



# Sistemas registrales, *blockchain* y *smart contracts*

El caso de Suecia

## Autores

Christine Weidenslaufer  
[cweidenslaufer@bcn.cl](mailto:cweidenslaufer@bcn.cl)

Raimundo Roberts  
[rroberts@bcn.cl](mailto:rroberts@bcn.cl)

James Wilkins  
[jwilkins@bcn.cl](mailto:jwilkins@bcn.cl)

Nº SUP: 127607

## Resumen

Varias tecnologías informáticas recientes han mostrado ser potencialmente útiles para mejorar, entre otras funciones públicas, los registros de propiedad. Entre ellas destaca un sistema que combina dos tecnologías: el encriptamiento informático (que asegura la veracidad de los datos de un archivo digital) y el uso de redes que comparten información redundante para validar, cada nodo, el traspaso de información. Esto es lo que se conoce como "*blockchain*" o cadena de bloques. Aunque fue creado originalmente para realizar transferencias de valores, también permite el traspaso de información en distintos formatos digitales.

El funcionamiento del *blockchain* es complejo y requiere de múltiples actores, pero ha mostrado ser lo suficientemente confiable como para que, en una década, se hayan creado cerca de 6.500 criptomonedas en un mercado internacional creciente. Cabe destacar, en todo caso, que la seguridad y anonimato de este sistema de valores es también un tema de preocupación por sus potenciales usos en actividades ilegales.

En particular, se describen las ventajas y desventajas teóricas de la implementación de estas tecnologías a los sistemas registrales y se explica además la experiencia piloto de la oficina sueca de registros y catastros, para agilizar las transacciones inmobiliarias a través de contratos inteligentes (*smart contracts*), con ejecución automatizada, y su registro en un archivo electrónico, en base a una cadena de bloques.

Los resultados de la experiencia sueca muestran que, si bien se trata de una tecnología viable, aun sería limitada a la hora de resolver asuntos propios del proceso de registro y requiere la capacitación de múltiples personas para desarrollarla a gran escala.

Finalmente, aún quedan abiertas varias interrogantes sobre el uso de sistemas registrales basados en *blockchain*, entre las que están la fiabilidad a largo plazo de estas tecnologías y los posibles cambios en la regulación de los datos, como ocurre con el almacenamiento de datos fuera de las fronteras de una nación, entre otros.

## Introducción

---

A solicitud de un parlamentario, se revisa el uso de la tecnología del *blockchain* en los sistemas registrales. En una primera parte, se explica el concepto de *blockchain* y su funcionamiento, en términos generales. En la segunda, se argumenta a favor de la aplicación de la misma a los sistemas registrales, según diversos autores y sitios web, desde el punto de vista técnico, así como sus limitaciones actuales. En la tercera parte se explican los contratos inteligentes (*smart contracts*), que constituyen una herramienta necesaria para la implementación del *blockchain*. Por último, se revisa el caso de Suecia, que ha desarrollado un proyecto piloto para incorporar esta tecnología en su sistema registral y catastral.

Como fuente de información, se han utilizado principalmente las páginas web oficiales de los organismos incluidos en este informe y de especialistas sobre la materia y artículos académicos.

En el anexo se describe y comparan, paso a paso, las transacciones inmobiliarias suecas, con y sin el potencial uso de *blockchain*.

Se advierte que las regulaciones consultadas utilizan el masculino como género no marcado<sup>1</sup>. Así, cuando utilizan los términos "usuario", "vendedor", "comprador", "dueño", entre otros, incluyen también al género femenino, es decir, a "usuaria", "vendedora", "compradora", "dueña". Se excepcionan los casos donde se distingue explícitamente en la norma entre un género y otro.

Las traducciones son propias.

## I. Qué es la tecnología *blockchain* y cómo funciona

---

### 1. *Blockchain* y criptomonedas

Antes de definir y explicar cómo funciona, es relevante decir que, en lo referente al sistema bancario, el *blockchain*, o cadena de bloques, nace como un sistema financiero que no necesita a los bancos para hacer transferencias de dinero (Ruiz Dotras, 2018). Esta es una de las dificultades más comunes para comprender el proceso, ya que se acostumbra a confiar el dinero a instituciones bancarias, y este sistema prescinde totalmente de ellas.

Un ejemplo, de una publicación especializada en divulgación de la ciencia<sup>2</sup>, para explicar el proceso del traspaso de fondos vía *blockchain* es el siguiente: al hacer una transferencia tradicional, se le avisa al banco A que se quiere enviar una suma de dinero desde una cuenta a otra cuenta, ya sea en el banco A o en otro banco (Pastor, 2018). Es la institución financiera (o ambas, si se transfiere a otro banco) las

---

<sup>1</sup> Según la RAE (2009), "el uso genérico del masculino se basa en su condición de término no marcado en la oposición masculino / femenino".

<sup>2</sup> Xataka es una publicación española de divulgación científica especializada en nuevas tecnologías, parte del grupo editorial Webedia. Disponible en; <http://bcn.cl/2lcfy> (Septiembre, 2020)

que conocen toda la información y se encargan de garantizar el resultado, mientras que quien transfiere y quien recibe confía en que el banco responderá correctamente.

Pero, siguiendo con el ejemplo, en el caso de utilizar transacciones en *blockchain*, se utiliza un sistema informático en red (formado por un grupo de personas que previamente han aceptado participar de este sistema), el que se encarga, primero, de verificar que la persona X tiene los fondos que quiere transferir, y segundo, que quiere enviarlos a la persona Y. La confianza, que anteriormente se delegaba en el banco, se delega en un proceso en el que participan muchas personas anónimas y, al mismo tiempo, se concentra en la naturaleza "inviolable" de los sistemas de encriptación.

El sistema de intercambio para una transacción vía *blockchain* es una red descentralizada (donde muchas personas tienen la misma información y no hay un "nodo" central) y anónima: aunque se pueden ver las transacciones, nadie sabe los nombres de quienes están transfiriendo o recibiendo (Preukschat, 2019). No se necesita de los registros de un banco, pues los miembros de la red de transferencia tienen que validar que los datos enviados están correctamente cifrados y, además, todos comparten el "libro de cuentas" de las transacciones.

Y así como la transacción vía *blockchain* necesita de un sistema (anónimo, descentralizado e informáticamente seguro) de registro y validación, también se necesita una moneda: las "criptomonedas". Cualquier persona puede comprar, con dinero tradicional, alguna de las criptomonedas existentes: desde la creación del Bitcoin en 2009, éstas han aumentado hasta llegar actualmente a, al menos, 6.240 tipos distintos (Coinlib)<sup>3</sup>.

Las criptomonedas son básicamente, representaciones virtuales de dinero con algunas particularidades: se trata de programas cifrados que son virtualmente imposibles de falsificar, y que envían sus datos a todos los miembros de la red, para que sean verificados de forma redundante y, por lo tanto, segura, gracias a un sistema de dos claves para cada moneda: una la tiene el dueño de la "moneda virtual" (y si se extravía, no hay posibilidad de recuperarla), y la otra clave la tiene cada miembro de la red (García, 2018). Así todos se aseguran que efectivamente sea la moneda virtual verdadera.

Esta forma de transferir o almacenar dinero, ha hecho que el mercado de "criptodivisas" alcance millones de dólares (y sea un fenómeno mundial), donde empresas reales están aceptando el pago de sus productos con monedas virtuales. Sin embargo, la falta de regulación y el anonimato de las transferencias también ha generado preocupación sobre el potencial uso de este tipo de plataformas para actividades ilegales (GAFISUD-Unión Europea, 2014).

