuales sean sus características, cualidades o capacidades, pueda realizar prácticamente cualquier tipo de negocio jurídico? ¿Sería justo, que a pesar ser manifiestamente abusiva o inmoral una práctica, esta no pudiera anularse?

Po último María Teresa Salas estudia también los *smart contracts* desde la forma contractual, que es el medio a través del cual se exterioriza el consentimiento de las partes.⁵⁰

El principio general de libertad de forma está limitado en nuestro ordenamiento de forma que hay ciertas excepciones que exigen que en determinados casos se formalice un acuerdo a través de una forma específica. Y es en este sentido, a través del cual habremos de considerar la validez de los contratos *ex machina*.

Hay en determinados casos que la forma es requisito esencial del contrato, *forma ad solemnitatem*.⁵¹

Para determinados contratos, los requisitos del artículo 1.262 CC – consentimiento, objeto y causa - no resultan suficientes, sino que hay que añadir la forma como requisitos esenciales. Y este aspecto es ciertamente un limitante para la implementación de los *smart contracts* cuando sea un caso en el que la ley exija cierta forma específica.

Legeren Molina pone también de manifiesto esto mismo, el limitante de los contratos digitales en cuanto a su ámbito de aplicación cuando esos contratos deben recogerse en escritura pública.⁵²

Y es que con la tecnología actual, no es posible aún que los contratos inteligentes sustituyan a aquellos que requieren de documento público, quién sabe si en un futuro próximo esta problemática pueda quedar solventada.

⁵⁰ SALA CLIMENT, M.T., *Smart Legal Contracts*, Fernando Gómez (dir.) 2022, p.186

⁵¹ SALA CLIMENT, M.T., *Smart Legal Contracts*, Fernando Gómez (dir.) 2022, p.187

⁵² LEGEREN-MOLINA, A., *Los contratos inteligentes en España*, 2018, p. 218

También se exige en ocasiones para la validez del contrato que conste de forma escrita. Lo que nos lleva a preguntarnos, si entendemos un *smart contract*, en el sentido de que sea un contrato constituido por códigos como un contrato escrito.

Deberemos entender, y así entiende nuestra autora, que este requisito se cumplirá si existe un soporte electrónico que respalde el contrato inteligente, entendiendo ese soporte electrónico en sentido amplio, incluyendo en esta categoría a las plataformas DL en la que el contrato inteligente está implementado.⁵³

Por otro lado, encontramos supuestos en los que se prevé la posibilidad de que cualquiera de las partes pueda exigir a la otra una determinada forma para facilitar la prueba del contrato, es lo que se denomina forma *ad probationem*.⁵⁴

En estos casos la forma no es requisito de validez del contrato y el contrato podrá realizarse de forma distinta siendo igualmente válido y obligatorio.

Por último, la forma informativa, hay ocasiones en las que la ley exige una forma para documentar contratos para que estos sirvan como fuente informativa y proteger a la parte débil del contrato.⁵⁵

En realidad podemos determinar que la forma informativa es un tipo de forma *ad solemnitatem* solo que con una finalidad más concreta si lo queremos, que es la de informar a consumidores y usuarios o colectivos o partes vulnerables en el contrato.

Son casos en los que se exige una determinada forma escrita para la validez, eficacia y oponibilidad del acuerdo.

En concreto podemos determinar que los casos en los que la ley exige esta forma son en las cláusulas generales de la contratación con consumidores, la normativa relativa a cláusulas no negociadas individualmente, disposiciones relativas a la información pre y postcontractual y la normativa que exige la entrega de una copia del contrato al consumidor impresa en soporte duradero para su protección.⁵⁶

⁵³ SALA CLIMENT, M.T., *Smart Legal Contracts*, Fernando Gómez (dir.) 2022, p.189

⁵⁴ SALA CLIMENT, M.T., *Smart Legal Contracts*, Fernando Gómez (dir.) 2022, p.190

⁵⁵ SALA CLIMENT, M.T., *Smart Legal Contracts*, Fernando Gómez (dir.) 2022, p.191

⁵⁶ LEGEREN-MOLINA, A., *Los contratos inteligentes en España*, 2018, p. 220

Este punto está íntimamente relacionado con el primero que he comentado en este epígrafe, y es que al utilizar un lenguaje programático en los contratos inteligentes o *ex machina* deberemos equipararlo al lenguaje natural para entender cumplido este requisito, si no se podría producir una desprotección a la parte débil del contrato.⁵⁷

Y es que la regulación propia de los contratos de adhesión o contratos con condiciones generales debería aplicarse también a los contratos inteligentes para entender que estos son válidos y legales.⁵⁸

Así, un contrato inteligente que sea considerado como un contrato de adhesión por haber sido programado de forma idéntica para formalizar una pluralidad de contratos *ex machina* deberá cumplir un control de incorporación o de inclusión, es decir, tener transparencia formal y externa cumpliendo las exigencias de la LGDCU.

O, en su caso, deberá cumplir controles adicionales sobre el grado de conocimiento efectivo o la transparencia material para verificar que el consumidor es conocedor del impacto que va a tener el contrato en su bienestar.⁵⁹ O también deberá cumplir un control de abusividad para garantizar la correspondencia del contenido contractual con las exigencias de la buena fe.

