

## Hacia una *smart property* inmobiliaria: tokenización, *internet of things* y blockchainización registral\*

Towards a smart real estate property: Tokenization, Internet of Things and land registry blockchainization

Cristina Argelich Comelles 

Profesora Doctora de Derecho Civil, Universidad de Cádiz, España  
[cristina.argelich@uca.es](mailto:cristina.argelich@uca.es)

### Resumen

El presente trabajo aborda la implementación civil y registral de una *smart property* inmobiliaria en España, a la luz de la experiencia comparada. Para ello, se formula una teoría general y remedios para la *smart property* inmobiliaria, evolucionando hacia la adaptación del contrato y la ejecución de las garantías, así como un Registro de la Propiedad blockchainizado. La *smart property* inmobiliaria requiere de la Tokenización de la propiedad, la reformulación de la *traditio*, y la implementación de la *Proptech*, en particular, el *Internet of Things*, para conseguir una correcta vinculación y control remoto entre una finca y su correspondiente activo digital operado en una *blockchain*. Finalmente, se examinará la necesaria blockchainización registral y sus adaptaciones legales, así como el papel del *Land Registry Interconnection* y la plataforma IMOLA en la Unión, y de *Alastria Blockchain Ecosystem* en España para la consecución de una *smart property* inmobiliaria.

**Palabras Clave:** derecho de propiedad; *smart property*; tecnología *blockchain*; Tokenización; Internet de las cosas.

### Abstract

This paper addresses a civil and land registry implementation of smart real estate property in Spain, from a comparative perspective. To this end, the work proposes a legal theory and remedies for smart real estate property, evolving towards contract adaptation, guarantees execution and land registry blockchainization. A smart real estate property requires property Tokenization and its conveyancing, and Proptech implementation, in particular, the Internet of Things, in order to associate and control goods and their corresponding digital assets on blockchain. Finally, the paper argues for a land registry blockchainization, according to the Land Registry Interconnection and the IMOLA platform in the EU, and the Alastria Blockchain Ecosystem in Spain, to shape a smart real estate property.

**Keywords:** property; smart property; blockchain technology; Tokenization; Internet of Things.

## SUMARIO

1. CONSIDERACIONES PRELIMINARES ACERCA DE LA *SMART PROPERTY* Y EVOLUCIÓN MUNDIAL DE LA BLOCKCHAINIZACIÓN DE LA PROPIEDAD INMOBILIARIA. 2. TEORÍA GENERAL Y REMEDIOS PARA UNA *SMART PROPERTY* DEL S. XXI: REVISIÓN DE LA CONCEPTUACIÓN DE NICK SZABO EN 1996. 2.1. Exégesis de la *smart property*: Tokenización de los derechos reales inmobiliarios para la adquisición originaria y *smart contracts* traslativos para la adquisición derivativa. 2.2. Remedios privados frente al incumplimiento: el *smart lien* de Szabo vs. adaptación del contrato y ejecución de las garantías reales. 2.3. Del *property club* de Szabo al Registro de la Propiedad blockchainizado. 3. UNA *SMART PROPERTY* MEDIANTE LA TOKENIZACIÓN INMOBILIARIA Y LA *PROPTECH*: VINCULACIÓN ENTRE LOS BIENES *OFF-CHAIN* Y LOS ACTIVOS DIGITALES *ON-CHAIN*. 3.1. La Tokenización de la propiedad inmobiliaria para su control remoto y funciones de los tokens. 3.2. La Tokenización de la *traditio*. 3.3. La *Proptech* para la gestión remota de la propiedad inmobiliaria: especial atención al *Internet of Things*. 4. LA BLOCKCHAINIZACIÓN DEL REGISTRO DE LA PROPIEDAD: EL *LAND REGISTRY INTERCONNECTION* Y LA PLATAFORMA IMOLA DE LA UNIÓN, Y *ALASTRIA BLOCKCHAIN ECOSYSTEM* EN ESPAÑA. 4.1. El derecho inmobiliario registral a la luz de la blockchainización: la función calificadora del Registrador de la Propiedad y la usucapión *contra tabulas*. 4.2. REGTURI como aplicación de la tecnología *blockchain* al Registro de la Propiedad en España. 5. REFLEXIONES PROSPECTIVAS ACERCA DEL DERECHO DE PROPIEDAD: TECNOLOGÍA *BLOCKCHAIN*, INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y REALIDAD AUMENTADA.

### 1. CONSIDERACIONES PRELIMINARES ACERCA DE LA *SMART PROPERTY* Y EVOLUCIÓN MUNDIAL DE LA BLOCKCHAINIZACIÓN DE LA PROPIEDAD INMOBILIARIA

El término *smart property* fue acuñado por Nick Szabo<sup>1</sup> en 1996 como extensión del concepto de *smart contract* al derecho real de propiedad. En 1998, completó dicha categoría en otro artículo<sup>2</sup> científico referido a una propiedad puramente informática, a la que denominó *bit gold* y que fue el origen conceptual de las criptomonedas. A Szabo debemos reconocerle el mérito de imaginar el futuro, pues la tecnología de entonces y la normativa no posibilitaban la *smart property* materialmente.

La pretensión de este trabajo es revisar jurídicamente la *smart property* de Szabo, configurando su implementación civil y registral en el ámbito inmobiliario desde una óptica comparada. Es necesario indicar que, a la fecha de cierre de este artículo, no existe ningún estudio publicado que configure como tal una *smart property* inmobiliaria y sus adaptaciones legales, más allá de la propuesta de Szabo. Esta contribución científica se basa en la formulación de una teoría general, remedios privados y los ajustes legales derivados de la aplicación de las nuevas tecnologías a la propiedad inmobiliaria: la tecnología *blockchain* en la contratación y en el Registro de la Propiedad, la Tokenización, y el *Internet of Things* o Internet de las cosas, en adelante IoT.

Con el objetivo de contextualizar la importancia de la vinculación entre la tecnología *blockchain* –a la que atenderemos posteriormente<sup>3</sup>– y el derecho de propiedad, aludimos a la *Foundation for International Blockchain and Real Estate Expertise*, en adelante FIBREE. Esta institución global publica anualmente las aportaciones más relevantes de esta tecnología al ámbito inmobiliario. En el *FIBREE<sup>4</sup> Industry Report Blockchain Real Estate 2020*, se aluden las realidades y potencialidades que centrarán el examen del presente trabajo, y que

desarrollaremos más adelante<sup>5</sup>: por una parte, la vinculación entre *blockchain*, el IoT y la Inteligencia Artificial; y, por otra parte, el aumento de la liquidez que permite la Tokenización inmobiliaria.

Para concluir estos apuntes introductorios, indicamos que, en el informe de FIBREE, España se encuentra en el sexto lugar del top 10 de Estados que impulsan el desarrollo de productos *blockchain* para el derecho de propiedad, con un total de 12 iniciativas; Estados Unidos encabeza el ranquin<sup>6</sup> con un total de 72 iniciativas. Madrid se encuentra en el séptimo lugar del ranquin<sup>7</sup> de las 20 ciudades con más iniciativas *blockchain* para el derecho de propiedad. Además, este informe señala que España se encuentra en un nivel 1 sobre 5 de integración con *blockchain*, lo que supone que nos encontramos en un sistema de contratación *paperbased* y parcialmente digital, con la siguiente implementación: un 9% por Administraciones Públicas; un 17% por Empresas de menos de 200 trabajadores; un 58% por *start-ups*; y un 16% por empresas de más de 200 trabajadores.

## **2. TEORÍA GENERAL Y REMEDIOS PARA UNA SMART PROPERTY DEL S. XXI: REVISIÓN DE LA CONCEPTUACIÓN DE NICK SZABO EN 1996**

En el primer trabajo referenciado<sup>8</sup>, Szabo configura el concepto de *smart property* como la implementación de un *smart contract*<sup>9</sup> a un objeto, esto es, “embedding smart contracts in physical objects” y lo define como “software or physical devices with the desired characteristics of ownership embedded into them”. Szabo describe diversos métodos para implementar la *smart property*, como la *Operation Necessary Data* u OND o el uso de *engrained immobilizing* o dispositivos inmovilizadores, todo ello sin el control remoto que formulamos y que posibilita la Tokenización<sup>10</sup>. En la actualidad, y con el desarrollo de la tecnología *blockchain*<sup>11</sup> de la que no se disponía entonces, precisamos que no se trata de incrustar un *smart contract* a un bien o crear un software u objeto que contenga las características de la propiedad, lo que aludiría a la Tokenización de bienes. Por el contrario, se trata de implementar esta tecnología a un objeto con la finalidad de controlar y monitorizar remotamente la propiedad al minuto, lo que incide especialmente en: la adquisición originaria o derivativa de la propiedad, su uso y la facultad de exclusión; la fragmentación en derechos reales limitados; y, finalmente, la extinción. En cuanto a la facultad de exclusión, el propio Szabo había imaginado que la *smart property* proporcionaría el control de las llaves de acceso a la propiedad, basándose en las cláusulas del *smart contract*; hoy, el IoT permite el control del uso y de la facultad de exclusión mediante el cambio remoto de las claves para acceder al inmueble.

### **2.1. Exégesis de la *smart property*: Tokenización de los derechos reales inmobiliarios para la adquisición originaria y *smart contracts* traslativos para la adquisición derivativa**

El origen de la *smart property* depende de la adquisición de los derechos reales, *ex art.* 609 CC: para la adquisición originaria, debe producirse directamente la Tokenización del derecho real inmobiliario en una plataforma *blockchain*, para su control remoto; y, en la adquisición derivativa, mediante la celebración de un *smart contract* traslativo en una plataforma *blockchain* para, posteriormente, utilizar dicha tecnología para tokenizar el objeto del contrato en la plataforma. Como vemos, la Tokenización constituye el culmen de la *smart property*, ya sea de manera directa, como en la adquisición originaria, o indirecta en la derivativa. Por ello,

profundizaremos más adelante<sup>12</sup> en la Tokenización, atendiendo especialmente a las funciones de los tokens y a la Tokenización de la *traditio*, para abordar a continuación los *smart contracts* traslativos sobre bienes inmuebles; en particular, se examinarán sus requisitos, los remedios privados frente al incumplimiento, referidos a la ineficacia en sentido estricto –por tratarse de eventos no programables en la *blockchain*–, y la aplicación de dicha tecnología al Registro de la Propiedad.