La tecnología de *blockchain* puede ser utilizada para transferir otros tipos de información (contratos, reportes, etc.), lo que nuevamente pone el tema de la confianza (financiera, impositiva, y también de seguridad) como asunto de interés de organismos internacionales como la OCDE, bancos, Estados y empresas privadas busquen participar, comprender y regular estas nuevas tecnologías y, por cierto, los movimientos de fondos u otros bienes que se realizan a través de ellas (OECD, 2019).

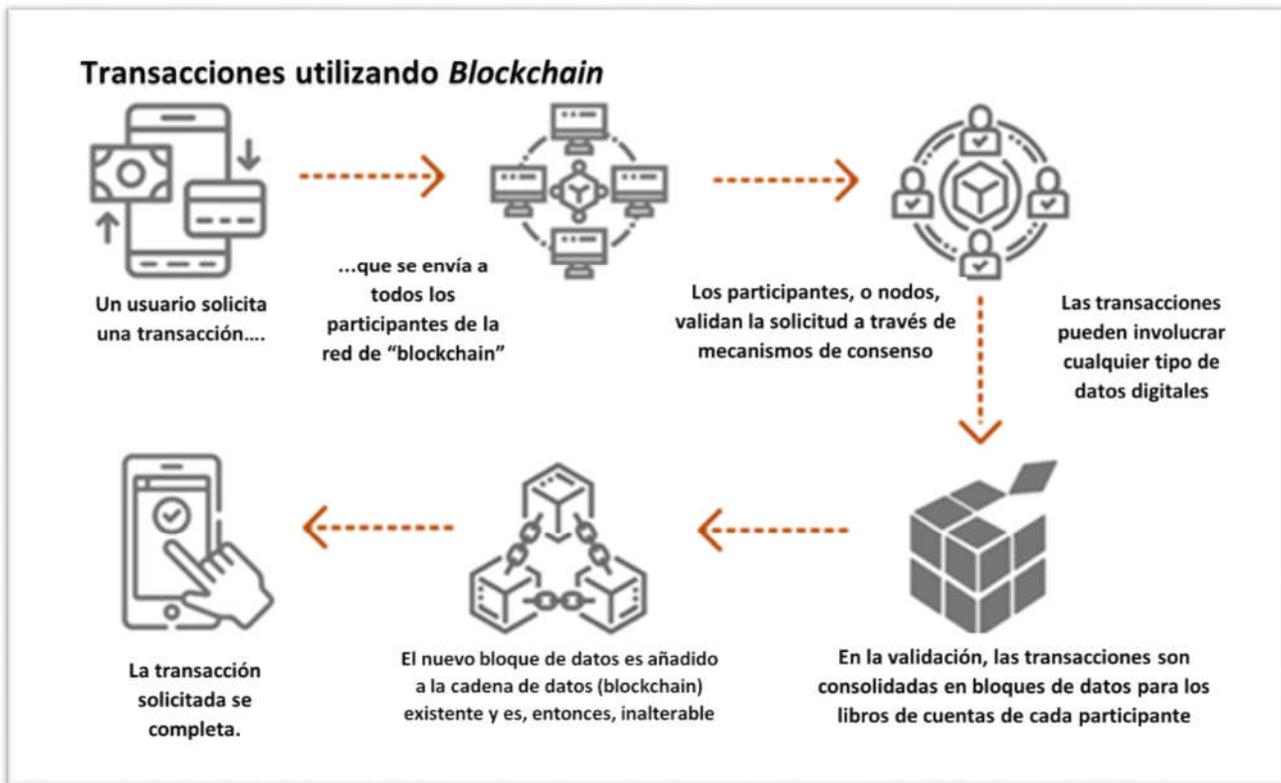
---

<sup>3</sup> Al 24 de septiembre, la empresa de venta Coinlib tenía una cartera de 6,240 monedas diferentes (Coinlib, s/f).

## 2. Cómo operaría el *blockchain* en las transacciones inmobiliarias

Como ya se adelantó, el *blockchain* es una lista en continuo crecimiento de registros almacenados en bloques, que están criptográficamente asegurados y vinculados a través de una red de computadoras. Incluso si el 99% de las computadoras están deshabilitadas, los registros permanecerán disponibles y seguros en otras partes de la red (Weizsäcker *et al*, s/f).

Figura 1. Descripción gráfica del funcionamiento de *blockchain*



Fuente: Weizsäcker *et al* (s/f). Traducción propia.

Para explicar en mayor detalle el funcionamiento del *blockchain* o cadena de bloques en transacciones inmobiliarias, seguiremos la descripción hecha por la consultora Kairos Future en su reporte de 2017 (pp. 26-30), respecto de la aplicación de esta tecnología al sistema registral sueco:

- Una parte central de lo que actualmente se denomina tecnología *blockchain* es la capacidad de crear registros de verificación únicos de archivos digitales. Por ejemplo, fotos, listas de transacciones, registros, acuerdos, videos, patentes, etc., es decir, todo lo que se puede almacenar como un archivo digital.

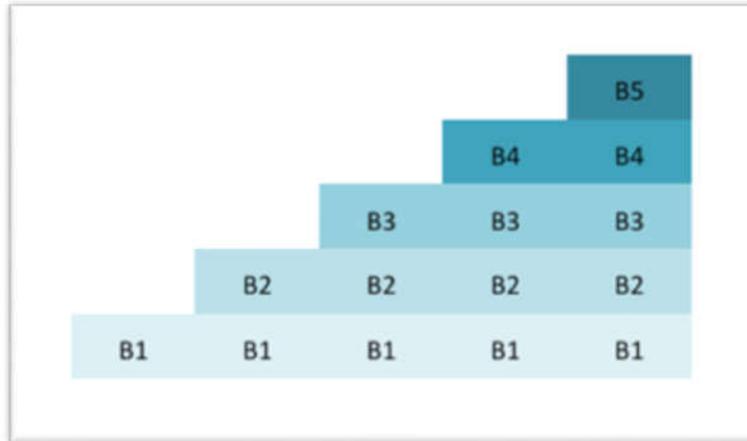
- Usando un "algoritmo de huellas digitales"<sup>4</sup> avanzado, el archivo digital recibe un código único. Esto se denomina técnicamente *hash* criptográfico. Un ejemplo de un algoritmo que crea *hashes* criptográficos es SHA256. Este algoritmo toma todos los unos y ceros que describen un documento digital y los recalcula de forma repetible pero irreversible: toma cada tercer dígito del archivo, multiplica el número por 7 y divide el total por cada cuarto número del archivo. Combina todos los números no utilizados en el cálculo anterior con el número resultante, etc.
- Así, el algoritmo crea una serie de dígitos y/o letras (un *hash*). Si se utilizan los mismos documentos digitales y los mismos algoritmos de cifrado, el resultado será siempre el mismo *hash*. Sin embargo, el *hash* no permite comprender como se veía el archivo respectivo, pues incluye solo unos pocos caracteres (por ejemplo, 32 números y letras). De la misma manera que una huella dactilar es única, el *hash* es único para un archivo digital. Pero si se mira una huella dactilar, no se sabe cómo es la persona y, de la misma manera, una persona que mira el *hash* no sabe cómo es el archivo digital.
- Por ejemplo, un contrato de compraventa de un bien raíz que se escanea y se vuelve digital tiene un *hash* único. Si un banco recibe el contrato de compraventa enviado por correo electrónico, el banco puede verificar que el documento sea correcto, gracias a los registros de verificación (que contiene los *hash*). Para ello, el banco toma el documento y ejecuta el algoritmo SHA256 en el archivo. Luego, el banco puede comparar el *hash* del documento que recibió con el *hash* que está en la lista de registros de verificación (asumiendo que ésta está disponible para el banco) y si coinciden, puede confiar en que el documento es realmente el contrato de compra original. Por tanto, si bien el correo electrónico tiene un bajo nivel de seguridad, el banco puede confiar en la autenticidad del documento, pues los registros de verificación, los *hash*, están guardados en la cadena de bloques.
- Uno de los desafíos es administrar la gran cantidad de registros/*hashes* de verificación. Para ello se ocupa la cadena de bloques, que es una forma de guardar los *hash* como grupo (un bloque) en una lista. Cada bloque con registros de verificación se distribuye a las personas que tienen acceso a la cadena de bloques, a veces incluso al público. La persona que se encarga de aprobar cuál de las transacciones debe guardarse y distribuirse en un *blockchain* puede hacerlo más fácilmente agrupando los *hashes* en un bloque (la alternativa es aprobar cada *hash* uno por uno). En otras palabras, la tecnología permite difundir muchos registros de verificación al mismo tiempo.
- Las cadenas de bloques se dividen en diferentes grupos. Los dos grupos principales son *blockchains* abiertos y *blockchains* privados. En una cadena de bloques privada, hay uno o un número limitado de actores que aprueban los *hash* que se van a guardar en la cadena de bloques, utilizando firmas digitales. Por ejemplo, los actores podrían ser parte de un grupo de agencias gubernamentales. En cambio, en una cadena de bloques abierta, prácticamente cualquiera puede aprobar el bloque según reglas predeterminadas. La cadena de bloques abierta más grande es la que crea la criptomoneda Bitcoin. Si el sistema y los participantes en una cadena de bloques abierta aceptan el bloque, comienzan a construir en el siguiente.