A modo de resumen, para concluir este apartado, podemos entender a grandes rasgos que los contratos inteligentes, en sus diversas formas pueden presentar las siguientes desventajas:

- La excesiva dificultad que puede conllevar un contrato inteligente al usar el lenguaje informático, afectando especialmente a consumidores, usuarios o trabajadores, - la parte débil del contrato -, pudiendo dejarlos en situación de vulnerabilidad. Aunque esto no tiene por qué darse necesariamente si aun usando el lenguaje informático el consumidor estaba realizando una operación de la que era plenamente consciente y sabía lo que hacía, como sería por ejemplo la compra de un ticket a un concierto.
- En este sentido, cabría advertir de esta problemática en los contratos de adhesión o de condiciones generales, si a los contratos inteligentes no se les aplica la legislación que se le aplica a los contratos tradicionales que tratan de mitigar los efectos derivados del escaso poder de negociación de una de las partes.
- La automaticidad e inmutabilidad del *smart contract*, son a la vez una de sus mayores virtudes, pero también uno de sus grandes problemas. Un contrato inteligente va a ser siempre incompleto en cierto modo, dado que no va a poder prever toda situación futura posible, lo que consigue el efecto contrario a lo que quiere conseguir con sus distintivas cualidades, inseguridad.

⁵⁷ SALA CLIMENT, M.T., *Smart Legal Contracts*, Fernando Gómez (dir.) 2022, p.191

⁵⁸ SALA CLIMENT, M.T., *Smart Legal Contracts*, Fernando Gómez (dir.) 2022, p.193

⁵⁹ SALA CLIMENT, M.T., *Smart Legal Contracts*, Fernando Gómez (dir.) 2022, p. 201

- Problemático a la hora de probar la contraprestación o la capacidad en aquellos acuerdos que utilicen el contrato inteligente como soporte, en concreto, aquellos que utilicen plataformas DL abiertas.
- Puede ir en contra de la legalidad si no se sujeta a las regulaciones propias de nuestra legislación. Si se ejecuta sin cumplir la legalidad, como consecuencia de su inmutabilidad y automaticidad, puede resultar un contrato ilícito, pero válido y que tenga efectos.
- Y respecto a la forma, y sobre todo aquellos contratos en los que la forma es un requisito esencial, la contratación inteligente tiene una importante limitante tecnológico para conseguir implementar una forma equiparable a la forma documental pública que garantice los efectos frente a terceros.
- Por último, mencionar también una problemática respecto al derecho de desistimiento. Analizado de forma tangencial, en el sentido que todo aquello que no esté dispuesto *ex ante* en el contrato no servirá para poder rescindir o desistir del contrato. Lo que atenta directamente contra la legislación española, y que haría necesaria una previsión explícita en el contrato para poder cumplir la legislación actual.

Esos son los principales aspectos negativos, podríamos hablar de otras problemáticas que deben ser mejorables, como la gran cantidad de energía que utiliza esta tecnología, los problemas de escalabilidad, la falta de reputación y confianza en esta tecnología...

Sin embargo, no todo son aspectos negativos, ya hemos visto que la contratación inteligente, sobre todo a través de plataformas DL, trae grandes aspectos positivos e innovaciones que hemos ido viendo a lo largo del estudio y que a modo de conclusión son:

- Resiliencia y resistencia a la censura
- No necesidad de intermediarios en la formación de contratos
- Eficiencia y reducción de costes crematísticos.
- Favorece la privacidad y garantiza el pseudonimato.
- Automaticidad e inmutabilidad de los contratos.

- La potencial puerta a la innovación y a la conexión entre personas en cualquier situación y momento.
- Protección frente a ataques externos.

2.- ESTUDIO DE CASOS DE ÉXITO Y EJEMPLOS DE APLICACIONES DE SMARTS CONTRACTS EN DIVERSOS SECTORES

Hemos visto lo que es un contrato inteligente, cuáles son sus características, su relación con la *blockchain*, sus puntos fuertes y sus debilidades... pero fuera del marco teórico, tiene ya alguna aplicación real donde se pueden comprobar los resultados de su aplicación. En este apartado vamos a ver varios ejemplos en los que esta tecnología tiene ya cabida.

De primeras y sin adentrarme en las aplicaciones actuales de los contratos inteligentes, simplemente sabiendo sus características me parecía que tenía buena sinergia esta tipología de contratos con el modo de operar de las casas de apuestas.

Y efectivamente, un caso de aplicación de los *smarts contracts* es en las casas de apuestas.

Se trata de un modelo de contrato que se basa en factores objetivos, donde la ausencia de un intermediario no supone problemas dado que el lenguaje que se va a utilizar probablemente sea booleano, “si el equipo x gana el partido, ganaré el doble de lo apostado”.

La automaticidad es positiva para la eficiencia del contrato, en tanto en cuanto, la transferencia de dinero se realizará una vez se cumpla la condición dispuesta en el contrato, con la seguridad de que la contraparte, la casa de apuesta no va a poder cancelar la apuesta si no está resultando favorable para sí, dado la inmutabilidad del contrato.

Y en este aspecto tenemos un ejemplo clave dentro del mercado de las casas de apuestas, “BetMatch”.⁶⁰

⁶⁰ BetMatch: una solución de cadena de bloques para corredores de apuestas - Plato Data Intelligence (zephyrnet.com) (última fecha de acceso, 30/06/2024)

La tecnología *blockchain* puede ofrecer soluciones a diversos problemas propios como serían la opacidad, limitaciones geográficas del pago, depender de la confianza de la casa de apuestas... Así la cadena de bloques puede romper ese ciclo de desconfianza, y eso es lo que pretende el proyecto de BetMatch.