En cuanto a la *smart property* surgida de un *smart contract* traslativo como título de la adquisición derivativa, podemos indicar que estos contratos<sup>13</sup> sustituyen su tradicional clausulado por un código informático condicional. Este código debe tener una estructura *if/then/else*: si se cumple una premisa o supuesto de hecho “*if*”, se automatiza la consecuencia jurídica o una prestación “*then*”; si no se cumple, se ejecuta una acción prevista como “*else*”, a la que denominaremos jurídicamente remedio. De esta manera, el *smart contract* es el código informático que contiene las cláusulas contractuales y sus remedios, se programa mediante un módulo formado por un código virtual<sup>14</sup>. Una vez incorporado a la *blockchain*<sup>15</sup>, procesa la información y, conforme a la programación, autoejecuta las prestaciones: esto es, el código informático se activa mediante la producción del evento externo del que dependa dicha ejecución –con la conexión del objeto del contrato al IoT–, o su activación por las partes.

En el trasfondo de esta programación, en realidad es donde está la clave de la tarea del programador: prever en el código informático las distintas eventualidades que puedan manifestarse en la fase de ejecución. En última instancia, una adecuada programación permite prescindir de la jurisdicción, salvo para los casos de imposibilidad sobrevenida, en las prestaciones específicas, y los casos en los que proceda la aplicación de la cláusula –implícita– *rebus sic stantibus* y sus expresiones, contenidas en la regulación de diversos Estados europeos y los Principios UNIDROIT.

Todos los *smart contracts* presentan una serie de características<sup>16</sup> comunes: en primer lugar, se trata de un conjunto de pactos arbitrados mediante un código informático; en segundo lugar, su materialización se contiene en el *digital form* del contrato, como ya sucede en la contratación electrónica, y además la programación de su ejecución, que constituye su novedad; y, finalmente, los protocolos<sup>17</sup> informáticos que se incluyen en el *smart contract* automatizan las prestaciones. Del concepto y características de los *smart contracts* destacamos que son contratos autoejecutables, por el código informático, autosuficientes, por no requerir de acción humana, y autoejecutables o *enforceables* mediante su programación.

Como observamos, la confianza en la contraparte<sup>18</sup> se coloca en un algoritmo que automatiza las consecuencias jurídicas del contrato. En un contrato autoejecutado, la confianza de las partes pierde relevancia a favor del cumplimiento de las prestaciones, pues su incumplimiento resulta antieconómico y sus consecuencias negativas son automáticas, porque la identidad<sup>19</sup> de la contraparte queda registrada. Ello permite que la exigencia de la confianza, sobretodo basada en la solvencia, se desvanezca, pues el riesgo desaparece porque el *smart contract* registra el incumplimiento y automatiza sus consecuencias. Esta identificación presenta ventajas sobre todo en la contratación electrónica con grandes plataformas, tan extendida en la actualidad, y en la contratación entre ausentes. Además, para los incumplimientos previstos por el *smart contract*, ni siquiera es necesario acudir a la jurisdicción, que quedará reservada para aquellos casos que presenten una complejidad que supere al código informático: por ejemplo, los que requieran de una valoración subjetiva, por la atención a conceptos jurídicos indeterminados o elementos no programables; los que atiendan a sujetos o conceptos tasados en la normativa o en la jurisprudencia; y los supuestos que originen responsabilidad civil o su exoneración por caso fortuito o fuerza mayor.

El cumplimiento de las prestaciones se comprueba mediante un ordenador que verifica los eventos externos para automatizarlas, prescindiendo de una autoridad central<sup>20</sup> o un mecanismo de ejecución externo. Ante la producción de un determinado evento o el vencimiento del plazo para el cumplimiento de una obligación, el protocolo informático automatiza la ejecución contractual, programada con un código informático que arbitra el cumplimiento. Como vemos, es posible programar el concepto jurídico de condición del art. 1113 CC, con los límites del art. 1116 y por ende del art. 1255, sometiendo la eficacia o ineficacia futura a un evento externo al contrato, pero previsto en el código informático.

Finalmente, indicamos que, de la misma manera que se mecanizan las prestaciones, también se automatizan las consecuencias frente al incumplimiento en forma de remedios privados, reduciendo el fraude<sup>21</sup> y el error humano. La principal manifestación de esta autoejecución del contrato son las consecuencias frente al impago: la imposibilidad de utilizar el objeto del contrato. Sin embargo, esta automatización contractual de la tecnología *blockchain*<sup>22</sup> requerirá de un examen más profundo cuando el objeto del contrato recaiga sobre un bien que afecte a las necesidades básicas o a la seguridad del deudor, esto es, cuando impida mitigar las consecuencias materiales de los resultados inadecuados, especialmente cuando tengan carácter irreversible. Estas consecuencias pueden evitarse con la conexión del objeto del contrato mediante el IoT a la red, como analizaremos más adelante<sup>23</sup>. El IoT permite integrar el objeto en el *smart contract*, como puede ser un vehículo en un contrato de seguro<sup>24</sup> o en un préstamo para su adquisición. Esta conexión hace posible su control<sup>25</sup> porque el *smart contract* no puede *per se* adaptar la codificación sin la vinculación del objeto mediante el IoT, pues este instrumento posibilita la recepción de los eventos externos que le afecten y la incorporación de sus consecuencias jurídicas al contrato.

## 2.2. Remedios privados frente al incumplimiento: el *smart lien* de Szabo vs. adaptación del contrato y ejecución de las garantías reales

En cuanto a los remedios privados frente al incumplimiento, encontramos algunos que precisan sustanciales matices para que puedan ser aplicados en la actualidad. Szabo<sup>26</sup> planteó una *smart lien* a modo de “cláusula de desvinculación” frente al impago del deudor. Para ello, proponía la constitución de un derecho de retención a favor del acreedor de un préstamo celebrado para la adquisición de un vehículo, una desvinculación que matizaba en el caso de que el vehículo se encontrase en movimiento para garantizar la seguridad del deudor. Para implementar la *smart lien*, previó un *secret sharing* a fin de realizar un intercambio secreto de dos o más claves que desbloqueasen el cifrado.

La *smart lien* que proponía consiste en el arbitrio del traspaso posesorio del vehículo al acreedor en caso de impago, sin que se desprenda del redactado que ello implicase ningún pacto comisorio; recordemos que se encuentra vetado implícitamente –arts. 1859 y 1884 CC– por constituir un enriquecimiento injusto, pues la falta de pago del deudor puede enmendarse mediante otros remedios privados, como el embargo de bienes con posterior ejecución, regulado en los arts. 584-633 LEC. Sirva como justificación que este traspaso posesorio tiene limitaciones cuando el poseedor inmediato sea el deudor, por razones de seguridad, pues los ejemplos que menciona Szabo se refieren a un contrato de seguro y a una línea de crédito, y no a la *smart property* inmobiliaria que tratamos de elaborar y conceptualizar.

La previsión del *lien* o derecho de retención que defendía Szabo tenía como objetivo dotar de eficacia real a las reclamaciones del cumplimiento de las prestaciones del deudor, y así garantizar su ejecución material. En la actualidad, el *lien* se aplica al derecho de retención que

tiene el armador de un buque durante el viaje marítimo sobre un bien que se encuentre en su posesión inmediata, pero cuya propiedad y posesión mediata sea del fletador, para asegurar el cumplimiento del *charterparty*. Este derecho, conocido como póliza o contrato de fletamento por tiempo o por viaje, está regulado en los arts. 237 y 238 de la Ley 14/2014, de 24 de julio, de Navegación Marítima<sup>27</sup> y se dispone como *contractual lien*.

Szabo configuró este derecho de retención como un desincentivo frente al incumplimiento, aspecto que compartimos. Asimismo, lo conceptuaba como un instrumento para distribuir una parte del derecho de propiedad entre el *owner of record* o propietario registrado, frente al *lienholder* o titular del derecho de retención, cuando el deudor no disponga de suficiente *reputation capital* o solvencia. Para este fin, proponía la constitución de un *secure lien* o una propiedad compartida entre acreedor y deudor, algo que no compartimos por las siguientes razones. En nuestra opinión, debería referirlo a una garantía real del derecho de crédito para la adquisición de la propiedad de que se trate, pues la propiedad compartida no requiere de un derecho de crédito que lo sustente ni una vinculación contractual entre los propietarios; ello puede comprobarse en la regulación de la *Shared Ownership*, de Inglaterra y Gales, y el posterior *legal transplant* de la propiedad compartida en los arts. 556-1 a 556-12 del Código Civil de Cataluña.

Advertimos, además, que del redactado se desprende que Szabo –programador, criptógrafo y jurista– asimila propiedad y posesión, a pesar de tratarse de nociones diáfanas en el Derecho comparado, puntualizando que en el *Common Law* la posesión es considerada un derecho de propiedad: convierte al acreedor en copropietario a su vez, y lo configura literalmente como alternativa a que la propiedad tenga estrictamente un propietario. Nuevamente discrepamos por razones posesorias, pues el interés del acreedor se satisface con el pago de la deuda, conforme al art. 1110 CC, y no se identifica con la posesión inmediata sobre un bien. Como es bien sabido, el régimen jurídico de la comunidad de bienes –arts. 400-406 CC– tiende a su extinción y la consolidación de la propiedad a favor del copropietario más solvente, por su difícil gestión práctica. Por tanto, el acreedor cuyo deudor sea insolvente, objetivamente, solo tendrá interés en dicha posesión inmediata cuando se manifieste la insolvencia del deudor y las garantías personales no sean suficientes, momento en el que ejecutarán las garantías reales aparejadas a su derecho de crédito.