---

<sup>4</sup> En informática, se le llama "algoritmo de huella digital" a la asignación de un identificador digital (de pocos bits, cifrado e informáticamente seguro) a un documento digital mucho más largo. Se trata de un identificador, similar a una huella digital o a una placa patente (Department of Homeland Security, 2020).

- La cadena de bloques se llama así porque cada bloque está vinculado al bloque anterior. Cada bloque subsiguiente obtiene un *hash*, es decir, una verificación del bloque anterior, lo que dificulta hacer trampa creando otra versión de lo que sucedió. Por ejemplo, no es posible ingresar una nueva verificación en un bloque antiguo sin cambiar los bloques siguientes. Si muchas personas han guardado la cadena de bloques, pueden ver que se han realizado cambios y que la cadena de bloques manipulada no es correcta.

**Figura 2. La construcción de los bloques en el *blockchain***



Fuente: Kairos Future (2017:29).

- La cadena de bloques y sus registros de verificación pueden ser accesibles para un gran grupo de actores. Sin embargo, las personas que aprueban qué registros de verificación se agregarán al bloque en la práctica suelen ser limitadas. En un sistema abierto, como Bitcoin, el sistema está limitado en el sentido de que se requiere una enorme cantidad de procesadores rápidos y energía para obtener el derecho a aprobar las verificaciones en un bloque. En un sistema restringido con una cadena de bloques privada, los propios miembros de la misma (quienes pueden hacer sus intercambios comerciales) son quienes aprueban las listas de transacciones y quienes pueden agregar transacciones.
- Las cadenas de bloques pueden ser una combinación pública/privada, y en estos casos varios actores pueden aprobar transacciones, pero no cualquiera. En el futuro, sería posible imaginar que organizaciones privadas y grupos de empresas de Tecnología de la Información, bancos, bancos centrales y otras agencias tendrán cadenas de bloques que monitorear y regular. Si bien la aprobación del bloque es limitada, el acceso a las listas de verificación puede estar abierto, a todos los residentes de un país, por ejemplo.

## II. Por qué aplicar *blockchain* al sistema registral y cuáles son sus limitaciones

---

Autores chilenos ya han reflexionado sobre la posibilidad de incorporar nuevas herramientas tecnológicas en el sistema registral chileno. Ricardo Pizarro (2014:191-192), en su tesis de grado "Aspectos procesales en la implementación de un registro inmobiliario electrónico", señaló que el establecimiento de un registro de estas características en Chile debiera tener como principal objetivo mejorar la función registral, reflejados en: a) agilizar los procesos de recepción y despacho de documentos, b) hacer más accesible la información registral, c) incrementar la seguridad del Registro, y d) establecer sistemas de control de la actividad.

En el mismo sentido, Gaete González (2001: 341, citado por Pizarro, 2014:187) ha señalado que la creación de dicho sistema en nuestro país debería consistir en

[...] un soporte suficientemente seguro, y por ende, durable e inalterable, que permita contener información debidamente encriptada, a través de una biblioteca organizada, una recuperación direccionable de datos, cuya certificación y conservación se encuentre a cargo de la autoridad certificadora correspondiente, que técnicamente sea provisto a través del proveedor de servicios o directamente por la CA y mediante el cual, se puedan emitir copias electrónicas de los documentos que contiene.

Asimismo, el potencial archivo electrónico contendría "toda la documentación electrónica que se encuentre con la firma electrónica avanzada del respectivo Conservador", es decir, "los documentos electrónicos originales, de los cuales se pueden obtener sus respectivas copias, que contienen un exacto contenido y que pueden ser comprobadas mediante el sistema de *hash*". Ello permitiría la "comprobación técnica de la exactitud del documento electrónico, haciendo desaparecer el concepto de copia y dando lugar al concepto de original múltiple". La obtención de copias de seguridad o respaldo se facilitaría (más rápido y a menor costo), "permitiendo en caso de catástrofe o desastre la reconstitución del registro de forma inmediata" (Pizarro, 2014:209-210).

Citando a Madrid Alonso (2007:563-564), Pizarro (p. 210) afirma que una eficaz gestión en el tratamiento de las copias de seguridad requeriría:

aplicar procesos de división del resultado de la copia, manteniendo en diferentes localizaciones las distintas partes y los archivos maestros necesarios para la reconstitución de la copia. Tales archivos maestros deberían ser objeto de encriptación y firma electrónica, de modo que la recuperación de los mismos sólo pueda producirse para ciertos casos y por ciertas personas.

### 1. Posibles ventajas del *blockchain*

En este contexto, si bien los autores chilenos no se refieren directamente al uso de *blockchain*, tres características de esta tecnología serían particularmente atractivas para los registros de propiedad (Kriticos, 2019):

- a) La información se almacena mediante criptografía, lo que significa que cada activo *blockchain* se codifica de forma segura con un identificador único que permite la protección y el seguimiento.
- b) Las tecnologías de *blockchain* operan por consenso, de modo que si se agrega un nuevo registro a la cadena de bloques, como una transacción de propiedad, su autenticidad se verifica en función de si tiene una conexión legítima con otros nodos dentro de la red. Si no es así, no se puede agregar el registro.
- c) El *blockchain* permite un almacenamiento distribuido de registros, donde la información puede ser vista y agregada a la red por partes autorizadas, sin tener que depender de intermediarios o una autoridad centralizada, como un registro de propiedad nacional.