Esta casa de apuestas es descentralizada y combina un modelo de negocio clásico basado en apuestas tradicionales regido en todo momento por la imparcialidad que ofrece la tecnología *blockchain*, junto con una red de apuestas como segunda capa.⁶¹

Así la arquitectura de BetMatch ofrece una serie de características como:

- Eliminación del factor humano y la influencia de terceros en el procesamiento de las apuestas y el pago de ganancias.
- Apuestas justas y transparentes gracias a la tecnología de la cadena de bloques.
- Apuesta a través de criptomonedas para evitar comisiones por cargos en depósitos.
- Apuestas instantáneas con condiciones inmutables que funcionan como garantía de la casa de apuestas gracias a la *blockchain*.

BetMatch cuenta con su propio token, los XBM, que están basados en la cadena de bloques de Ethereum. Así una vez en BetMatch un cliente podrá depositar fondos en el sistema para hacer sus apuestas, una vez hecha la apuesta, se crea un contrato inteligente que va a automatizar el proceso de recompensa depositando el dinero de la apuesta en la “*Public Liquidity Pool*”, que es un sistema de fondos público que garantiza la transparencia de los movimientos, y devolviendo o no el dinero (o criptomoneda o token con el que se haya apostado) que corresponda al usuario en función de los resultados.⁶²

Otro caso de aplicación de esta tecnología que puede resultar ciertamente intuitivo es por ejemplo en los contratos de seguro.

En este caso Abel B. Veiga, Profesor Ordinario de Derecho Mercantil, publicó un artículo en la Revista de Derecho del Sistema financiero donde analizaba el *smart contract* y el contrato de seguro.

En ella comienza delimitando el objeto contractual afirmando que si se necesitase de cierta actividad hermenéutica para delimitar el objeto de un contrato que no esté perfectamente detallado y determinado el *smart contract* no conseguiría dar solución a toda clase de situaciones aseguradas, sin embargo, en el contrato de seguros, esta tecnología puede encontrar a una cavidad perfecta para desplegar su potencialidad.⁶³

⁶¹BetMatch: una solución de cadena de bloques para corredores de apuestas - Plato Data Intelligence (zephyrnet.com) (última fecha de acceso, 30/06/2024)

⁶²With BetMatch, You Can Bet with Confidence. - Altcoin Buzz (última fecha de acceso, 01/07/2024)

⁶³VEIGA COPO. A., *Smart contract y contrato de seguro. Una Ecuación asimétrica y no sólo algorítmica*, U. Pontificia Comillas de Madrid, 2020, p.123

En este artículo, se presentan preguntas ya tratadas en este estudio, pero que son dudas también presentes, como es lógico en la contratación inteligente para el contrato de seguro.

Cuestiones como ¿Hasta dónde alcanza la capacidad de negociación de las partes en la contratación inteligente? ¿Cómo es la gestión de estas plataformas en negocios jurídicos completos y como entra en conflicto la contratación inteligente con la rigidez o idoneidad de su lenguaje? ¿Se puede aplicar el derecho de desistimiento? ¿Se pueden aplicar obligaciones para una sola de las partes? ¿Quién mide la capacidad de obrar de las partes?⁶⁴

Son preguntas que resulta clave responder para lograr seguridad a la hora de aplicar este tipo de contratos a la vida real.

Veiga considera que esta tecnología podría eliminar problemas como la desconfianza, mediante la certeza de ejecución, eliminando la participación de intermediarios y reduciendo los costos de transacción, siempre y cuando las cláusulas sean objetivas y delimitables.

Pero ¿hay algún ejemplo actual de uso de esta tecnología en el contrato de seguros? Lo cierto es que sí, una empresa llamada Arbol que permite asegurar a clientes frente a riesgos medioambientales o climatológicos ⁶⁵

Cubre los riesgos frente a eventos climáticos extremos como huracanes, inundaciones, sequías u olas de calor que causan millones en pérdidas al año a empresas que están afectadas directa o indirectamente por esta climatología.

Su forma de funcionar a través de la contratación inteligente es la siguiente: se definen los parámetros asegurados que se quieren cubrir como serían, la velocidad del viento o el nivel de lluvia en un determinado lugar.

Se asocian los pagos a esos parámetros medibles que estarán asegurados y que se ejecutarán instantáneamente en caso de cumplirse el desastre cubierto, facilitando la rápida recuperación de los afectados.

Se consigue así por lo tanto una solución eficiente, transparente y segura a los riesgos asociados con eventos climáticos.⁶⁶

⁶⁴ VEIGA COPO. A., *Smart contract y contrato de seguro. Una Ecuación asimétrica y no sólo algorítmica*, U. Pontificia Comillas de Madrid, 2020, pp. 125-126.

⁶⁵ [Our Company \(arbol.io\)](https://www.arbol.io) (última fecha de acceso, 01/07/2024)

⁶⁶ [Why Arbol?](https://www.arbol.io) (última fecha de acceso, 01/07/2024)

Y en todo el proceso está presente la intervención de oráculos que conectan el contrato con diversos parámetros meteorológicos medibles, un contrato inteligente de seguro de plenos efectos, con todas las ventajas de esta herramienta jurídica y que ya está operando en nuestros días.

Y por último, y quizá sea un ejemplo menos intuitivo, pero igualmente válido.

En un estudio llevado a cabo en la *China University of Mining and technology*, se consiguió aplicar en el campo de la energía renovable esta tecnología.⁶⁷

En un proyecto llevado a cabo en Brooklyn, se permitió a los residentes con paneles solares poder vender el exceso de energía entre los propios vecinos a través de transacciones *peer-to-peer* usando la *blockchain* y los *smart contracts*.⁶⁸

El funcionamiento era el siguiente, se ponía a disposición de los vecinos una aplicación que les permitía observar a tiempo real el flujo de energía que llegaba a sus casas, el precio de la misma y en la cantidad de la que disponían, si necesitaban más o si tenía excedente.