### 2.3. Del *property club* de Szabo al Registro de la Propiedad blockchainizado

En el segundo trabajo citado<sup>28</sup> al inicio del presente estudio, Szabo propugna la existencia de un Registro de la Propiedad a modo de base de datos de títulos, con carácter descentralizado o distribuido y, por tanto, seguro, en virtud del control externo de su inalterabilidad. Los registros escritos son vulnerables a la pérdida o falsificación, y los registros electrónicos centralizados adolecen de vulnerabilidad frente a ataques informáticos. Szabo proponía la creación de una base de datos replicada en la que controlar la propiedad sobre bienes muebles e inmuebles, con la finalidad de que el registro permaneciese inalterado en caso de catástrofe. En la actualidad, todo ello queda solucionado con la tecnología *blockchain* y su aplicación al Registro de la Propiedad, por tratarse de un registro descentralizado, inalterable y seguro.

En este registro, siguiendo a Szabo, la propiedad estaría representada por *títulos*, lo que se corresponde en nuestro Derecho con el folio real de cada finca registral, según el art. 9 LH. Estos títulos se refieren a la propiedad y la clave pública, correspondiente a una clave privada del propietario actual, que ha sido firmada por los anteriores propietarios y forma una cadena de

títulos, como exige el tracto sucesivo de las inscripciones registrales contenido en el art. 20 LH. Los nombres de los títulos pueden describir completamente la propiedad a modo de *namespace*, o bien pueden consistir en etiquetas referidas a la propiedad, lo que identificamos con el código registral. Szabo indicaba que en dichas etiquetas pueden incluirse mapas o escrituras, lo que alude en la actualidad a una blockchainización del Catastro y su vinculación con el Registro de la Propiedad, así como la incorporación blockchainizada de la escritura pública de compraventa de la finca de que se trate.

La propuesta registral de Szabo va más allá de lo explicado hasta ahora, pues desgranaremos los matices que exigen otras consideraciones que formula. Pretendía crear un Registro de la Propiedad a modo de *property club*, desvinculado de cualquier organización estatal y con autogobierno a modo de organización paralela: ello implica la existencia de reglas de entrada e incluso de atribución de títulos de propiedad para obtener la mayoría de los apoyos de la organización, lo que describe como *voting-or-reformation method*. Consideramos que este sistema alternativo al Registro de la Propiedad sería inviable en la actualidad, y ya contamos con experiencias nefastas de registros paralelos como el MERS<sup>29</sup> en Estados Unidos. El MERS consistió en un registro privado de títulos de propiedad y préstamos hipotecarios, que fomentó la refinanciación indefinida de créditos incobrables y contaminó de activos tóxicos todo el sistema financiero, por los que desaconsejamos su implementación en otros ámbitos. Resulta más adecuado implementar la tecnología *blockchain* en el Registro de la Propiedad<sup>30</sup>, para automatizar algunas de sus funciones y dotar de mayor seguridad al sistema, dejando que los Estados que carezcan de Registro de la Propiedad puedan implementar dicha tecnología para facilitar sus transmisiones.

Partiendo de esta idea de Szabo, podemos vislumbrar como se organizaría la Tokenización de activos inmobiliarios. Para ello, modificaremos el funcionamiento del *property club* que describe, remarcando su función de complementar al Registro de la Propiedad y automatizar su gestión. Por una parte, los *servers* o titulares registrales pueden mantener de forma segura sus derechos de propiedad, lo que alude al control remoto y síncrono que permite la Tokenización de bienes operada en una *blockchain*, y transferirlos a solicitud de otros titulares de una manera segura e inalterable. La base de datos es pública, por lo que reiteramos su función garantista de la transmisión de bienes y la publicidad de las titularidades inscritas en el Registro de la Propiedad. La ventaja de utilizar este instrumento es que los servidores no pueden falsificar adquisiciones, lo que elimina en la práctica la doble venta y los desajustes civiles derivados del principio de prioridad registral, *ex art. 17 LH*. Ello es posible mediante la *Proof of Stake* o prueba de participación en el sistema de minado, porque permite aumentar la descentralización; por el contrario, si se utiliza la *Proof of Work* o prueba de trabajo, cabría la posibilidad de que el titular opere en diversas plataformas *blockchain*, con los problemas derivados del principio de prioridad registral. Asimismo, como *blockchain* automatiza la ejecución y registro de las adquisiciones que reúnan los requisitos legales, bloquea a su vez cualquier conducta humana dilatoria que afecte a la calificación del Registrador de la Propiedad.

### **3. UNA SMART PROPERTY MEDIANTE LA TOKENIZACIÓN INMOBILIARIA Y LA PROPTECH: VINCULACIÓN ENTRE LOS BIENES OFF-CHAIN Y LOS ACTIVOS DIGITALES ON-CHAIN**

Respecto de la Tokenización<sup>31</sup>, profundizando en lo señalado al inicio de este trabajo, indicamos que, técnicamente, un token es un metadato o referencia criptográfica sobre un

registro de tipo descentralizado como *blockchain*, a modo de unidad de valor; se trata de un identificador, que regresa a los datos sensibles mediante la plataforma en la que opera. De esta manera, la Tokenización aplicada a los bienes inmuebles es un método para convertir derechos en un activo digital que, operado en una *blockchain*, se corresponda con el control de un activo real y tangible, como una vivienda, situado en un entorno *off-chain* pero vinculado remotamente a su control *on-chain*. Esto es distinto en el ámbito de las criptomonedas, pues es posible que un token *on-chain* y, por tanto, intangible, sea objeto de un contrato; un ejemplo sería la compraventa de *CryptoKitties*, como juego desarrollado en la plataforma *Ethereum* para la transmisión de gatos virtuales. Estas fichas digitales tienen propiedad intelectual<sup>32</sup>, y se someten a una programación informática que las hace susceptibles de ser objeto de *smart contracts*. Recordamos que también es posible la Tokenización de bienes muebles, con la finalidad de adquirir la propiedad u otro derecho real limitado mediante una plataforma P2P que vincule los *smart contracts* y la tecnología *blockchain* con la transmisión de los tokens correspondientes.

En la Tokenización de bienes inmuebles<sup>33</sup> se crean tokens o fichas virtuales que representan un derecho real sobre un bien inmueble, aunque en este trabajo nos centraremos en el derecho de propiedad. El valor del token corresponderá al valor inicial de su lanzamiento, sujeto a las variaciones del propio mercado inmobiliario. El inversor, además de poseer un token negociable en una plataforma P2P, también podrá convertirlo en una criptomoneda susceptible de ser utilizada indirectamente como método de pago en otra plataforma vinculada. Por ejemplo, la plataforma *Blockchain* habilita la conversión de las criptomonedas en saldo canjeable en *PayPal*. Este mecanismo posibilita el abono del precio o una eventual plusvalía por la venta del inmueble.

El *FIBREE*<sup>34</sup> *Industry Report Blockchain Real Estate 2020* indica que la principal ventaja de la Tokenización inmobiliaria es el *boost liquidity* o el aumento de la liquidez. En concreto, la Tokenización permite aumentar la demanda, porque los algoritmos y el *machine learning* realizan un tratamiento de datos de miles de transacciones apto para operar en las *tokenization platforms*. Por otra parte, el aumento de la presencia de bienes tokenizados en la misma área geográfica hará que estas propiedades aumenten de valor. A su vez, se fomenta que los propietarios ejecuten mejoras en los inmuebles que incrementen el valor de la propiedad tokenizada. La aplicación extensiva de *blockchain* en el ámbito inmobiliario tendrá como efecto la democratización del coste del crédito; resulta factible que el coste del crédito para la adquisición de una propiedad tokenizada sea más bajo que en una propiedad no tokenizada, para fomentar su compra y por el control remoto que permite también para el acreedor. Ello redundará en el incremento del valor de la propiedad tokenizada sin incrementar el coste del crédito para la adquisición de dicha propiedad.

### **3.1. La Tokenización de la propiedad inmobiliaria para su control remoto y funciones de los tokens**

La Tokenización de bienes inmuebles implica la traslación de la individualización física y jurídica al token. En otras palabras, el código registral y, en su caso, la georreferenciación que identifique a la finca registral, se contendrán en el token y posibilitarán el control remoto de dicha propiedad. En sentido contrario, sin una vinculación permanente del token al activo real que representa y que contenga con exactitud sus datos registrales, no es posible hablar de una verdadera *smart property*.



El objeto de la Tokenización inmobiliaria se refiere a los derechos reales inscribibles en el Registro de la Propiedad y contenidos en el art. 2 LH. Para ello, es necesario la aplicación de la tecnología *blockchain* para el control remoto de dicha propiedad, sin que se precise del IoT, porque solo tendrá sentido para el control de acceso y de los bienes muebles que lo integren, posibilitando su aplicación a fincas urbanas y rústicas. Por tanto, la tecnología *blockchain* permite automatizar las prestaciones de los contratos traslativos de dominio, y la Tokenización vincula el control de los bienes objeto del contrato al propietario mediante tokens operados en una *blockchain*. La Tokenización, en realidad, digitaliza<sup>35</sup> de la propiedad y sus facultades inherentes, de modo que su administración y disposición es programable, permitiendo su control mediato a tiempo real mediante la tecnología *blockchain*. *Blockchain* y *Ethereum*, que son las principales plataformas de tecnología *blockchain*, permiten entre tres y seis transacciones por segundo, una cifra que *Ethereum* prevé incrementar hasta 1 millón por segundo, lo que facilitará la Tokenización de inmuebles por la rapidez, sin que necesariamente se incrementen las transmisiones.

FINMA<sup>36</sup>, que es el regulador financiero de Suiza, ha distinguido tres clases de tokens, según su función: los *payment tokens*, destinados a utilizarse como criptomonedas; los *utility tokens*, que proporcionan acceso digital a una aplicación o servicio; y los *asset tokens*, que representan activos como acciones, participaciones e incluso el derecho al pago de dividendos o de intereses. FINMA advierte<sup>37</sup> que pueden crearse *tokens híbridos*; ello sucederá, por ejemplo, en la criptomoneda *Ether*. En este caso, el *payment token* es utilizado como *utility token* a modo de *gas*, que es el coste de computación en la plataforma *Ethereum* para ejecutar *smart contracts*, a diferencia de la plataforma *Blockchain* que no repercute el coste del *gas* al usuario.