Para el mismo autor, dado que, en teoría, usando un sistema de *blockchain* se podría almacenar toda la información relevante sobre propiedades, compradores y vendedores en una plataforma en línea, esta tecnología permitiría agilizar muchos de los pasos individuales y en gran medida aún manuales, que se utilizan actualmente para establecer la confianza necesaria en las transacciones de propiedades. Estos pasos incluyen los contratos con agentes inmobiliarios, la verificación de información con el registro de la propiedad, el establecimiento de evaluaciones crediticias y pre aprobaciones de créditos, así como las revisiones respecto de la propiedad y del comprador. Con un sistema de *blockchain*, la confianza estaría incrustada en la tecnología. Los participantes pueden ver los cambios en el libro mayor y acceder a sus registros en tiempo real, sabiendo que la información se mantiene segura e inmutable desde que se agregó originalmente (Kriticos, 2019).

Además, según Weizsäcker, Egger y Atarim (s/f), de la organización alemana GIZ Blockchain Lab<sup>5</sup>, un catastro descentralizado aumentar la eficiencia en la administración de propiedades, como por ejemplo los impuestos sobre la tierra. Aquí, el *blockchain* agrega valor a través de su inmutabilidad y resistencia. Los escenarios de fraude y corrupción que se basan en la falsificación o desaparición de documentos o intentos de vender inmuebles dos veces son efectivamente desalentados por un *hash* con marca de tiempo en el libro mayor público. Esto beneficiaría especialmente a grupos marginados de la sociedad, como mujeres o poblaciones indígenas, a menudo víctimas de fraude agrario (Weizsäcker *et al*, s/f).

Por otra parte, si bien las tecnologías de respaldo existentes pueden proporcionar un buen nivel de confiabilidad para el almacenamiento de datos, la confiabilidad de los libros mayores distribuidos, que a veces tienen varios miles de copias en todo el mundo, no tiene precedentes y funciona incluso en ausencia de personal de TI (Tecnologías de la Información) calificado. En términos generales, la mayor transparencia que aportan los registros de la propiedad basados en *blockchain* puede contribuir a impulsar la confianza de los ciudadanos y las empresas en las instituciones públicas<sup>6</sup>. Esto, a su vez,

---

<sup>5</sup> Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH ["Sociedad Alemana de Cooperación Internacional"] es el principal proveedor de servicios de cooperación internacional de Alemania. Como empresa federal, apoya al Gobierno alemán en el logro de sus objetivos en el campo de la cooperación internacional para el desarrollo sostenible. También participamos en el trabajo de educación internacional en todo el mundo. GIZ es propiedad de la República Federal de Alemania, representada como accionista por el Ministerio Federal de Cooperación y Desarrollo Económicos (BMZ) y el Ministerio Federal de Finanzas (BMF) (GIZ, s/f).

<sup>6</sup> Cabe destacar que en los últimos años se ha producido una baja en la confianza de parte de la población, proceso llamado "*techlash*", que se entiende como la creciente animadversión pública hacia las grandes empresas de tecnología. Se habría producido por una suma de escándalos y acusaciones (p. ej. manipulación electoral y uso

puede traducirse en crecientes inversiones y uso de la tierra, estimulando el desarrollo social y económico a mayor escala (Weizsäcker *et al*, s/f).

## 2. Posibles desventajas del *blockchain*

Desde el punto de técnico, a pesar de las diversas ventajas señaladas, los mismos autores anteriores señalan que deben tenerse en cuenta algunos desafíos pendientes: la solución a pequeña escala de las transacciones mediante *hashes* en un libro mayor público sería relativamente sencilla y fácil de implementar. Sin embargo, la solución más disruptiva, en la que las transacciones inmobiliarias se ejecutasen de manera totalmente automatizada mediante el uso de contratos inteligentes, enfrentaría importantes obstáculos de implementación, por varias razones (Weizsäcker *et al*, s/f).

En primer lugar, los títulos y las obligaciones respectivas suelen ser complejos e implican información adicional, más allá de la identidad del dueño. Por ejemplo, se deben definir mecanismos y procedimientos para el embargo de la propiedad en casos de insolvencia, etc. Proyectar modalidades de reglas y obligaciones tan complejas en una cadena de bloques requeriría no solo una codificación cuidadosa y completa de los contratos inteligentes, sino también que las instituciones pasen por un proceso significativo de adecuación de sus procesos de gestión (Weizsäcker *et al*, s/f).

En segundo lugar, aún debe especificarse el estatus jurídico de los *smart contracts*, y posiblemente requerirá reformas a la legislación contractual, junto al nuevo rol de la institución del registro de propiedad. Además, es probable que surjan preguntas sobre la soberanía de los datos, particularmente en relación a las normas sobre privacidad y alojamiento de datos en diferentes países (Weizsäcker *et al*, s/f).

Además, los sistemas de registro de la propiedad dependen de fuentes de datos fiables, por ejemplo, respecto a la edad legal o elegibilidad para la firma de contratos. Por lo tanto, las autoridades gubernamentales tendrían que servir como un "oráculo"<sup>7</sup>, proporcionando pruebas de los datos

---

opaco de datos personales). Asimismo, diferentes estudios e informes han relevado la idea de encontrar regulaciones que permitan contar con reglas claras, transparentes y aplicables sobre los negocios de estas empresas (Forohar, 2018). Así, Daniel Dobrygowski y William Hoffman en la revista *Wire* (2019) señalan que la confianza digital estaría formada por dos componentes: la "confianza mecánica", y la "confianza relacional". La primera se refiere a contar con mecanismos (digitales) que entreguen resultados predecibles y confiables, cuyo eje central sea la ciberseguridad, mientras que la segunda se define como normas sociales y regulaciones conocidas y aceptadas por todos. Esto implica que el desarrollo de confianza digital requeriría la colaboración de actores de toda la sociedad: academia, mundo público y privado, donde se logre determinar tanto los mecanismos como los acuerdos necesarios para ello (Dobrygowski y Hoffman, 2019). Más información sobre este asunto se puede encontrar en el informe de abril de 2019 del Foro Económico Mundial (en conjunto con la consultora McKinsey), que recoge el trabajo de una multiplicidad de actores, durante un año, sobre confianza e innovación público-privada en el uso de datos digitales. El informe presenta un modelo de gobernanza para mejorar la confianza y equilibrar los intereses en competencia, entre otros aspectos (WEF y McKinsey, 2019).

<sup>7</sup> Los contratos inteligentes no conocen eventos ocurridos fuera de la cadena de bloques, es decir, en el mundo real. Para ello se utilizan los "oráculos" (*oracles*), que proporcionan este tipo de información, que son necesarios para la ejecución de los contratos inteligentes. Por ejemplo, un oráculo puede responder las siguientes preguntas: ¿Llovió en Berlín el 5 de diciembre de 2018 a las 14:25? ¿Cuál es el precio actual de las acciones de Amazon (AMZ)? (Weizsäcker *et al*, s/f).

ingresados, a fin de permitir transferencias inmobiliarias automatizadas. Esto, a su vez, requiere un entorno de TI seguro y confiable (Weizsäcker *et al*, s/f).

Otro obstáculo es, según Weizsäcker *et al*, la falta de madurez de la tecnología *blockchain*. Las cadenas de bloques públicas son un fenómeno de los últimos 10 años, mientras que los títulos de propiedad deben conservarse hasta por 100 años o más. Por lo tanto, deben evaluarse los riesgos y las deficiencias de las arquitecturas de *blockchain*. En consecuencia, es posible que sea necesario migrar los datos en algún momento si la arquitectura elegida ya no parece adecuada. A estas preocupaciones tecnológicas se suman las preguntas sobre el consumo de energía y la escalabilidad de los sistemas de *blockchain* actuales. Por lo tanto, será fundamental elegir una plataforma de *blockchain* que pueda adaptarse a la necesidad de millones de entradas en el registro de propiedad (Weizsäcker *et al*, s/f).