En esta aplicación los vecinos podían establecer *smarts contracts* que se ejecutarán automáticamente en función del excedente de energía que fuesen acumulando, para que una vez llegado a cierto nivel de excedente por ellos fijados, este se devolviese a la red automáticamente para que otros vecinos pudieran aprovecharlo.

A través de este sistema se logró reducir los costes de transporte de energía e indirectamente las emisiones CO₂, al poder aprovechar de manera eficiente la energía producida.

Y es que la aplicación de los *smart contracts*, en este campo trae numerosos beneficios como la automatización y el ahorro de la energía, y la eficiencia; se consiguió equilibrar la demanda de energía con la oferta sin necesidad de generar mucho excedente, se consiguió la eliminación de intermediarios en dichas transacciones, y la transparencia dado que los vecinos tenían acceso directo a un registro a tiempo real de su energía consumida.

En resumen vemos como la aplicación de los *smarts contracts* ya es algo real y tangible y es algo que no podemos pasar por alto.

Cada vez va a tener más relevancia en nuestra sociedad este tipo de tecnologías y debemos adaptarnos a ellas para lograr todos sus beneficios y poco a poco ir mitigando sus desventajas.

⁶⁷ Isa, A., *Blockchain and Smart contracts in Smart Grids*, U. China of Mining and Technology, 2021, p.6

⁶⁸ Isa, A., *Blockchain and Smart contracts in Smart Grids*, U. China of Mining and Technology, 2021, pp. 7-8.

3.- CASOS DE INEFICACIA DE LOS SMARTS CONTRACTS

Ya hemos visto diversos casos de aplicación de los contratos inteligentes, así como hemos analizado sus desventajas o aspectos negativos en relación con la capacidad, la legalidad, su automaticidad e inmutabilidad.

Pero ¿cuándo deviene ineficaz un smart contract? ¿Acaso cabe siquiera que sea ineficaz? ¿Qué condiciones deben darse para que no sea eficaz dicho smart contract?

Debemos diferenciar varios apartados.

Hay casos en los que un *smart contract* va a ser ineficaz por causas originarias. Es decir, por defectos en su formación o perfección.⁶⁹

Podremos encontrar en nuestra regulación diversas soluciones que podrían ser de aplicación a los *smart contracts*.

Así, un *smart contract* será nulo de pleno derecho en caso de falta de alguno de sus elementos esenciales o infracción de una norma que lo prohíba. Así como aquellos que contengan cláusulas abusivas o conformen un contrato de adhesión con condiciones generales sin respetar los marcos legales deberán considerarse que son nulos de pleno derecho. También la ilicitud del objeto y la causa ocasionan la nulidad del contrato.⁷⁰

Sin embargo, nos encontramos ante el mismo problema expuesto anteriormente, como determinamos esa nulidad, y en caso de determinarla, como evitar que siga produciendo efectos un determinado contrato.

Pues si bien es cierto que existe la posibilidad de asociar, como hemos dicho, a un titular con una dirección privada, resultará difícil en primer lugar determinar si es un negocio prohibido por alguna norma (por ejemplo, en el caso de la compraventa, el art. 1.459 Cc.), y segundo, aun determinando su ilicitud, resultara aún más difícil impedir que siga realizando sus efectos, consecuencia precisamente de la automaticidad e inmutabilidad de los *smart contracts*.

Una posible solución dentro de nuestro marco jurídico es que una vez sea declarado nulo, se debe producir un efecto restitutorio a través, quizá, de un segundo contrato inteligente que restituya los bienes que se hubiesen transmitido de forma automática entre las partes de forma ilícita siempre que la naturaleza lo permita (art. 1.303 CC)⁷¹

Por su parte un *smart contract* será anulable en casos de incapacidad para prestar consentimiento o vicio en el mismo de alguna de las partes.

Los contratos anulables serán provisionalmente válidos, pudiendo ser retroactivamente anulados, o en su caso son provisionalmente nulos pero convalidables si la acción declarativa de nulidad se presenta fuera de plazo.

En estos casos, donde el *smart contract* utilice una plataforma DL, la capacidad de las partes no va a poder ser comprobada por lo que resultará inevitable que por ejemplo un menor, a pesar de resultar conforme a ley en un contrato anulable, podrá contraer un

⁶⁹ SALA CLIMENT, M.T., *Smart Legal Contracts*, Fernando Gómez (dir.) 2022, p.337

⁷⁰ SALA CLIMENT, M.T., *Smart Legal Contracts*, Fernando Gómez (dir.) 2022, p.339

⁷¹ SALA CLIMENT, M.T., *Smart Legal Contracts*, Fernando Gómez (dir.) 2022, p. 341

contrato y vincularse jurídicamente sin que quepa desactivar su ejecución a no ser que hubiese una cláusula específica en el contrato para estos casos determinados.

También el dolo puede ser causa de anulabilidad del *smart contract*, es decir, cuando una de las partes cause un daño engañando, ocultando una realidad o induciendo a la otra parte a la celebración del contrato, o en su caso por divulgación engañosa de información. Estaremos ante conductas susceptibles de provocar la anulabilidad del contrato.⁷²

O en su caso la violencia o la intimidación causa la anulabilidad del contrato.

Sin embargo, en la práctica, la anulación de los contratos inteligentes, al igual que con la nulidad, salvo previsión en el contrato no supone su paralización en términos de efectos. Lo que supone un problema legal respecto esta herramienta jurídica.