La principal ventaja de la Tokenización inmobiliaria es que permite transformar activos poco líquidos en instrumentos para obtener financiación, lo que proporciona liquidez inmediata al mercado inmobiliario en caso de transmisión, de forma similar al proceso de titulización hipotecaria. Por ejemplo, las plataformas P2P dedicadas al *crowdfunding inmobiliario* adquieren las propiedades y generan los tokens que se negocian en la plataforma *blockchain* correspondiente. Los tokens son divisibles y universales, de modo que, si aumenta su demanda, se va a reducir el denominado *descuento de liquidez*.

La Tokenización plantea dos retos<sup>38</sup> para el Derecho civil, en relación con el objeto contractual, en el sentido de incorporar un bien digital e inmaterial para la representación o control de un activo real. En primer lugar, la sustitución del objeto contractual del Derecho civil y su regulación legal por la regulación del *token*: en forma de mecanismo reputacional, a modo de aceptación de los términos y condiciones de uso<sup>39</sup> de la plataforma correspondiente; o, en el caso de tratarse de un modelo de acceso abierto, en forma de *core team*<sup>40</sup> o personas que controlan y desarrollan centralizadamente la plataforma. En segundo lugar, la determinación de la naturaleza real o personal de los derechos derivados de los *tokens*. Puede existir un token como derecho de crédito que obligue al deudor, por representar el derecho de un inversor a participar en los beneficios sobre la explotación de un derecho real.

Por ello, distinguimos<sup>41</sup> entre *the right to a token* o el derecho a un token, como en las criptomonedas, de *the rights certified by a token* o los derechos que represente, como el derecho de propiedad, pues ello hace que podamos diferenciar dos relaciones jurídicas: la del propietario del token respecto de terceros, y la del propietario del token y el emisor del token, como sucede en las criptomonedas. El *asset token* o token de activos tiene un emisor, que se convierte en deudor respecto del propietario del token en relación con las obligaciones que certifica para proveer un servicio online. La relación entre el emisor del token y el propietario es un derecho de crédito, como acreedor y deudor respectivamente, pero ello no convierte el

derecho del token como objeto del contrato en un derecho real, como sucede en las criptomonedas, cuando se trata de relaciones con terceros.

En consecuencia y para finalizar, resultan claves diversas cuestiones en aras de regular los tokens, por tratarse de un derecho real y un derecho de crédito según su ámbito material de aplicación: la pérdida de control sobre el token; la eventual alteración del token por un *hacker*; la protección *erga omnes*, de tratarse de un derecho real; la clase de posesión del token, que deberá ser mediata; y, finalmente, la imposibilidad de transmitir el token sin la intervención de mineros o terceros.

La solución que debería adoptarse al respecto es una adaptación legislativa para que el objeto tokenizado tenga las mismas garantías en el tráfico jurídico que el que no lo esté. La Tokenización inmobiliaria, como representación de un activo real, es instrumental al objeto al que se vincula digitalmente y, en consecuencia, el tratamiento legal tiene que ser parejo. Consideramos también que serían necesarias previsiones específicas para cada tipo de contrato, especialmente los que tengan eficacia real; en particular, necesitan dichas disposiciones aquellos cuyo objeto constituya una prestación periódica y recaiga sobre un bien inmueble, pues el transcurso del tiempo puede modificar el valor del objeto del contrato.

### 3.2. La Tokenización de la *traditio*

Tanto en la Tokenización de bienes inmuebles como muebles, resulta esencial que el token permanezca vinculado al objeto del derecho real, para que el activo digital tenga correspondencia posesoria con el activo real. Ello permite comprobar la existencia de los elementos de la adquisición derivativa y la extinción por pérdida o destrucción de la cosa. La comprobación material de la tradición –*ex art. 609 CC*– en la adquisición derivativa se concreta en las siguientes clases de tradición tokenizada, en correspondencia con los arts. 1462-1464 CC: en primer lugar, mediante la representación de la propiedad en el token, lo que se identifica con la *traditio ficta*; en segundo lugar, puede articularse con la comprobación mediante oráculos o terceros de confianza para un correcto traspaso posesorio como *tradición real*; y, finalmente, el cambio del título posesorio en caso de constitución de un derecho real limitado puede realizarse mediante el *constitutum possessorium*. Respecto de este último supuesto, aunque el art. 1463 CC lo refiera a bienes muebles, también se aplica dicha tradición a los bienes inmuebles, de acuerdo con la STS<sup>42</sup> de 26 de junio de 2008. La *traditio ficta*, por la configuración que hemos referido, resulta la más preferible por el automatismo en la transmisión de los tokens, pues la posesión queda materializada en un token que representa el bien al que está vinculado.

Otras opciones alternativas al uso de un tercero intermediario en una *blockchain* son *fábrica* y *harbor*, aunque ello supone un control centralizado que no proporciona tanta seguridad como los registros descentralizados de las plataformas de tecnología *blockchain*. El concepto de *fábrica* consiste en introducir una capa intermedia entre la plataforma P2P que ofrezca inmuebles y sus potenciales clientes para que esta capa actúe de tercero a modo de fideicomitente. La encomienda de *fábrica* es la de ser el receptor temporal de la propiedad para incluirla en un contrato operado en una *blockchain* y mediante unas APIS, que son unos protocolos informáticos para el intercambio de la información necesaria para formalizar un *smart contract*. Por su parte, *harbor* introduce la capa intermedia antes referida a modo de *Regulated token*, para comprobar el cumplimiento normativo de la transacción correspondiente. El *Regulated token* es un protocolo que comprueba la información de los inversores, y comprueba su dirección y la aprobación de la transacción.

En suma, tokenizar una propiedad inmobiliaria permite generar un token en un *smart contract* para dar un valor a ese token correspondiente al activo real, y en el caso de los derechos reales limitados mediante la división de la propiedad y la atribución parcial de tokens. Este control permanente del objeto y la facultad de exclusión materializan la *smart property* que Szabo<sup>43</sup> concibió. Asimismo, el token, como representación de un objeto contractual, habilita *per se* a exigir una determinada prestación relacionada con la entrega de la cosa u objeto contractual, porque extiende la tecnología *blockchain* a un bien.

### 3.3. La Proptech para la gestión remota de la propiedad inmobiliaria: especial atención al Internet of Things

El término *Proptech* se refiere a la aplicación de las nuevas tecnologías al mercado inmobiliario de servicios de construcción, mantenimiento o administración de inmuebles. En el mercado *Proptech*, se incluyen las *classfields* o plataformas de mercado, las plataformas P2P, el *Big Data*, el IoT, y el *Property Management Software* o las plataformas de inversión e hipotecas de realidad virtual. Hasta 2018, se contabilizaron en España un total de 238 *startups Proptech*, unas empresas que poseen 150 millones de euros en recursos y 5.500 personas empleadas, según el *Informe<sup>44</sup> Proptech 2019*, siguiendo una progresión a la alza desde 2013.

La Tokenización se encuentra muy vinculada al desarrollo tanto de la tecnología *blockchain* como del IoT<sup>45</sup>, por lo que deberemos prestar atención a una evolución difícil de prever. El IoT resulta útil para la administración del inmueble, el control de acceso y la conexión de los bienes muebles que lo integren, considerando la necesaria observancia del derecho a la intimidad y privacidad, mientras que la Tokenización permite el control mediato de la propiedad y los actos de administración y disposición que sean pertinentes, como hemos examinado<sup>46</sup>. El IoT, además, permite integrar un inmueble como objeto en un *smart contract*, una conexión que hace posible el control de su transmisión. El *smart contract* no puede *per se* adaptar la codificación sin la vinculación del objeto mediante el IoT, pues esta tecnología posibilita la recepción de los eventos externos que le afecten y la incorporación de sus consecuencias jurídicas al contrato. Por lo que se refiere a la fase de ejecución del contrato, el IoT puede servir para evitar errores o fraudes<sup>47</sup> en el uso, al tiempo que emite permanentemente información de lo que suceda en el interior del inmueble, controla un uso indebido y mide eventos externos mediante el uso de algoritmos conectados con el *Big Data*.

Las ventajas que plantea la aplicación del IoT son diversas. Por una parte, facilita la ejecución real del contrato, sin necesidad de un ordenador central en quien confiar la ejecución o de un acuerdo posterior de las partes. Por otra parte, la conexión del objeto contractual mediante el IoT desincentiva el incumplimiento, pues los remedios privados son automáticos y la principal prerrogativa para la contraparte es la posibilidad de inutilizar el objeto del contrato. Por ejemplo, en caso de impago, se puede cambiar la clave de acceso para impedir el uso de un inmueble siempre que no sea una vivienda habitual, pues ello podría conllevar una colisión de derechos constitucionales.

## 4. LA BLOCKCHAINIZACIÓN DEL REGISTRO DE LA PROPIEDAD: EL LAND REGISTRY INTERCONNECTION Y LA PLATAFORMA IMOLA DE LA UNIÓN, Y ALASTRIA BLOCKCHAIN ECOSYSTEM EN ESPAÑA

El Registro de la Propiedad necesita, para sobrevivir en la era digital, la incorporación de la tecnología *blockchain*<sup>48</sup>, pues este es el gran reto jurídico-privado del s. XXI, junto con la generalización de la contratación digital. En otras palabras, *blockchain* debe ser un aliado en el ámbito civil y registral en España, siguiendo la estela de Estados como Georgia<sup>49</sup> y Suecia<sup>50</sup>, y de otros<sup>51</sup> cuyos proyectos de incorporación de *blockchain* al Registro de la Propiedad se encuentran en fase de desarrollo. Incluso en el Reino Unido, donde no disponen de un Registro de la Propiedad público, el *HM Land Registry* de Inglaterra y Gales<sup>52</sup> utiliza la tecnología *blockchain*. De lo contrario, existe el riesgo evidente de que esta tecnología opere como un registro paralelo, cuyos problemas hemos examinado anteriormente<sup>53</sup>, o que directamente este entorno digital proporcione tanta confianza que haga prescindible la propia existencia del Registro de la Propiedad.