Por último, la infraestructura y la alfabetización digital son requisitos previos a la implementación de un sistema registral basado en *blockchain*. Esto se aplica tanto a las autoridades como a los ciudadanos (Weizsäcker *et al*, s/f).

### **III. Qué son los contratos inteligentes y su rol en las transacciones con *blockchain***

---

Según Toshendra Sharma (s/f), del *Blockchain Council* (grupo de desarrolladores de esta tecnología), la cadena de bloques permitiría una transferencia instantánea y segura de la propiedad. Gracias al uso de contratos inteligentes (*smart contracts*), el proceso de registro de la propiedad se aceleraría, ya que los registros se actualizarían automáticamente, en lugar de que el comprador tenga que transferir la propiedad mediante una solicitud al registro de propiedad. A continuación se analizará esto en mayor detalle.

De acuerdo al Grupo de Expertos en Obstáculos a la Innovación Financiera de la Comisión Europea (2019), el término "*smart contract*" se refiere al código informático que está diseñado automáticamente para ejecutar obligaciones contractuales definidos mediante programación, cuando se produce un evento que lo desencadena. Se trata de acuerdos de ejecución automatizada, aún cuando requiera participación o control humano de algunas de las partes.

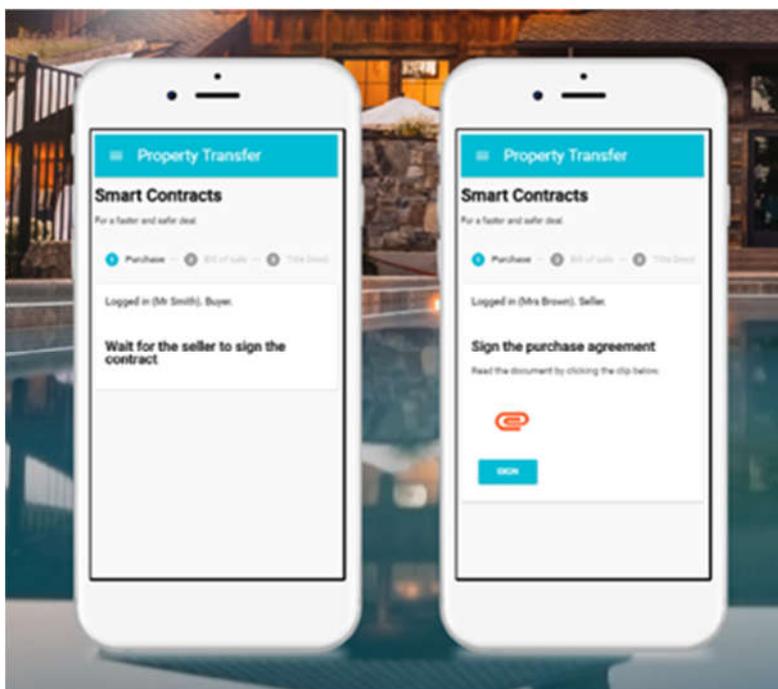
Si bien los *smart contracts* eran originalmente un concepto autónomo y anterior al *blockchain*, la cadena de bloques ha permitido liberar todo el potencial de los primeros, en particular cuando se ejecutan en redes de *blockchain*, las que pueden ofrecer la certeza necesaria para su ejecución. La automatización confiable de la ejecución de contratos legales mediante *smart contracts*, combinada con la inmutabilidad de las transacciones propia de la cadena de bloques, hace que esta combinación sea catalogada como una tecnología innovadora y disruptiva, permitiendo una variedad de nuevos modelos comerciales, así como la automatización de modelos existentes (Grupo de Expertos en Obstáculos a la Innovación Financiera de la Comisión Europea, 2019).

Esta combinación permitiría que el código informático que ejecuta total o parcialmente los contratos inteligentes sea almacenado en una plataforma basada en *blockchain*. Según lo señalan Levi y Lipton (2018), el código puede ser la única manifestación del acuerdo entre las partes, o bien puede

complementar un contrato tradicional en soporte físico, en cuyo caso el código está destinado sólo a ejecutar determinadas disposiciones, como la transferencia de fondos de la Parte A a la Parte B.

Como ya se dijo, el código que representa el contrato o las disposiciones, según el caso, es replicado en múltiples nodos de una cadena de bloques, beneficiándose de la seguridad, permanencia e inmutabilidad que ésta ofrece. Con todo, como explican los citados autores, antes de que un contrato inteligente pueda ejecutarse en ciertas cadenas de bloques, se requiere el pago de una tarifa de transacción. En el caso de la cadena de bloques Ethereum, que permite ejecutar transferencias en criptomonedas condicionadas a determinados factores fijados por el usuario, los contratos inteligentes se ejecutan en la Máquina Virtual Ethereum (EVM, por su sigla en inglés), y requiere un pago denominado "gas". Cuanto más complejo sea el contrato inteligente (según los pasos de la transacción que se realizarán), más "gas" se debe pagar para ejecutar el contrato inteligente.

**Figura 3. Imagen ilustrativa de un programa de *smart contracts* en un teléfono móvil**



Fuente: Kairos Future (2017:1).

Levi y Lipton (2018) sostienen que en la actualidad los parámetros de entrada y los pasos de ejecución de un *smart contract* deben ser específicos y objetivos, por lo que las tareas reales que pueden ejecutar los contratos inteligentes son bastante rudimentarias.

Un ejemplo de ello, basado en la tradición jurídica chilena, sería un código que determine el pago de una compraventa de bienes inmuebles, mediante el traspaso automático de valores, cuando la propiedad objeto del contrato haya sido inscrita en el registro conservatorio respectivo y se encuentre libre de hipotecas, gravámenes y prohibiciones. Actualmente, ello requiere de la firma de instrucciones

notariales y la custodia por parte del notario del documento representativo de los valores con los cuales se paga el precio.

En el ejemplo anterior, los contratos inteligentes podrían ejecutar automáticamente dos tipos de transacciones que se encuentran en muchos contratos: por una parte, asegurar el pago de fondos en ciertos eventos desencadenantes y, por otra, imponer multas o sanciones si no se cumplen ciertas condiciones objetivas. En cualquiera de estos casos, la intervención humana, incluso la de un depositario (notario, por ejemplo) no sería necesaria una vez que el contrato inteligente se hubiera implementado y estuviere operativo, lo que reduciría los costos de ejecución y cumplimiento del proceso de contratación (Levi y Lipton, 2018).

Con todo, según los mismos autores, pasarán muchos años antes de que el código que representa un *smart contract* pueda determinar criterios legales más subjetivos, como si una parte cumplió con un estándar de esfuerzos comercialmente razonable o si se debe activar una cláusula de indemnización y pagar la indemnización.

Sobre la ejecutabilidad legal de los *smart contracts* ante la legislación<sup>8</sup> de los Estados Unidos de América, estos autores sostienen que ésta pasa por distinguir entre simples acuerdos y contratos, siendo esta última categoría legalmente vinculante y sus disposiciones exigibles en un tribunal de justicia. Su exigibilidad dependerá de la satisfacción de los requisitos generalmente exigidos por los Estados, como son la existencia de una oferta, la aceptación de la misma y otras consideraciones que deriven del derecho consuetudinario. A su juicio, estos requisitos básicos seguramente se pueden cumplir a través de contratos inteligentes auxiliares<sup>9</sup>, entendidos éstos como aquellos códigos dispuestos para ejecutar ciertas disposiciones de un contrato tradicional basado en texto, en el que el cuerpo del mismo hace referencia al uso del contrato inteligente para la ejecución de ciertas disposiciones.