Respecto de la ineficacia sobrevenida, encontramos recogidos en nuestra legislación supuestos en los que un contrato válido deviene ineficaz por una razón extrínseca al mismo, conllevando su terminación tras la perfección.

Esta ineficacia sobrevenida se puede dar por imposibilidad sobrevenida, desistimiento unilateral, acaecimiento de la condición resolutoria o la falta de acaecimiento de la condición suspensiva.⁷³

Cuando hay una alteración extraordinaria e imprevisible de las circunstancias respecto a las que había cuando se celebró el contrato, nuestro derecho entiende pertinente aplicar la doctrina de la cláusula *rebus sic stantibus*, el ejemplo más reciente de esta aplicación fue en el Covid-19 donde consiguió una aplicación práctica.

Así, si se provoca un desequilibrio importante en las posiciones de las partes, estas pueden solicitar la revisión de las condiciones contractuales en determinados casos concretos.

Pero eso no es de aplicación en los *smarts contracts*, dada su naturaleza jurídica. La solución viable más sencilla, a fin de evitar que un contrato inicialmente válido sea abusivo, o a fin de poder aplicar la ineficacia sobrevenida al contrato cuando se den las condiciones para su aplicación, sería la de incluir en el contrato cláusulas específicas que prevean este tipo de situaciones, de forma que al ejecutarse el contrato de forma automática cuando se reúnan las condiciones especificadas este devenga en ineficaz.

Cabría, como hemos visto también realizar un nuevo contrato inteligente sobre esa plataforma aunque eso no siempre será posible.

⁷² SALA CLIMENT, M.T., *Smart Legal Contracts*, Fernando Gómez (dir.) 2022, p. 345

⁷³ SALA CLIMENT, M.T., *Smart Legal Contracts*, Fernando Gómez (dir.) 2022, p. 346

IV. ASPECTOS LEGALES, REGULATORIOS Y ÉTICOS

1.-ANÁLISIS DE LAS REGULACIONES Y MARCOS LEGALES SOBRE LOS SMARTS CONTRACTS EN DIFERENTES JURISDICCIONES

La contratación inteligente ha ido ganando relevancia los últimos años, y como ocurre con todo el Derecho, este llega siempre un paso por detrás de los acontecimientos.

Con este ascenso de la tecnología blockchain y de los smart contracts se están empezando a vislumbrar determinados marcos regulatorios y normativas que tratan de adecuar esta tecnología a la legalidad.

En España por ejemplo nos encontramos con el RDL 14/2019, de 31 de octubre, por el que se adoptan medidas urgentes por razones de seguridad pública en materia de administración digital, contratación del sector público y telecomunicaciones.⁷⁴

Sin embargo, y aún ahora a pesar del peso que está ganando este sector en nuestras vidas, desde la normativa española se les da un tratamiento como contratos con todas las de la ley, de acuerdo con las disposiciones del CC (arts. 1089, 1091 y 1254) que permiten a la doctrina elaborar lo que debe entenderse por contrato. Y en concreto a aquellos contratos que usan DLTs, hay un consenso generalizado⁷⁵ en tratarlos como contratos electrónicos, con la aplicación respectiva de la LSSICE, así como el resto de las normas y disposiciones del CC y de las normas mercantiles.

Creo que es necesario ir un poco más allá.

Y en ese sentido países y estados de nuestro entorno están empezando a regular de manera muy cauta y tibia si lo queremos en estos aspectos.

Véase el ejemplo, en Francia se comenzó por regular la emisión de bonos estatales utilizando la tecnología DLT, lo que se denominaron mini-bonos, y más tarde legislaron sobre el reconocimiento del uso de las DLTs en el mercado financiero.⁷⁶

No solo nuestros vecinos han estado acercándose a esta tecnología, en Malta por ejemplo se aprobaron en 2018 tres leyes con el propósito de promover el uso de las DLTs, ofreciendo un marco legal para llevar a cabo esas actividades con cierta seguridad jurídica.⁷⁷

También en Suiza, el 25 de septiembre de 2020 se aprobó la ley por la que se adapta la legislación federal a los avances en las tecnologías de registro distribuido, que entra en vigor el 2 de febrero de 2021 con el objetivo de ganar más seguridad jurídica para aplicar y emprender negocios basados en la cadena de bloques y las plataformas descentralizadas.⁷⁸

También en Estados Unidos, donde en Vermont, en 2016 ya se promulgó una ley para regular el uso de la tecnología *Blockchain*, la Ley de la CR n°868 de 2016, que contiene una definición de *Blockchain*. Y fue una legislación que tuvo réplicas en estados como California, Misuri o Nevada.⁷⁹

⁷⁴ BOE-A-2019-15790 Real Decreto-ley 14/2019, de 31 de octubre, por el que se adoptan medidas urgentes por razones de seguridad pública en materia de administración digital, contratación del sector público y telecomunicaciones. (última fecha de acceso, 14/06/2024)

⁷⁵ SALA CLIMENT, M.T., *Smart Legal Contracts*, Fernando Gómez (dir.) 2022, p.138

⁷⁶ SALA CLIMENT, M.T., *Smart Legal Contracts*, Fernando Gómez (dir.) 2022, p.86

⁷⁷ SALA CLIMENT, M.T., *Smart Legal Contracts*, Fernando Gómez (dir.) 2022, p.88

⁷⁸ SALA CLIMENT, M.T., *Smart Legal Contracts*, Fernando Gómez (dir.) 2022, p.89

⁷⁹ SALA CLIMENT, M.T., *Smart Legal Contracts*, Fernando Gómez (dir.) 2022, p.90

Pero vayamos a medidas más concretas, por ejemplo en Canadá, ya en 2017, la Administración de Valores Canadiense (CSA) lanzó una iniciativa regulatoria para incentivar que los startups u otros negocios ofrezcan servicios o productos o aplicaciones novedosas como la *blockchain*.⁸⁰