Por ello, desde el año 2019 se exploran las potencialidades de la tecnología *blockchain* en el Registro de la Propiedad por parte del Colegio de Registradores de la Propiedad de España y el *Alastria Blockchain Ecosystem*<sup>54</sup> o Consorcio Red Alastria, que es una asociación sin ánimo de lucro que fomenta la economía digital a través del desarrollo de una plataforma *blockchain*. En esta línea y a nivel europeo, la *European Land Registry Association* creará en 2021 la plataforma IMOLA, basada en el intercambio de datos para transacciones transfronterizas dentro de la Unión mediante el *Land Registry Interconnection*. Su finalidad es que los Registros de la Propiedad acaben siendo plataformas intermediarias online de las fincas inscritas<sup>55</sup>.

### 4.1. El derecho inmobiliario registral a la luz de la blockchainización: la función calificadora del Registrador de la Propiedad y la usucapión contra tabulas

El acceso de los títulos al Registro de la Propiedad, conforme al art. 3 LH, será posible para la Tokenización de bienes inmuebles mediante los títulos hábiles, mayoritariamente referidos a actos y contratos, que deberán tener incorporada la tecnología *blockchain* con anterioridad a la inscripción. En la donación inmobiliaria, por tratarse de un negocio unilateral y cuya formalización y aceptación exige de escritura pública, conforme al art. 633 CC, la Tokenización del bien se producirá antes de su acceso al Registro, en todo caso; lo mismo sucederá con otros derechos reales que exijan escritura pública para su constitución. Como la donación goza de eficacia tras su aceptación, y la escritura pública de donación requiere de la expresión de los bienes donados y su valor, cabe entender que también tendrán que figurar en ella los tokens que los representan.

Los títulos que accedan al Registro de la Propiedad deberán superar el control de legalidad en la calificación del Registrador, una función que *blockchain* puede facilitar en caso de adquisición, para proceder a inmatricular el bien o inscribir la transmisión que corresponda. Entre los efectos de la inscripción registral vinculados a la Tokenización inmobiliaria encontramos el principio de especialidad registral, previsto en el art. 9 LH y 51 RH, que es el que permite reflejar al titular registral cualquier circunstancia relativa a la naturaleza, condiciones y limitaciones del derecho real inscrito. Ello que incluye a los tokens como su representación digital, a la par que el titular del derecho real que corresponda será

tokenholder; en concreto, el token deberá reflejarse en el mismo asiento registral que el bien al que se refiere.

Además, la Tokenización asistirá la tarea registral de control de la legalidad de los actos o negocios jurídicos inscritos y la publicidad de las titularidades. Sin embargo, la tecnología blockchain en ningún caso se trata de una forma digital<sup>56</sup> de probar la existencia de un contrato. El término digital form alude a la codificación que opera en una blockchain, y no se refiere ni a la forma del negocio jurídico ni a su protección registral. En definitiva, el digital form debe referirse como formato digital, es decir, una vía para expresar digitalmente el mismo contenido que en un documento escrito y que goza de las características de seguridad e inmutabilidad de la tecnología blockchain. Ello es distinto de los acuerdos clickwrap y browsewrap<sup>57</sup>, pues se trata de medios electrónicos<sup>58</sup> para emitir el consentimiento como forma electrónica, y produce los mismos efectos que el prestado presencialmente, según el art. 23.2 de la Ley 34/2002, de 11 de julio, de servicios de la sociedad de la información y de comercio electrónico<sup>59</sup>.

En esta línea, la tecnología blockchain facilita la tarea de calificación del Registrador, pues mediante el cruce automático de datos con otras instituciones puede comprobar si un título es apto para su inscripción en el Registro de la Propiedad, promoviendo agilidad en dicha función sin que el uso de esta tecnología la sustituya. La función de blockchain es la de garantizar transparencia en la contratación mediante la inmutabilidad de los eventos registrados, y constituir un mecanismo para probar su existencia y contenido, sin que constituya un registro de derechos. La inscripción del bien tokenizado permite oponer erga omnes el derecho real y el token que lo representa, al amparo de sus principios hipotecarios. En caso contrario, tendría la eficacia de un documento privado, es decir, la de vincular inter partes el derecho real inmobiliario y el token. En definitiva, dicha tecnología constituye una nueva vía para la transmisión<sup>60</sup> del derecho real, al que deberá vincularse el token, mediante su emisión y las posteriores transmisiones.

Finalmente, esta realidad digital, por la garantía de la fecha y hora de entrada en el Registro y la inmutabilidad de los datos, va a evitar la consolidación de titularidades extrarregistrales, como la usucapión contra tabulas, e incluso como el propio Szabo<sup>61</sup> indica el delito de ocupación. Con anterioridad al surgimiento de la tecnología blockchain, cada adquisición de bienes tokenizados constaba de una fecha y hora determinada y, como caducaban, el propietario tenía que emitir una nueva transferencia a sí mismo antes del vencimiento. Para evitar los desajustes aludidos, entendemos que no es necesaria la imposición de la inscripción constitutiva por una razón: este entorno digital proporciona suficiente confianza para evitarlos, por lo que se utilizará la inscripción, además de para su eficacia erga omnes, para garantizar la inmutabilidad material del derecho real.

## **4.2. REGTURI como aplicación de la tecnología *blockchain* al Registro de la Propiedad en España**

El Colegio de Registradores de España presentó el 4 de octubre de 2019 el Proyecto REGTURI<sup>62</sup>, consistente en la implementación de la tecnología *blockchain* para el control en el Registro de la Propiedad de las viviendas turísticas inscritas. La plataforma REGTURI utilizará más de 1.100 nodos para conectar todas las oficinas, a los efectos de verificar y validar el uso turístico de la vivienda y generar un *identificador* con nota marginal en el Registro de la Propiedad. Esta *blockchain* recogerá la oferta de arrendamiento vacacional disponible, que en la actualidad no está recopilada en una plataforma pública para su consulta. Asimismo, aportará un *certificado turístico* que acredite que la vivienda se encuentra en el mercado de arrendamiento

turístico de forma regular, por lo que las oficinas del Registro de la Propiedad podrían comprobar su veracidad. Con el registro previo de una vivienda en REGTURI, las Juntas de Propietarios de viviendas en régimen de propiedad horizontal no podrán aprobar la prohibición estatutaria de destino al arrendamiento turístico de sus viviendas, contenido en el art. 17 apartado 12 de la Ley 49/1960, de 21 de julio, sobre propiedad horizontal<sup>63</sup>, apartado introducido por el Real Decreto-ley 7/2019, de 1 de marzo, de medidas urgentes en materia de vivienda y alquiler<sup>64</sup>.

En definitiva, el Colegio de Registradores ha diseñado un ecosistema digital de seguridad preventiva para evitar el fraude en el arrendamiento turístico. Mediante la tecnología *blockchain*, se van a interconectar las plataformas P2P, la Agencia Tributaria, las Fuerzas y Cuerpos de Seguridad del Estado, las Administraciones locales y las Comunidades Autónomas con el Registro de la Propiedad. De esta manera, se podrán gestionar adecuadamente las más de 185.000 viviendas turísticas existentes en España, según datos<sup>65</sup> de la Federación Española de Asociaciones de Viviendas y Apartamentos Turísticos FEVITUR. Los datos registrados por REGTURI se incorporarán también al Instituto Nacional de Estadística, pues actualmente los operadores del mercado, principalmente las plataformas P2P, disponen de sistemas propios que no están interconectados con la Administración.

## 5. REFLEXIONES PROSPECTIVAS ACERCA DEL DERECHO DE PROPIEDAD: TECNOLOGÍA BLOCKCHAIN, INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y REALIDAD AUMENTADA

A modo de apuntes reflexivos finales, la verdadera construcción de una *smart property* inmobiliaria que vincule el control de los bienes y sus correspondientes activos digitales pasa, necesariamente, por la implementación de la tecnología *blockchain* en la propiedad y los contratos traslativos. El Derecho no puede ser ajeno a las últimas tendencias doctrinales en *Law & Technology*, en particular las indicadas por civilistas europeos y norteamericanos. Respecto del derecho de propiedad, cabe esperar un papel creciente de la tecnología *blockchain*, la Tokenización y el IoT examinadas en este trabajo, así como la inteligencia artificial y los algoritmos de las plataformas *peer-to-peer* o P2P dedicadas a la gestión y transmisión de la propiedad privada. A ellas cabría añadir, a modo de reflexión prospectiva, la incidencia de la realidad aumentada o RA y, por ende, su futura regulación.

La RA supone la convergencia de la realidad digital y física simultáneamente, así como la interacción digital en el mundo material a tiempo real, mediante el uso de hologramas o de gafas de realidad aumentada. Diversos son los retos jurídico-privados que sugiere la aplicación de la RA en su interacción con el derecho de propiedad: la representación de un espacio físico digital diferenciado del material y sus discordancias jurídicas; los eventuales daños efectuados en el entorno digital y su traslación a la propiedad material; la seguridad, privacidad, protección de datos personales y derecho a la propia imagen por el uso de la RA y la geolocalización, así como sus afectaciones a terceros; y los riesgos de la monetización del entorno digital por la agregación de contenido y sus afectaciones en la realidad material.

Todo este panorama tecnológico y científico plantea una encomiable oportunidad a la investigación jurídica, para la resolución de las diversas adaptaciones legales que tendrán que atenderse; las relativas al derecho de propiedad y la construcción doctrinal y jurídica de la *smart property* inmobiliaria se han examinado a lo largo de este trabajo, recordando que más allá de la formulación de dicho concepto por Szabo, no existe ningún estudio publicado dedicado a la configuración de la *smart property* inmobiliaria. De entre las adaptaciones legales en este ámbito, cabe destacar los remedios privados frente al incumplimiento, la

blockchainización del Registro de la Propiedad, la Tokenización de la propiedad y la aplicación del IoT, con el objetivo de garantizar su control remoto, la eliminación del error humano y las realidades extrarregistrales, así como la agilización de la calificación registral. Finalmente, deberemos atender a la evolución de la blockchainización registral que se está produciendo a nivel europeo, así como su aplicación a la propiedad inmobiliaria, un nuevo paradigma en el que España está presente, pero sin un papel destacado o pionero.