Como ejemplo, Levi y Lipton (2018) exponen el caso de una compañía aseguradora que desarrolla un seguro de vuelo que proporcionara automáticamente al asegurado un pago si un vuelo se retrasase más de dos horas. Así, los términos y condiciones principales de la póliza, como definir la forma de cálculo del retraso, se pueden establecer en un contrato basado en texto, pero dejando que el pago de la prima y el pago de la indemnización fuera gestionado a través de un contrato inteligente.

---

<sup>8</sup> Dos cuerpos normativos en EE.UU. reconocen validez a contratos donde ha intervenido agentes electrónicos, dando cuenta de una base legislativa favorable a los *smart contracts*; 1) la Ley Uniforme de Transacciones Electrónicas (UETA, por su sigla en inglés), que reconoce la validez de los agentes electrónicos -entendidos como programas informáticos o medios electrónicos u otros medios automatizados que operan sin revisión o acción de parte un individuo- de iniciar, responder o interactuar con otras partes o sus agentes electrónicos una vez que ha sido activado por una parte, y 2) la Ley federal de registro de firmas electrónicas, que establece que no puede negarse efecto legal, validez, o aplicabilidad a un contrato u otro registro relacionado con una transacción, únicamente porque su formación, creación o entrega implicó la acción de uno o más agentes electrónicos, siempre que la acción de dicho agente electrónico sea legalmente atribuible a la persona obligada por el mismo (Levi y Lipton, 2018).

<sup>9</sup> En contraposición a lo que denominan "contratos inteligentes de sólo código", que comprende aquellos contratos inteligentes que se crean e implementan sin ningún contrato de texto como base. Reconocen, sin embargo, relativa validez y ejecutabilidad legal a contratos de esta naturaleza, dando algunos ejemplos a este respecto.

#### IV. Proyecto de implementación de *blockchain* al sistema registral en Suecia

---

El *blockchain* ha atraído gran atención en los últimos años, especialmente de gobiernos que buscan aplicarlo a una amplia variedad de usos, tales como votaciones, impuestos, atención médica y administración de tierras, entre otros (Kriticos, 2019).

De acuerdo a lo indicado por diversos autores, algunos de los países que habrían iniciado o anunciado proyectos piloto de implementación de *blockchain* en sus sistemas registrales, sea total o parcialmente, especialmente en los últimos tres años, son Canadá (provincia de Columbia Británica), Brasil, EE.UU. (estado de Vermont; ciudad de South Burlington), Dubai, Estonia, Gana, Georgia, Honduras, India (provincia de Andhra Pradesh), Japón, Kenia, Nueva Zelanda, Suecia, Ucrania, Reino Unido, Ruanda y Rusia, entre otros (CoreLedger, 2020; Weizsäcker *et al*, s/f; ChromaWay, s/f; Herian, 2018:41-44; Sharma, s/f).

En Suecia, el *Lantmäterietes* (Autoridad Sueca de Cartografía, Catastro y Registro de Tierras)<sup>10</sup>, el registro oficial de propiedad sueco y una de las agencias gubernamentales más antiguas del país, comenzó un proyecto de implementación de un sistema basado en *blockchain* en el año 2016.

Si bien en la década de 1970 el *Lantmäteriet* fue una de las primeras autoridades públicas del mundo en digitalizar su catastro, actualmente el plazo que va entre la firma del contrato de compraventa del bien raíz y la transferencia del título puede durar entre tres y seis meses (McMurren *et al*, 2018:2). El proceso involucra la firma en persona de numerosos documentos en papel, que se intercambian por correo postal. La sola firma del contrato de compra puede tardar dos horas, y la verificación de documentos y la identidad de los firmantes se realiza de forma manual (McMurren *et al*, 2018:3).

Según el sistema de registro de propiedad existente (y al igual que ocurre en nuestro país con el conservador de bienes raíces), el *Lantmäteriet* solo se involucra relativamente tarde en el proceso de transferencia: esto es, cuando el banco del comprador le envía la solicitud de registro de título, la factura de venta y cualquier solicitud de una nueva hipoteca. Como resultado, la transferencia no se hace visible dentro del registro hasta mucho después de la firma de los contratos (McMurren *et al*, 2018:3).

Con el objetivo de mejorar sus servicios, en 2016, el *Lantmäteriet*, junto a la entidad estatal de crédito sueca SBAB; el Landshypotek Bank, uno de los principales bancos suecos; la consultora Kairos Future; la compañía de telecomunicaciones Telia y la *startup* de *blockchain* ChromaWay, comenzaron a explorar posibles aplicaciones de *blockchain* para bienes raíces en Suecia (McMurren *et al*, 2018:4).

En un primer proyecto, el consorcio desarrolló un prototipo en el que las transacciones inmobiliarias se colocarían en la cadena de bloques en el momento en que se llegara a un acuerdo de venta y permanecerían hasta que se transfiera el título de propiedad. El prototipo buscaba limitar las asimetrías

---

<sup>10</sup> Solo como referencia, se destaca que en Chile, a diferencia de Suecia, el catastro está a cargo del Servicio de Impuestos Internos, y no de los conservadores de bienes raíces. Tanto notarios como conservadores deben informar al SII "respecto de la enajenación e inscripción de bienes raíces, a pesar de que la finalidad de dicho formulario sea de orden tributario" (Pizarro, 2014:201).

de información permitiendo a todas las partes (bancos, registro de propiedad, corredores, compradores y vendedores) monitorear el progreso de la transacción y potencialmente producir ahorros de costos de más de 100 millones de euros al año (McMurren *et al*, 2018:4).

De acuerdo a Kairos Future (2017:4,5), los objetivos del proyecto eran lograr un proceso seguro para las operaciones inmobiliarias y escrituras hipotecarias con las siguientes características:

- a) Todos los actores involucrados contarían con un archivo digital que representare el contrato de propiedad del inmueble, las escrituras hipotecarias y el proceso de transacción. Estos archivos se podrían almacenar en la nube, localmente o con algún otro método que eligiera el actor.
- b) La autenticidad del proceso, las firmas, el archivo que confirma la propiedad, las escrituras de la hipoteca, etc. estarían asegurados con una cadena de bloques. El *Lantmäteriet* almacenaría la cadena de bloques con las pruebas de la transacción, pero ella también sería almacenada y validada por otros actores que formarían parte del proceso: bancos, compradores, vendedores, agentes inmobiliarios, etc. Por lo tanto, sería fácil para terceros autorizados verificar la información.
- c) La calidad de "público" o de "confidencial" de los registros y archivos, según la ley sueca, se mantendría.
- d) Ningún instrumento al portador sería almacenado en la cadena de bloques (en la implementación en curso), para excluir el riesgo de que dichos documentos autorizados se perdiesen, fueren robados o manipulados.
- e) La única forma de robar una propiedad sería ingresando a un nuevo proceso de transacción de bienes raíces con una identificación robada o falsificada. La seguridad de la solución de identificación podría mejorarse, implementando procedimientos más estrictos (fotos de tarjetas de identificación físicas, identificación biométrica, firmas múltiples, etc.).
- f) Si bien el proceso actual estaría diseñado para involucrar al *Lantmäteriet*, agentes inmobiliarios, compradores, vendedores y bancos, éste se podría rediseñar para involucrar a otros actores, como notarios, compañías de seguros y autoridades públicas locales.