Y este último año 2023 en Canadá se ha estado haciendo presión para que se reconozca el espacio *Blockchain* como una industria emergente, dado que empieza a ser tecnología cada vez más utilizada sobre todo en bancos⁸¹

Y todavía más reciente, la CNMV, el 12 de junio de 2024 publicó un comunicado donde aclaraba dudas sobre numerosos instrumentos financieros basados en las TRD o Tecnologías de Registros Distribuidos⁸², y la mayoría de las respuestas en términos de legislación aplicable actualmente en España nos lleva a la aplicación de la Ley 6/2023, de 17 de marzo, de los Mercados de Valores y de los Servicios de Inversión que es la Ley Marco que permite la representación de valores negociables mediante sistemas basados en tecnologías de registro distribuido.

Por lo tanto estamos viendo una tendencia global de ir abrazando y admitiendo este tipo de tecnologías que vienen para quedarse; no obstante quedan muchas lagunas y muchos aspectos que corregir.

Sin ir más lejos, el Reglamento UE 2023/1114 relativo a los mercados de criptoactivos (MiCA) es un reglamento que entró en vigor en Europa en abril de 2023 que tiene como objetivo establecer normas para emisores de criptoactivos, y con la que pretenden entre otras cosas poder controlar e identificar de forma fácil a individuos usuarios de la *blockchain*, protegiendo dicen así a los pequeños inversores, dando seguridad jurídica y evitando la realización de transacciones ilícitas.⁸³

Es una regulación que sí soluciona problemas de los mencionados en el estudio, que implica, para su correcta aplicación de la cooperación de los proveedores de criptoactivos y de los consumidores para facilitar el rastreo de transacciones, pero que sin lugar a dudas, supone romper con los puntos fuertes que tiene esta tecnología, que precisamente es la descentralización, la ausencia de control y la libertad de pacto.

En este sentido, aunque más enfocado en la inteligencia artificial, el Parlamento Europeo ha aprobado la primera normativa sobre inteligencia artificial en la UE por la que se establecen obligaciones a proveedores y usuarios.

En esta normativa se produce una clasificación según el riesgo que tiene una determinada aplicación de la IA sobre las personas limitándose en cada caso lo que se considere oportuno.

La clasificación va desde riesgo inaceptable hasta alto riesgo, contando con una regulación enfocada a la protección del consumidor.

⁸⁰ [Canadá motiva la innovación en fintech y blockchain con "caja de arena" regulatoria para startups \(criptonoticias.com\)](#) (última fecha de acceso, 14/06/2024)

⁸¹ [Un informe parlamentario recomienda a Canadá reconocer la industria blockchain y elaborar estrategias al respecto \(cointelegraph.com\)](#) (última fecha de acceso, 14/06/2024)

⁸² [FAQ IFbasadosTRD.pdf \(cnmv.es\)](#) (última fecha de acceso, 14/06/2024)

⁸³ [Reglamento europeo sobre los criptoactivos \(MiCA\) | EUR-Lex \(europa.eu\)](#) (última fecha de acceso, 14/06/2024)

En resumen, estamos viendo cómo, poco a poco, los diversos estados e instituciones mundiales están tratando de regular esta tecnología en todas sus vertientes y, aunque les quede mucho por ahondar en esta materia para conseguir una regularización de sus diversos ámbitos, vemos ese acercamiento que por un lado es tan necesario, pero que por otro parece desnaturalizar el verdadero sentido de esta tecnología.

2.- PROYECCIONES SOBRE EL FUTURO DE LOS SMARTS CONTRACTS Y SU INTEGRACIÓN CON TECNOLOGÍAS EMERGENTES COMO LA IA.

Si una cosa está clara es que los contratos inteligentes han venido para quedarse. Son una tecnología novedosa, con amplios campos de aplicación y que ciertamente aporta numerosas ventajas en términos de eficiencia, reducción, de costes, e independencia de los particulares para regir sus propios negocios jurídicos.

Un aspecto positivo de la innovación es que tiende no sólo a crear nuevas formas de tecnología, o nuevos inventos que mejoren nuestras vidas, sino que innovar también es saber cómo recombinar o asociar elementos ya conocidos de forma que se cree una nueva aplicación tecnológica o se mejore de forma sustancial lo que ya había.

Pues esto es justo a lo que tiende la contratación inteligente, es una tecnología prematura, que necesita crecer a base de prueba y error, y que tiene una sinergia y se asocia perfectamente con otra tecnología novedosa como es la Inteligencia Artificial.⁸⁴

Mientras que la IA nos ayuda a valorar, comprender, reconocer y decidir, la *Blockchain* nos ayuda a verificar, ejecutar y registrar.

La integración de la IA en los contratos inteligentes permite solventar muchas de las carencias que hemos visto a lo largo del estudio.