## Bibliografía

- Al-Bassam, M. (2017). SCPKI: A Smart Contract-based PKI and Identity System. *Proceedings of the ACM Workshop on Blockchain, Cryptocurrencies and Contracts 2017*, 1-6, <<http://dx.doi.org/10.1145/3055518.3055530>>.
- Alharby, M., Van Moorsel, A. (2017). Blockchain-based smart contracts: a systematic mapping study. *Computer Science & Information Technology*, 125-140, <<https://doi.org/10.5121/csit.2017.71011>>.
- Argelich Comelles, C. (2020). Smart contracts o Code is Law: soluciones legales para la robotización contractual. *InDret*, 2, 1-41, <<https://doi.org/10.31009/InDret.2020.i2.01>>.
- Arruñada, B. (2018). Limitaciones de blockchain en contratos y propiedad. *Revista Crítica de Derecho Inmobiliario*, vol. 94, 769, 2465-2493.
- Bellamy, J., Hill, C. (2016). Can the Blockchain Make Our Contracts Smarter?. *Cyberspace Lawyer NL 2*, vol. 21, 11, 6-12.
- Bhargavan, K., Delicnat-Lavaud, A., Fournet, C., et al. (2016). Formal verification of smart contracts: Short Paper. En PLAS'16, *Proceedings of the 2016 ACM Workshop on Programming Languages and Analysis for Security*. New York, ACM, 91-96, <<https://doi.org/10.1145/2993600.2993611>>.
- Biswas, S., Shaif, K., Li, F., Nour, B., Wang, Y. (2018). Scalable Blockchain Framework for Secure Transactions in IoT. *IEEE Internet of Things Journal*, 9, 1-10, <<https://doi.org/10.1109/IIOT.2018.2874095>>.
- Bygrave, L. A. (2015). *Internet Governance by Contract*. Oxford, Oxford University Press.
- Clack, C. D., Bakshi, V. A., Braine, L. (2017). Smart contract templates: essential requirements and design options. *ArXiv eprints*, 1-15.
- Colegio de Registradores de España (2019). *Proyecto REGTURI: proyecto del Colegio de Registradores de España sobre apartamentos turísticos*, Nota de prensa de 4 de octubre de 2019, disponible en: <http://www.registradores.org/tag/regturi/>.
- Durovic, M., Janssen, A. (2018). The Formation of Blockchain-based Smart Contracts in the Light of Contract Law. *European Review of Private Law*, vol. 26, 6, 753-771.
- Dwivedi, V. K., Norta, A. (2018). A Legally Relevant Socio-Technical Language Development for Smart Contracts. *2018 IEEE 3rd International Workshops on Foundations and Applications of Self Systems*, <<https://doi.org/10.1109/FAS-W.2018.00016>>.
- El Confidencial (2019). El país donde nació Stalin ya ha dado el primer paso para deshacerse de los notarios, disponible en: [https://blogs.elconfidencial.com/mundo/fuera-de-lugar/2019-11-26/georgia-primer-paso-deshacerse-notarios-683\\_2351948/](https://blogs.elconfidencial.com/mundo/fuera-de-lugar/2019-11-26/georgia-primer-paso-deshacerse-notarios-683_2351948/).
- FIBREE (2020). *FIBREE Industry Report Blockchain Real Estate 2020*, disponible en: <https://fibree.org/industry-report/>.
- De Filippi, P., Wright, A. (2018). *Blockchain and the Law: the rule of code*. London: Harvard University Press.
- FINMA (2018). *Guidelines for enquiries regarding the regulatory framework for initial coin offerings (ICOs)*, 1-11, disponible en: <https://www.finma.ch/en/news/2018/02/20180216-mm-ico-wegleitung/>.
- Gallego Fernández, L. A. (2018). Cadenas de bloques y Registros de derechos. *Revista Crítica de Derecho Inmobiliario*, vol. 94, 765, 97-141.

- García Teruel, R. M., Nasarre Aznar, S. (2020). La propiedad y las situaciones de comunidad en la “Tokenización” de bienes. En García Teruel, R. M. (coord.). *La tokenización de bienes en blockchain: cuestiones civiles y tributarias*. Cizur Menor: Aranzadi, 145-176.
- García-Teruel, R. M., Simón-Moreno, H. (2021). The digital tokenization of property rights. A comparative perspective. *Computer Law & Security Review*, 41, 1-16, <<https://doi.org/10.1016/j.clsr.2021.105543>>.
- Hyman, G. M., Digesti, M. P. (2017). New Nevada Legislation recognizes blockchain and smart contracts technologies. *Nevada Lawyer*, 25, disponible en: [https://www.nvbar.org/wp-content/uploads/NevadaLawyer\\_Aug2017\\_Blockchain-1.pdf](https://www.nvbar.org/wp-content/uploads/NevadaLawyer_Aug2017_Blockchain-1.pdf).
- Ibáñez Jiménez, J. (2020). *Consortio Red Alastria. Origen y reforma de la primera blockchain de España*. Madrid: Reus.
- Johnson, G. L. (2017). Planning the future: blockchain Technology and the Insurance Industry. *In-House Defense Quarterly*, 73, 73-78, disponible en: <https://www.rbm.com/wp-content/uploads/2017/10/16J1065-GLJ-BLOCKCHAIN-TECHNOLOGY.pdf>.
- Krumholz, J., Mahony, I. (2019). Blockchain and intellectual property: A case study. En Dewey, J. (dir.). *Blockchain Laws and Regulations 2019*. London: Global Legal Insights, disponible en: <https://www.globallegalinsights.com/practice-areas/blockchain-laws-and-regulations/4-blockchain-and-intellectual-property-a-case-study>.
- Moreno Navarrete, M. A. (1999). *Contratos electrónicos*. Madrid: Marcial Pons.
- Nasarre Aznar, S. (2020). *Los años de la crisis de la vivienda. De las hipotecas subprime a la vivienda colaborativa*. Valencia: Tirant lo Blanch.
- Nasarre Aznar, S. (2020). Naturaleza jurídica y régimen civil de los “tokens” en “blockchain”. En García Teruel, R. M. (coord.). *La tokenización de bienes en blockchain: cuestiones civiles y tributarias*. Cizur Menor: Aranzadi, 61-108.
- O’Shields, R. (2017). Smart contracts. Legal agreements for the blockchain. *North Carolina Banking Institute*, vol. 21, 1, 177-194, disponible en: <http://scholarship.law.unc.edu/ncbi/vol21/iss1/11>.
- Phillips, D. E. (2009). *The Software License Unveiled: how legislation by License Controls Software Access*. Oxford: Oxford University Press.
- Raskin, M. (2017). The Law and Legality of Smart Contracts. *Georgetown Law Technology Review*, vol. 1, 2, 305-341, <<http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2842258>>.
- Revista Registradores. (2019). Los registradores y el consorcio Alastria explorarán las posibilidades de la tecnología blockchain. *Revista Registradores de España*, 83, disponible en: <https://revistaregistradores.es/los-registradores-y-el-consorcio-alastria-exploraran-las-posibilidades-de-la-tecnologia-blockchain/>.
- Savelyev, A. (2017). Contract Law 2.0: “Smart” contracts as the beginning of the end of classic contract law. *Information & Communications Technology Law*, 3-24, <<http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2885241>>.
- Savelyev, A. (2018). Some risks of tokenization and blockchainization of private law. *Computer Law & Security Review*, 34, 863-869, <<https://doi.org/10.1016/j.clsr.2018.05.010>>.
- Shamma, H., De la Fuente, G., Barroso, P. (2019). *Informe PropTech 2019 en España*. Savills, Aguirre Newman, 1-4, disponible en: <http://inmuebles.savills-aguirrenewman.es/informes/proptech/informe-proptech.pdf>.
- Sieira Gil, J., Campuzano Gómez-Acebo, J. (2020). Blockchain, tokenización de activos inmobiliarios y su protección registral. *Revista Crítica de Derecho Inmobiliario*, 775, 2282-2283.
- Simón Moreno, H. (2020). La adquisición, transmisión y extinción de los derechos reales “tokenizados”. En García Teruel, R. M. (coord.). *La tokenización de bienes en blockchain: cuestiones civiles y tributarias*. Cizur Menor: Aranzadi, 109-144.
- Stark, J. (2016). Making sense of Blockchain Smart Contracts, disponible en: <https://www.coindesk.com/making-sense-smart-contracts>.
- Stark, J. (2016). How Close Are Smart Contracts to Impacting Real-World Law?, *CoinDesk*, disponible en: <https://www.coindesk.com/blockchain-smarts-contracts-real-world-law>.
- Szabo, N. (1998). Secure Property Titles with Owner Authority. *Satoshi Nakamoto Institute*, disponible en: <https://nakamotoinstitute.org/secure-property-titles/>.



- Szabo, N. (1996). Smart contracts: building blocks for digital markets. *Extropy: The Journal of Transhumanist Thought*, vol. 16, disponible en: [http://www.fon.hum.uva.nl/rob/Courses/InformationInSpeech/CDROM/Literature/LOTwinterschool2006/szabo.best.vwh.net/smart\\_contracts\\_2.html](http://www.fon.hum.uva.nl/rob/Courses/InformationInSpeech/CDROM/Literature/LOTwinterschool2006/szabo.best.vwh.net/smart_contracts_2.html).
- The Wall Street Journal (2018). A Pioneer in Real Estate Blockchain Emerges in Europe, disponible en: <https://www.wsj.com/articles/a-pioneer-in-real-estate-blockchain-emerges-in-europe-1520337601>.
- Van Erp, S. (2020). Are land registers becoming online intermediary platforms of land data?. En Grinlinton, D., Thomas, R. (eds.). *Land registration and title security in the digital age*. London: Routledge, 279-293.
- Werbach, K., Cornell, N. (2017). Contracts ex machine. *Duke Law Journal*, 67, 313-382, disponible en: <https://scholarship.law.duke.edu/dlj/vol67/iss2/2>.

## NOTAS

---

\* Este trabajo es resultado del Proyecto de Investigación financiado *Derecho e Inteligencia Artificial: nuevos horizontes jurídicos de la personalidad y la responsabilidad robótica*, Ref. PID2019-108669RB-100/AEI/10.13039/501100011033, del que es investigadora principal la Prof. Dra. Margarita Castilla Barea.