El estudio de las posibilidades de utilizar *blockchain* como solución técnica para las transacciones inmobiliarias y los procesos de escritura de hipoteca finalizó en junio de 2016. Luego, un segundo proyecto desarrolló la solución aún más y la sometió a prueba (Kairos Future, 2017:2).

De acuerdo a BBC News (Baraniuk, 2020), si bien el diseño de una cadena de bloques para rastrear documentos durante la venta de una propiedad habría demostrado ser posible, Mats Snäll, director de innovación del *Lantmäteriet* habría señalado que se necesitaría un cambio legislativo antes de que el sistema pueda ampliarse en el futuro.



**ANEXO: Tabla 1: Comparación de los pasos en las transacciones inmobiliarias suecas, con y sin uso de *blockchain***

El objetivo del proyecto descrito es mejorar la forma en que se realizan las transacciones inmobiliarias, siendo la más común la compra de una residencia privada. En la siguiente tabla se describen, en la primera columna, las principales características de este proceso en su forma actual, y en la segunda, cómo se espera que sean en el futuro (Kairos Future, 2017:40-55).

Situación actual	Situación esperada con <i>blockchain</i>
1. El dueño de una propiedad quiere vender su propiedad.	El propietario puede verificar su propiedad y si existen obstáculos para la venta por sí mismo utilizando la aplicación de Lantmäteriet ("Mi cuenta de propiedad") y verificando su identidad a través de su teléfono móvil.
2. El propietario (vendedor) contacta un agente inmobiliario y redacta un acuerdo para gestionar la venta de la propiedad.	El propietario (vendedor), se pone en contacto con un agente inmobiliario y le encarga que venda la propiedad a través de la app.
3. El agente se pone en contacto con Lantmäteriet y solicita un extracto de la base de datos del registro inmobiliario para comprobar la información sobre la propiedad, es decir, que el vendedor es de hecho el propietario y puede vender la propiedad.	En el futuro, este paso es superfluo porque el agente puede ver la información directamente en la app y cualquier solicitud de cambios en el registro de propiedad se comunica de inmediato.
4. El agente pone la propiedad a la venta y la ofrece a potenciales compradores.	
5. El comprador acude a su banco y solicita la pre aprobación de un crédito. El banco verifica la calificación crediticia del comprador, a menudo en un registro digital. El banco pre aprueba el crédito.	
6. La propiedad se pone en el mercado y eventualmente se hacen ofertas.	
7. El comprador que hace la mejor oferta consulta sobre las opciones de crédito para esa propiedad específica con su banco.	

Situación actual	Situación esperada con <i>blockchain</i>
8. El banco del comprador inspecciona la propiedad y evalúa las opciones de crédito. La propiedad y el comprador pueden ser nuevamente inspeccionados en las respectivas bases de datos.	En el futuro, la propiedad no necesita ser cuestionada nuevamente porque la información más reciente está siempre disponible y de lo contrario se puede verificar directamente en la aplicación.
9. El banco aprueba el precio de compra y el monto del crédito para el comprador.	El banco del comprador puede proporcionar la aprobación preliminar del crédito para que el agente y el vendedor puede estar seguro de que el comprador tiene la capacidad de pagar.
10. Antes de firmar el contrato de compra, el agente vuelve a verificar al vendedor y la propiedad con Lantmäteriet. El agente a menudo también verifica que el comprador realmente tenga un crédito pre aprobado del banco.	El banco del comprador tiene acceso a la propiedad a través de la aplicación y el banco puede verificar la propiedad allí. La información sobre el estado de la propiedad, el informe de inspección, etc. se puede incluir en la aplicación o vincularla a la aplicación.
11. Se elabora un contrato de compra entre comprador y vendedor junto con el agente, en 4 copias.	La información necesaria se registra en la app, por ej. fecha de posesión y precio de compra en campos digitales, reduciendo el riesgo de un contrato mal formulado. Las firmas se proporcionan en la app por medio de una solución de identificación. Todos los involucrados pueden conservar una copia del acuerdo y el registro de verificación en la cadena de bloques en su teléfono móvil o computadora para mayor seguridad. El contrato no se puede perder ni falsificar. Se puede imprimir una copia en papel, solo válida para el momento en que se saca. El contrato también se comparte con Lantmäteriet, que registra el título de propiedad pendiente sin costo hasta que se distribuye el registro de verificación final para la transferencia (escritura de venta).
12. El comprador envía el contrato a su banco, a menudo por correo postal.	El banco del comprador puede ver el contrato firmado en la app.
13. El banco envía documentos de crédito al comprador, a menudo por correo postal.	Los documentos de crédito se pueden adjuntar a la app y firmar directamente cuando se redacta el contrato de compra. Es posible limitar el acceso a los documentos de crédito solo al comprador y su banco.
14. El comprador firma los documentos del préstamo y también da una orden al banco para que deposite un pago inicial ("pie") en garantía en la cuenta del agente.	El comprador puede firmar los documentos del préstamo, así como la orden de pago del anticipo directamente en la app.

Situación actual	Situación esperada con <i>blockchain</i>
15. El comprador envía el contrato de préstamo firmado a su banco por correo.	El banco obtiene directamente una copia firmada digitalmente cuando se redacta el contrato de compra.
16. El banco del comprador recibe los documentos del préstamo y paga el anticipo al agente.	El banco puede pagar el anticipo al agente directamente al momento de firmar el contrato, porque el comprador firma la orden de pago digitalmente.
17. La propiedad puede ser inspeccionada por el comprador.	
18. El acuerdo es vinculante si existieran condiciones en forma de inspección.	
19. El agente paga el anticipo al vendedor, mientras deduce sus honorarios.	
20. Después de este paso, lo principal que queda es firmar la escritura de venta, transferir la posesión de la propiedad y realizar el pago final. A menudo, esto se hace aproximadamente 3 meses después de firmar los contratos de compra.	
21. Cierre: El agente revisa la propiedad y el vendedor en la base de datos de Lantmäteriet nuevamente para asegurarse de que no haya ningún problema que impida la venta de la propiedad.	Con la nueva solución, esto no es necesario. El título de propiedad pendiente ya está otorgado. Si no se han realizado cambios, esto se muestra y la siguiente etapa se puede procesar sin más cambios o verificaciones del contrato o del inmueble.
22. Comprador y vendedor firman la escritura de venta en la oficina del agente. El comprador firma la hipoteca y cualquier otra escritura hipotecaria sobre la propiedad.	En la nueva solución, esto se hace con firmas digitales e identificación digital. El riesgo de formulaciones incorrectas en la escritura de venta se minimiza ya que la información necesaria ya está allí y cualquier información nueva se ingresa digitalmente y se verifica automáticamente.
23. El banco del comprador paga el precio de compra al banco del vendedor. A menudo, este pago se realiza mediante un depósito directo en el que el que ambos bancos confirman que se ha realizado la transferencia.	
24. El comprador, el vendedor y el agente guardan una copia del contrato y escriben una para el banco del comprador. El comprador ahora puede tomar posesión de la propiedad.	Con la solución futura, el contrato ya está disponible en la app. Copias físicas del contrato pueden imprimirse. La copia también tiene