A través de la IA podemos superar desde:

- La limitación en la interpretación de datos propia de los contratos inteligentes debido a su rígido lenguaje puede quedar solventada a través de la IA, permitiendo la introducción de términos más ambiguos como “buena fe”, o “buen padre de familia” propios del Derecho español y su interpretación utilizando diversas fuentes jurisprudenciales o datos recogidos en la propia IA, haciendo que estos términos puedan aplicarse e interpretarse en las diversas situaciones que se den.⁸⁵
- No solo eso, sino que, dado que como hemos visto, los contratos inteligentes tienen serias dificultades para manejar situaciones no previstas o excepcionales, a través de la IA podremos predecir y gestionar estas situaciones para lograr una herramienta jurídica más justa.⁸⁶
- Problemas respecto a la escalabilidad, pues la red *blockchain* tiene limitaciones a la hora de realizar un número concreto de transacciones por minuto. Con la IA se podrían optimizar el uso de recursos y mejorar la eficiencia operativa haciendo posible procesar gran cantidad de datos.⁸⁷

⁸⁴ Excelencia y confianza en la inteligencia artificial - Comisión Europea (europa.eu)

⁸⁵ La sinergia de la IA y la Blockchain: Transformando Industrias. | MapMetrics_(última fecha de acceso 10/ 07/2024)

⁸⁶ La sinergia de la IA y la Blockchain: Transformando Industrias. | MapMetrics(última fecha de acceso 10/ 07/2024)

- Por supuesto, una IA con conexión a internet, con acceso a ese ‘internet de las cosas’ es el mejor oráculo que un contrato inteligente puede tener, teniendo a disposición en tiempo real cualquier circunstancia que ocurra que pudiera afectar al contrato.
- Y relacionado con el primer apartado, la IA puede ayudar respecto la toma de decisiones en relación a las verdaderas intenciones de las partes.⁸⁸

Como vemos la complementariedad alcanza prácticamente a que la IA cubre todos los aspectos negativos que hemos mencionado en el estudio sobre los *smart contract*.

Sin embargo, esta tecnología es también muy prematura y quizá pase tiempo hasta que pueda acoplarse de forma eficaz a los contratos inteligentes aportando todas las ventajas mencionadas.

Además estamos viendo ya regulaciones encaminadas a limitar esta tecnología por lo que esto puede alargar el proceso de desarrollo de estas herramientas. Y es que, no digo que cierta regulación sea necesaria a finde evitar determinados abusos, pero hay que tener en cuenta que todas las trabas que pongamos tanto a esta tecnología como a la contratación inteligente van a ser un obstáculo al pleno funcionamiento de dicha herramienta pudiendo estar retrasando todos aquellos beneficios que la IA y la contratación inteligente tienen para aportar.

⁸⁷ Blockchain e inteligencia artificial (IA) | IBM(última fecha de acceso10/ 07/2024)

⁸⁸ Blockchain e inteligencia artificial (IA) | IBM(última fecha de acceso10/ 07/2024)

VI. CONCLUSIONES

1. RECAPITULACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN LLEVADA A CABO Y LAS CUESTIONES PRINCIPALES

Los *smart contracts*, son una herramienta que se está desarrollando de forma exponencial en los últimos tiempos. Es una de esas nuevas tecnologías que aparece cada cierto tiempo y que llega para quedarse y facilitarnos las transacciones y los acuerdos que día a día realizamos cada uno de nosotros.

La tecnología de la contratación inteligente permite no solo utilizar la tecnología actualmente disponible para lograr la mayor eficiencia y practicidad en la contratación entre particulares sino que además, unido a nuevas redes y plataformas como la cadena de bloques nos abre un mundo de posibilidades y abre la puerta a lo que podemos conocer como el nuevo paradigma de la contratación.

A través de la contratación inteligente se hace posible una nueva forma de relacionarse jurídicamente, una forma que sin lugar a dudas es más eficiente, es segura dado que ofrece seguridad frente a terceros, ofrece seguridad *inter-partes*, en tanto en cuanto la ley que rige su relación es lo fijado en el contrato sin que haya cambios imprevistos, y que no necesita de intermediarios para ejecutarse.

Pero muchos de estos beneficios, que sin lugar a dudas suponen un enorme avance, tienen sus contrapartidas quizá subsanables con el tiempo, pero que hoy hacen de esta tecnología no ser la óptima en todo tipo de escenarios.

Estamos ante una tecnología aún hoy demasiado rígida, no pudiendo recoger todo tipo de situaciones y poder adaptarse a ellas, sobre todo cuando se utiliza un lenguaje complejo en contrato o cuando se quieren regular situaciones complejas, abre una puerta a saltarse la legalidad pudiendo hacer eficaces contratos no sujetos a la legalidad, o firmados por alguna parte sin capacidad de contratación o incluso sin tener la forma establecida para esa determinada relación jurídica que en ocasiones tiene la finalidad de apoyar a la parte débil del contrato, dejándola vulnerable.

Pero si una cosa saco en claro de este estudio es, la enorme potencialidad que tienen este tipo de contratos, porque a efectos jurídicos, a mi parecer, son contratos a pesar de a lo que afirman algunos autores en la dirección opuesta.

Y es esta enorme potencialidad la que está llevando a tomar medidas preventivas desde muchos gobiernos y organismos internacionales en aras de evitar que la contratación inteligente escape de la legalidad vigente en cada jurisdicción, porque no podemos olvidar que toda buena oportunidad para obtener un avance como sociedad, también puede ser una oportunidad para que, a través de *malas praxis*, y llevado a su máxima, culmine con un retroceso irrevocable sobre todo en materia jurídica y legislativa.

2. REFLEXIÓN DE LOS SMARTS CONTRACTS EN LA ACTUALIDAD Y SU PROYECCIÓN A FUTURO

En este análisis también hemos podido comprobar que esta nueva tecnología no es un futurible, sino que ya es algo presente y tangible y de los que hemos podido conocer casos de aplicación funcionales.