<sup>1</sup> Szabo, N. (1996). Smart contracts: building blocks for digital markets. *Extropy: The Journal of Transhumanist Thought*, vol. 16, disponible en: [http://www.fon.hum.uva.nl/rob/Courses/InformationInSpeech/CDROM/Literature/LOTwinterschool2006/szabo.best.vwh.net/smart\\_contracts\\_2.html](http://www.fon.hum.uva.nl/rob/Courses/InformationInSpeech/CDROM/Literature/LOTwinterschool2006/szabo.best.vwh.net/smart_contracts_2.html).

<sup>2</sup> Szabo, N. (1998). Secure Property Titles with Owner Authority. *Satoshi Nakamoto Institute*, disponible en: <https://nakamotoinstitute.org/secure-property-titles/>.

<sup>3</sup> Véanse *infra* apartados 3 y 4.

<sup>4</sup> FIBREE (2020). *FIBREE Industry Report Blockchain Real Estate 2020*, disponible en: <https://fibree.org/industry-report/>.

<sup>5</sup> Véase *infra* apartado 3.3.

<sup>6</sup> El ranquin se refiere a los siguientes Estados: Estados Unidos, Reino Unido, Suiza, Alemania, Australia, Países Bajos, Canadá, España, China, Singapur, Italia y Bélgica.

<sup>7</sup> El ranquin se refiere a las siguientes ciudades: Nueva York, Londres, Zug, Singapur, San Francisco, Amsterdam, Madrid, Milan, Munich, Brisbane, Berlin, Zurich, Seattle, Hamburgo, Tallinn, Viena, Praga, Ljubljana, Varsovia, Rotterdam y Melbourne.

<sup>8</sup> Szabo, N. (1996). Smart contracts: building blocks, *op. cit.*, disponible en: [http://www.fon.hum.uva.nl/rob/Courses/InformationInSpeech/CDROM/Literature/LOTwinterschool2006/szabo.best.vwh.net/smart\\_contracts\\_2.html](http://www.fon.hum.uva.nl/rob/Courses/InformationInSpeech/CDROM/Literature/LOTwinterschool2006/szabo.best.vwh.net/smart_contracts_2.html).

<sup>9</sup> Werbach, K., Cornell, N. (2017). Contracts ex machine. *Duke Law Journal*, 67, pp. 313-382, disponible en: <https://scholarship.law.duke.edu/dlj/vol67/iss2/2>.

<sup>10</sup> Véase *infra* apartado 3.1.

<sup>11</sup> De Filippi, P., Wright, A. (2018). *Blockchain and the Law: the rule of code*. London: Harvard University Press, pp. 10-250. Durovic, M., Janssen, A. (2018). The Formation of Blockchain-based Smart Contracts in the Light of Contract Law. *European Review of Private Law*, vol. 26, 6, pp. 753-771. Bellamy, J., Hill, C. (2016). Can the Blockchain Make Our Contracts Smarter?. *Cyberspace Lawyer NL* 2, vol. 21, 11, pp. 6-12.

<sup>12</sup> Véase *infra* subapartados 3.1. y 3.2.

<sup>13</sup> Para un examen más profundo de los *smart contracts*, véanse Durovic, M., Janssen, A. (2018). The Formation of Blockchain-based Smart Contracts, *op. cit.*, pp. 753-771, Raskin, M. (2017). The Law and Legality of Smart Contracts. *Georgetown Law Technology Review*, vol. 1, 2, pp. 305-341, <<http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2842258>>, y Argelich Comelles, C. (2020). Smart contracts o Code is Law: soluciones legales para la robotización contractual. *InDret*, 2, pp. 1-41, <<https://doi.org/10.31009/InDret.2020.i2.01>>.

<sup>14</sup> Dwivedi, V. K., Norta, A. (2018). A Legally Relevant Socio-Technical Language Development for Smart Contracts. 2018 *IEEE 3rd International Workshops on Foundations and Applications of Self Systems*, pp. 1-4, <<https://doi.org/10.1109/FAS-W.2018.00016>>. Bhargavan, K., Delicnat-Lavaud, A., Fournet, C., et al. (2016). Formal

verification of smart contracts: Short Paper. En PLAS'16, *Proceedings of the 2016 ACM Workshop on Programming Languages and Analysis for Security*. New York, ACM, pp. 91-96, <<https://doi.org/10.1145/2993600.2993611>>.

<sup>15</sup> Alharby, M., Van Moorsel, A. (2017). Blockchain-based smart contracts: a systematic mapping study. *Computer Science & Information Technology*, pp. 125-140, <<https://doi.org/10.5121/csit.2017.71011>>.

<sup>16</sup> Savelyev, A. (2017). Contract Law 2.0: “Smart” contracts as the beginning of the end of classic contract law. *Information & Communications Technology Law*, pp. 3-24, <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2885241>, indica que su naturaleza es electrónica, se implementan en el software, aumentan la certeza, el código es de tipo condicional, son autoejecutables y autosuficientes. Clack, C. D., Bakshi, V. A., Braine, L. (2017). Smart contract templates: essential requirements and design options. *ArXiv eprints*, pp. 1-15.

<sup>17</sup> Se refiere a un programa o conjunto de instrucciones, conforme a las cuales los cambios de estado en la información que contiene se registra en una base de datos digital, lo que vincula estos protocolos con la efectividad práctica del contenido contractual.

<sup>18</sup> Savelyev, A. (2017). Contract Law 2.0, *op. cit.*, p. 8, explica que, en contraste con la contratación tradicional, la confianza en los *smart contracts* “is put in the computer algorithm standing behind the agreement”, lo que califica de “trustless trust” o confianza sin confianza.

<sup>19</sup> Al-Bassam, M. (2017). SCPKI: A Smart Contract-based PKI and Identity System. *Proceedings of the ACM Workshop on Blockchain, Cryptocurrencies and Contracts 2017*, pp. 1-6, <<http://dx.doi.org/10.1145/3055518.3055530>>.

<sup>20</sup> En su configuración tradicional, se prescindió de una autoridad central, e incluso como el propio Szabo afirmaba sobre la jurisdicción, aunque esta última afirmación tiene los matices expresados en el artículo. Véanse Szabo, N. (1996). Smart contracts: building blocks, *op. cit.*, disponible en: [http://www.fon.hum.uva.nl/rob/Courses/InformationInSpeech/CDROM/Literature/LOTwinterschool2006/szabo.be.st.vwh.net/smart\\_contracts\\_2.html](http://www.fon.hum.uva.nl/rob/Courses/InformationInSpeech/CDROM/Literature/LOTwinterschool2006/szabo.be.st.vwh.net/smart_contracts_2.html), y Hyman, G. M., Digesti, M. P. (2017). New Nevada Legislation recognizes blockchain and smart contracts technologies. *Nevada Lawyer*, 25, disponible en: [https://www.nvbar.org/wp-content/uploads/NevadaLawyer\\_Aug2017\\_Blockchain-1.pdf](https://www.nvbar.org/wp-content/uploads/NevadaLawyer_Aug2017_Blockchain-1.pdf). Atiéndase también respecto del Proyecto de Ley de reforma de la *Nevada's Uniform Electronic Transactions Act*, en el Estado americano de Nevada, mediante la *Senate Bill no. 195*, disponible en: <https://www.leg.state.nv.us/App/NELIS/REL/80th2019/Bill/6337/Text>. Esta propuesta ha proyectado la regulación del uso de la tecnología *blockchain* y la exigibilidad de los *smart contracts*.

<sup>21</sup> Johnson, G. L. (2017). Planning the future: blockchain Technology and the Insurance Industry. *In-House Defense Quarterly*, 73, pp. 73-78, disponible en: <https://www.rbmn.com/wp-content/uploads/2017/10/16J1065-GLJ-BLOCKCHAIN-TECHNOLOGY.pdf>.

<sup>22</sup> Arruñada, B. (2018). Limitaciones de blockchain en contratos y propiedad. *Revista Crítica de Derecho Inmobiliario*, vol. 94, 769, pp. 2465-2493.

<sup>23</sup> Véase *infra* apartado 3.3.

<sup>24</sup> La plataforma *Etherisc* es objeto de estudio por parte del *European Law Institute's project team on block chain & smart contracts*, disponible en: <https://www.etherisc.com/>. *Etherisc* dispone de una plataforma para formalizar *smart contracts* de seguro, personalizados o prototípicos, por retrasos en vuelos, protección contra huracanes, seguros para tarjetas *cryptowallet*, seguros para la contratación de préstamos, seguros para la cosecha, seguros de vida y salud, así como la posibilidad de solicitar la creación de nuevos productos o construir, es decir, personalizar el propio producto.

<sup>25</sup> Stark, J. (2016). How Close Are Smart Contracts to Impacting Real-World Law?, *CoinDesk*, disponible en: <https://www.coindesk.com/blockchain-smarts-contracts-real-world-law>, alude como problema la inexistencia de un control físico sobre los activos reales por parte del *smart contract*, pero no es necesaria esta codificación porque mediante la vinculación del objeto contractual al IoT ya es posible dicho control: “First, smart contracts require a way for computer code to control real assets. By enabling fully digitized assets, blockchains make it possible for code to exercise control over property. On a blockchain, control over an asset means controlling a cryptographic key that corresponds to the asset in question, rather than any physical object”.

<sup>26</sup> Szabo, N. (1996). Smart contracts: building blocks, *op. cit.*, disponible en: [http://www.fon.hum.uva.nl/rob/Courses/InformationInSpeech/CDROM/Literature/LOTwinterschool2006/szabo.be.st.vwh.net/smart\\_contracts\\_2.html](http://www.fon.hum.uva.nl/rob/Courses/InformationInSpeech/CDROM/Literature/LOTwinterschool2006/szabo.be.st.vwh.net/smart_contracts_2.html).

<sup>27</sup> BOE de 25 de julio de 2014.

<sup>28</sup> Szabo, N. (1998). Secure Property Titles, *op. cit.*, disponible en: <https://nakamotoinstitute.org/secure-property-titles/>.

<sup>29</sup> En profundidad sobre el MERS y la titulización hipotecaria norteamericana, véase Nasarre Aznar, S. (2020). *Los años de la crisis de la vivienda. De las hipotecas subprime a la vivienda colaborativa*. Valencia: Tirant lo Blanch, pp. 183-298.