Situación actual	Situación esperada con <i>blockchain</i>
	un código de verificación que está registrado en la cadena de bloques.
25. El banco del comprador entra en el sistema de escritura de hipoteca de Lantmäteriet y solicita al registro la escritura de hipoteca de la propiedad.	Con la solicitud de escritura de hipoteca, todos los involucrados ya han firmado este contrato. Si se cumplen todos los requisitos para que el título de propiedad se transfiera al propietario, las escrituras de la hipoteca se transferirán al banco del comprador.
26. El banco del vendedor cede la escritura de la hipoteca al banco del comprador.	La escritura de venta y la documentación para la hipoteca de la propiedad ya están disponibles para el banco a través de la app.
27. El agente envía la escritura de venta al banco del comprador.	Esta información ya está accesible y distribuida a Lantmäteriet en los pasos 11 y 22, y en la solicitud de escritura de hipoteca.
28. El banco del comprador envía la solicitud de registro de título junto con la escritura de venta y cualquier solicitud de una nueva hipoteca a Lantmäteriet.	El título de propiedad pendiente ya está otorgado y el proceso de verificación del acuerdo puede avanzar más rápidamente a través de decisiones automatizadas porque el riesgo de formulaciones incorrectas en la escritura de venta se reduce al utilizarse campos digitales.
29. Registro del título de propiedad: Lantmäteriet otorga al Comprador un título de propiedad y el título se inscribe en el registro de propiedad.	
30. Se concede una nueva hipoteca y el banco del comprador se registra como titular de la escritura hipotecaria en el sistema de escritura hipotecaria.	
31. Lantmäteriet decide sobre los cargos por servicios y el impuesto de timbre (según el precio de compra o el valor tasado de la propiedad).	
32. Lantmäteriet se paga (generalmente desde el banco) a través de una cuenta de pago automático del título y la escritura de la hipoteca.	El registro del título de propiedad y la hipoteca de Lantmäteriet se comparte a través de la app y todas las partes pueden ver que se ha otorgado el título.

Situación actual	Situación esperada con <i>blockchain</i>
33. Lantmäteriet notifica al banco del comprador, es decir, al solicitante del título, por correo ordinario que se ha concedido el título.	Este paso no es necesario. La información sobre el título de la propiedad va directamente al comprador, vendedor, agente, banco del comprador y banco del vendedor a través de la app.
34. El banco del comprador notifica al comprador que se le ha otorgado el título y que la transacción se realiza por correo ordinario.	

## Referencias

- Baraniuk, Chris (2020). Blockchain: The revolution that hasn't quite happened. BBC News. Disponible en: <http://bcn.cl/2lcfb> (septiembre, 2020).
- Dobrygowski, Daniel y Hoffman, William (2019). We Need to Build Up 'Digital Trust' in Tech. Wired. Disponible en: <http://bcn.cl/2lcf7> (septiembre, 2020).
- ChromaWay (s/f). Solutions. Disponible en: <https://chromaway.com/solutions> (septiembre, 2020).
- Coinlib (s/f). 6,240 crypto currencies. Disponible en: <https://coinlib.io/coins> (septiembre, 2020).
- CoreLedger (2020). Land Registry on Blockchain. Medium. Disponible en: <http://bcn.cl/2lcfe> (septiembre, 2020).
- Department of Homeland Security (2020). Security Tip (ST04-018) Understanding Digital Signatures. CISA. Disponible en: <https://us-cert.cisa.gov/ncas/tips/ST04-018> (septiembre, 2020).
- Expert Group on Regulatory Obstacles to Financial Innovation (ROFIEG). European Commission (2019). 30 Recommendations on Regulation, Innovation and finance. Disponible en: <http://bcn.cl/2lcfg> (septiembre, 2020).
- Forohar, Rana (2018). El año en una palabra: Techlash. Financial Times. Disponible en: <http://bcn.cl/2lcfi> (septiembre, 2020)
- García Hernández, José Miguel (2018). Criptomonedas y Aplicación en la Economía. ICADE Business School, Universidad Pontificia Comillas, Madrid. Disponible en: <http://bcn.cl/2lcfj> (septiembre, 2020).
- GIZ (s/f). Questions and answers about GIZ. Disponible en: <https://www.giz.de/en/press/9785.html> (septiembre, 2020).
- Herian, Robert (2018). Legal Recognition of Blockchain Registries and Smart Contracts. Disponible en: <http://bcn.cl/2lcfm> (septiembre, 2020).
- Kairos Future (2017). The Land Registry in the blockchain - testbed. A development project with Lantmäteriet, Landshypotek Bank, SBAB, Telia company, ChromaWay and Kairos Future. Disponible en: <http://bcn.cl/2lcf0> (septiembre, 2020).
- Kriticos, Sebastian (2019). Keeping it clean: Can blockchain change the nature of land registry in developing countries? World Bank Blogs. Disponible en: <http://bcn.cl/2lcfp> (septiembre, 2020).

- Levi, Stuart y Lipton Alex (2018). An Introduction to Smart Contracts and Their Potential and Inherent Limitations (Harvard Law School Forum on Corporate Governance) Disponible en: <http://bcn.cl/2lcfs> (septiembre, 2020).
- McMurren, Juliet; Young; Andrew y Verhulst, Stefaan (2018). Addressing Transaction Costs Through Blockchain and Identity in Swedish Land Transfers. Govlab. Disponible en: <https://blockchan.ge/blockchange-land-registry.pdf> (septiembre, 2020).
- OECD (2019). The Policy Environment for Blockchain Innovation and Adoption: 2019 OECD Global Blockchain Policy Forum Summary Report, OECD Blockchain Policy Series. Disponible en: <http://bcn.cl/2lcfw> (septiembre, 2020).
- Pastor, Javier (2016). Qué es blockchain: la explicación definitiva para la tecnología más de moda. Xataka. Disponible en: <http://bcn.cl/2lcfy> (septiembre, 2020).
- Pizarro Santibáñez, Ricardo (2014). Aspectos procesales en la implementación de un registro inmobiliario electrónico. Memoria de Grado. Centro de Estudios de Derecho Informático. Universidad de Chile. Disponible en: <http://bcn.cl/2lcfz> (septiembre, 2020).
- Preukschat, Alex (2019). Bitcoin o 'blockchain': ¿descentralizado o distribuido? Retina, El País de España. Disponible en: <http://bcn.cl/2lcg1> (septiembre, 2020).
- Ruiz Dotras, E. (2018). Divisas digitales y blockchain. ¿Una plataforma alternativa? Disponible en: <http://economia-empresa.blogs.uoc.edu/es/divisas-digitales-blockchain> (septiembre, 2020).
- Sharma, Toshendra (s/f). Blockchain Land Registeries Across the Globe. Blockchain Council. Disponible en: <http://bcn.cl/2lcg2> (septiembre, 2020).
- GAFISUD-Unión Europea (2014). Informe del GAFI: Monedas Virtuales Definiciones Claves y Riesgos Potenciales de LA/FT. Disponible en: <http://bcn.cl/2lcg5> (septiembre, 2020).
- Weizsäcker, Franz v., Eggler, Salomé y Atarim, Eren (s/f). Land registries on a distributed ledger. GIZ Blockchain Lab. Disponible en: <http://bcn.cl/2lcg3> (septiembre, 2020).

## Nota aclaratoria

Asesoría Técnica Parlamentaria, está enfocada en apoyar preferentemente el trabajo de las Comisiones Legislativas de ambas Cámaras, con especial atención al seguimiento de los proyectos de ley. Con lo cual se pretende contribuir a la certeza legislativa y a disminuir la brecha de disponibilidad de información y análisis entre Legislativo y Ejecutivo.



Creative Commons Atribución 3.0  
(CC BY 3.0 CL)