Hemos visto como en materias donde la contratación regula situaciones objetivas, previsibles, y que no son excesivamente complejas es una herramienta muy eficiente y una alternativa a la contratación convencional muy competitiva.

En el mundo de las puestas, en materia de seguros o en materia de inversión, donde tienen perfectamente cabida, pero también se empieza a introducir en materia energética o medioambiental donde quizá su encaje es más complicado por la gran cantidad de situaciones a regular.

Pero considero que esta limitación durará lo que les cueste a otras tecnologías como las IAs desarrollarse. Pues es a través de estas como se logra suplir esos fallos de falta de flexibilidad y de adaptación propio de la contratación inteligente actual, haciendo de la Inteligencia artificial el complemento perfecto a la tecnología objeto del estudio.

Creo que es muy probable que en un futuro quizá más próximo que lejano la contratación inteligente empiece a generalizarse y normalizarse, sobre todo la que utiliza la *blockchain* como plataforma o soporte para ejecutarse.

Y retomando el apartado anterior, creo necesaria que la función reguladora y preventiva de los estados actúe para evitar injusticias, pero creo también necesario ser cautos y no caer en un excesivo autoritarismo o intervencionismo que nos prive o nos limite de aquellos beneficios que van a ser claves en el desarrollo de las sociedades de los próximos tiempos.

Así, acabo con la siguiente pregunta: ¿vamos a ser capaces de ir adaptándonos a los nuevos retos que proponen estas nuevas tecnologías para poder aprovecharlas sacándoles el máximo partido sin perjudicar a terceros, o quizá todo esto nos viene demasiado grande?

VII. ANEXO ÚNICO

```
var cake = {
  firstIngredient: "milk",
  secondIngredient: "eggs",

  thirdIngredient: "cakemix",
  bakeTime: 22
  bakeTemp: 420

  mixingInstructions: function() {
  return "Add " + this.firstIngredient + " to " + this.secondIngredient +
  " and stir with " + this.thirdIngredient + " and bake at " + bakeTemp +
  " for " + bakeTime + " minutes." ;
  }
};
```

VIII. BIBLIOGRAFÍA

ANDREAS M. ANTONOPOULOS, Dr. Gavin Wood (dir.), *Mastering Ethereum, building smart contract and DAPPS*, O'Reilly, 2019

[Ataque sin cuartel contra la privacidad \(youtube.com\)](https://www.youtube.com/watch?v=...)

[BetMatch: una solución de cadena de bloques para corredores de apuestas - Plato Data Intelligence \(zephyrnet.com\)](https://zephyrnet.com/...)

[BOE-A-2019-15790 Real Decreto-ley 14/2019, de 31 de octubre, por el que se adoptan medidas urgentes por razones de seguridad pública en materia de administración digital, contratación del sector público y telecomunicaciones.](https://www.boe.es/...)

[Canadá motiva la innovación en fintech y blockchain con "caja de arena" regulatoria para startups \(criptonoticias.com\)](https://criptonoticias.com/...)

CORRALES M. y FENWICK M., *Legal Tech, Smart Contracts and Blockchain*, Springer, U. Kyushu, 2019

DANNEN, C., *Introducing Ethereum and solidity, foundations of cryptocurrency and blockchain Programming for Beginners*, Apress

[Excelencia y confianza en la inteligencia artificial - Comisión Europea \(europa.eu\)](https://europa.eu/...)

[FAQ IFbasadosTRD.pdf \(cnmv.es\)](https://cnmv.es/...)

GATES, M., *Blockchain, ultimate guide to understanding blockchain, bitcoin, cryptocurrencies, smart contracts and the future of money*, 2017

International Scientific Conference of Special Importance: *Transformative Technologies: Legal and Ethical Challenges of the 21st Century*, 2020

Isa, A., *Blockchain and Smart contracts in Smart Grids*, U. China of Mining and Technology, 2021,

LEGEREN-MOLINA, A., Los contratos inteligentes en España, 2018,

MORELL-RAMOS, J., “*Como crear un Smart Contract mediante términos y condiciones*”, Términos y Condiciones, 2016.

[Our Company \(arbol.io\)](http://arbol.io)

[¿Qué son los nodos blockchain y Bitcoin? \(blockchain-media.org\)](http://blockchain-media.org)

[Reglamento europeo sobre los criptoactivos \(MiCA\) | EUR-Lex \(europa.eu\)](http://eur-lex.europa.eu)

ROLDÁN MARTÍNEZ, A., *La persona en el S. XXI. Una visión desde el Derecho*, Aranzadi, 2019

SALA CLIMENT, M.T., *Smart legal contracts, el uso de tecnologías emergentes para la automatización de todo o parte del ciclo de vida del contrato*, Dr. Fernando Gómez (dir.), 2022

Soliditylang.org

TAPSCOTT, D. y TAPSCOTT. A., *Blochchain Revolution*, Deusto, 2017

TUR FAÚNDEZ, C., *Derecho de las nuevas tecnologías*, Guillermo Cerdeira y Moisés Barrio (dir.) Reus, 2018

[Un informe parlamentario recomienda a Canadá reconocer la industria blockchain y elaborar estrategias al respecto \(cointelegraph.com\)](http://cointelegraph.com)

VEIGA COPO. A., *Smart contract y contrato de seguro. Una Ecuación asimétrica y no sólo algorítmica*, U. Pontificia Comillas de Madrid, 2020

WERBACH. K, CORNELL. N, *Contracts ex machina*, 2017, U. Pensilvania