<sup>30</sup> Véase *infra* apartado 4.

<sup>31</sup> Para un análisis detallado acerca de los tokens y las implicaciones para el Derecho civil, atiéndase Nasarre Aznar, S. (2020). Naturaleza jurídica y régimen civil de los “tokens” en “blockchain”. En García Teruel, R. M. (coord.). *La tokenización de bienes en blockchain: cuestiones civiles y tributarias*. Cizur Menor: Aranzadi, pp. 61-108.

<sup>32</sup> Sobre los problemas de la propiedad intelectual en el ámbito de los tokens, véase Krumholz, J., Mahony, I. (2019). Blockchain and intellectual property: A case study. En Dewey, J. (dir.). *Blockchain Laws and Regulations 2019*. London: Global Legal Insights, disponible en: <https://www.globallegalinsights.com/practice-areas/blockchain-laws-and-regulations/4-blockchain-and-intellectual-property-a-case-study>.

<sup>33</sup> García Teruel, R. M., Nasarre Aznar, S. (2020). La propiedad y las situaciones de comunidad en la “Tokenización” de bienes. En García Teruel, R. M. (coord.). *La tokenización de bienes en blockchain: cuestiones civiles y tributarias*. Cizur Menor: Aranzadi, 2020, pp. 145-176.

<sup>34</sup> FIBREE (2020). *FIBREE Industry Report Blockchain Real Estate 2020*, disponible en: <https://fibree.org/industry-report/>.

<sup>35</sup> García-Teruel, R. M., Simón-Moreno, H. (2021). The digital tokenization of property rights. A comparative perspective. *Computer Law & Security Review*, 41, pp. 1-16, <<https://doi.org/10.1016/j.clsr.2021.105543>>.

<sup>36</sup> FINMA, disponible en: <https://www.finma.ch/en>.

<sup>37</sup> FINMA (2018). Guidelines for enquiries regarding the regulatory framework for initial coin offerings (ICOs), pp. 1-11, disponible en: <https://www.finma.ch/en/news/2018/02/20180216-mm-ico-wegleitung/>.

<sup>38</sup> Estos retos son indicados por Savelyev, A. (2018). Some risks of tokenization and blockchainization of private law. *Computer Law & Security Review*, 34, pp. 863-869, <<https://doi.org/10.1016/j.clsr.2018.05.010>>.

<sup>39</sup> En este sentido se expresa Bygrave, L. A. (2015). *Internet Governance by Contract*. Oxford, Oxford University Press, pp. 30-39.

<sup>40</sup> Phillips, D. E. (2009). *The Software License Unveiled: how legislation by License Controls Software Access*. Oxford: Oxford University Press, pp. 147-173.

<sup>41</sup> Savelyev, A. (2018). Some risks of tokenization, *op. cit.*, p. 867.

<sup>42</sup> RJ 2008\330.

<sup>43</sup> Szabo, N. (1996). Smart contracts: building blocks, *op. cit.*, disponible en: [http://www.fon.hum.uva.nl/rob/Courses/InformationInSpeech/CDROM/Literature/LOTwinterschool2006/szabo.best.vwh.net/smart\\_contracts\\_2.html](http://www.fon.hum.uva.nl/rob/Courses/InformationInSpeech/CDROM/Literature/LOTwinterschool2006/szabo.best.vwh.net/smart_contracts_2.html).

<sup>44</sup> Shamma, H., De la Fuente, G., Barroso, P. (2019). *Informe PropTech 2019 en España*. Savills, Aguirre Newman, pp. 1-4, disponible en: <http://inmuebles.savills-aguirrenewman.es/informes/proptech/informe-proptech.pdf>.

<sup>45</sup> Stark, J. (2016). Making sense of Blockchain Smart Contracts, disponible en: <https://www.coindesk.com/making-sense-smart-contracts>, indica que puede alterar la naturaleza de las transacciones comerciales. Sobre la vinculación del IoT y de *blockchain* para garantizar la seguridad de las transacciones, véase Biswas, S., Shaif, K., Li, F., Nour, B., Wang, Y. (2018). Scalable Blockchain Framework for Secure Transactions in IoT. *IEEE Internet of Things Journal*, 9, pp. 1-10, <<https://doi.org/10.1109/JIOT.2018.2874095>>.

<sup>46</sup> Véanse *supra* apartados 3.1 y 3.2.

<sup>47</sup> Johnson, G. L. (2017). Planning the future, *op. cit.*, pp. 73-78, disponible en: <https://www.rbm.com/wp-content/uploads/2017/10/16J1065-GLJ-BLOCKCHAIN-TECHNOLOGY.pdf>.

<sup>48</sup> Gallego Fernández, L. A. (2018). Cadenas de bloques y Registros de derechos. *Revista Crítica de Derecho Inmobiliario*, vol. 94, 765, pp. 97-141.

<sup>49</sup> El Confidencial (2019). El país donde nació Stalin ya ha dado el primer paso para deshacerse de los notarios, disponible en: [https://blogs.elconfidencial.com/mundo/fuera-de-lugar/2019-11-26/georgia-primer-paso-deshacerse-notarios-683\\_2351948/](https://blogs.elconfidencial.com/mundo/fuera-de-lugar/2019-11-26/georgia-primer-paso-deshacerse-notarios-683_2351948/). Desde su lanzamiento en 2017, el proveedor de *blockchain* de Georgia, equivalente a Alastria en España, ha colaborado en implementar el Registro de Propiedad y ha registrado más de 100.000 documentos.

<sup>50</sup> The Wall Street Journal (2018). A Pioneer in Real Estate Blockchain Emerges in Europe, disponible en: <https://www.wsj.com/articles/a-pioneer-in-real-estate-blockchain-emerges-in-europe-1520337601>.

<sup>51</sup> Así, encontramos a: Australia, a través de su organismo Land Registry Services y la empresa ChromaWay; Brasil mediante su Registro Inmobiliario de Brasil y la empresa Ubitquity; Ghana mediante su propia iniciativa BitLand; los Emiratos Árabes Unidos, específicamente Dubai a través del Departamento de Tierras de Dubai y Smart Dubai; India en colaboración también con ChromaWay; México en colaboración con Medici Ventures.

<sup>52</sup> HM Land Registry electronic document registration service (e-DRS), 2017, disponible en: <https://www.gov.uk/guidance/hm-land-registry-electronic-document-registration-service>.

<sup>53</sup> Véase *supra* apartado 2.3.

- 
- <sup>54</sup> Revista Registradores. (2019). Los registradores y el consorcio Alastria explorarán las posibilidades de la tecnología blockchain. *Revista Registradores de España*, 83, disponible en: <https://revistaregistradores.es/los-registradores-y-el-consorcio-alastria-exploraran-las-posibilidades-de-la-tecnologia-blockchain/>. Ibáñez Jiménez, J. (2020). *Consortio Red Alastria. Origen y reforma de la primera blockchain de España*. Madrid: Reus, pp. 19-227.
- <sup>55</sup> Van Erp, S. (2020). Are land registers becoming online intermediary platforms of land data?. En Grinlinton, D., Thomas, R. (eds.). *Land registration and title security in the digital age*. London: Routledge, pp. 279-293.
- <sup>56</sup> Sieira Gil, J., Campuzano Gómez-Acebo, J. (2020). Blockchain, tokenización de activos inmobiliarios y su protección registral. *Revista Crítica de Derecho Inmobiliario*, 775, pp. 2282-2283, indican que la tecnología *blockchain* y la forma digital confunde forma y publicidad, una apreciación lógica si no fuera porque la interpretación correcta del término *digital form* corresponde a *formato digital*, lo que excluye cualquier construcción extrarregistral o formal de la tecnología *blockchain*, pues únicamente permite representar digitalmente un *smart contract* o un token.
- <sup>57</sup> Los *clickwrap agreements* van referidos a contratos en los que las condiciones y términos de un sitio web se aceptan expresamente antes de completar una transacción, a modo de mecanismo reputacional. Por otra parte, los *browsewrap agreements* son un acuerdo de licencia relativo a los términos y condiciones de uso de un sitio web que cubre el acceso a los datos de un sitio web o producto descargable. Para una explicación más detallada sobre estos conceptos y la *actual notice* que exigen los tribunales estadounidenses como prueba del consentimiento mutuo o *mutual assent*, véase entre otras la Sentencia United States Court of Appeals for the Ninth Circuit, 18.8.2014 (763, F3.d 1171). Respecto del *clickwrap* de aceptación de las condiciones generales que atribuyen competencia judicial, véase la STJUE de 20 de mayo de 2015, TJCE 196\2015, pues solamente serán válidas si permiten imprimir y guardar su contenido antes de la celebración del contrato. O'Shields, R. (2017). *Smart contracts. Legal agreements for the blockchain*. *North Carolina Banking Institute*, vol. 21, 1, pp. 177-194, disponible en: <http://scholarship.law.unc.edu/ncbi/vol21/iss1/11>.
- <sup>58</sup> Moreno Navarrete, M. A. (1999). *Contratos electrónicos*. Madrid: Marcial Pons, pp. 34-36.
- <sup>59</sup> BOE de 12 de julio de 2002.
- <sup>60</sup> En profundidad, véase Simón Moreno, H. (2020). La adquisición, transmisión y extinción de los derechos reales “tokenizados”. En García Teruel, R. M. (coord.). *La tokenización de bienes en blockchain: cuestiones civiles y tributarias*. Cizur Menor: Aranzadi, pp. 109-144.
- <sup>61</sup> Szabo, N. (1998). *Secure Property Titles*, *op. cit.*, disponible en: <https://nakamotoinstitute.org/secure-property-titles/>.
- <sup>62</sup> Colegio de Registradores de España (2019). *Proyecto REGTURI: proyecto del Colegio de Registradores de España sobre apartamentos turísticos*, Nota de prensa de 4 de octubre de 2019, disponible en: <http://www.registradores.org/tag/regturi/>.
- <sup>63</sup> BOE de 23 de julio de 1960.
- <sup>64</sup> BOE de 5 de marzo de 2019.
- <sup>65</sup> Federación Española de Asociaciones de Viviendas y Apartamentos Turísticos, disponible en: <https://www.fevitur.com/index.php?lang=es>.