



## Contratos y blockchain: Contratos legales inteligentes. ¿Es necesario un marco legislativo?

### Contracts and blockchain: Smart legal contracts. Is a legislative framework necessary?

**Celina Díaz Michel**

Universidad de Guadalajara, Guadalajara Jalisco, México  
cdiaz07@hotmail.com

**Jersain Zadami Llamas Covarrubias**

Universidad de Guadalajara, Guadalajara Jalisco, México  
jersain@protonmail.com  
ORCID: 0000-0003-1965-2415

doi: <https://doi.org/10.36825/RITI.11.23.005>

Recibido: Marzo 09, 2023

Aceptado: Abril 10, 2023

**Resumen:** La adopción e implementación de tecnologías disruptivas en la realidad análoga, trae como resultado el surgimiento de nuevos retos y desafíos que deben abordarse desde el ámbito legal. En el caso de *Blockchain*, desde su surgimiento con las criptomonedas y sus implementaciones futuras como *tokens*, contratos inteligentes y aplicaciones descentralizadas, se estableció un gran desafío para las normas vigentes de todos los países. Dicho esto, en el presente trabajo de investigación, se pretende examinar las condiciones legales y técnicas contractuales para comprobar si los contratos tradicionales, contratos inteligentes y contratos *ricardianos* pueden llegar a ser contratos legales inteligentes y cumplir con la regulación contractual de todos los países, a pesar de la ausencia de una legislación especial que los reconozca formalmente.

**Palabras clave:** *Blockchain, Contratos Inteligentes, Contratos Ricardianos, Contratos Legales Inteligentes.*

**Abstract:** The adoption and implementation of disruptive technologies in analogous reality, results in the emergence of new challenges and challenges that must be addressed from the legal field. In the case of *Blockchain*, since its emergence with cryptocurrencies and their future implementations as *tokens*, smart contracts and decentralized applications, a great challenge was established for the current regulations of all countries. That said, this research work, is intended to examine the legal conditions and contractual techniques to verify if traditional contracts, smart contracts, and Ricardian contracts can become legal smart contracts and comply with the contractual regulation of all countries, despite the absence of special legislation that formally recognizes them.

**Keywords:** *Blockchain, Smart Contracts, Ricardian Contracts, Smart Legal Contracts.*

### 1. Introducción

Evidentemente la pluma es más poderosa que la espada, pero los tiempos y las teorías contractuales han evolucionado tanto, que pensar únicamente en una pluma y papel para autorizar un documento o expresar que se

aprueba su contenido, como un acto comisivo o volitivo, sería un pensamiento obsoleto. El mundo ha cambiado, los acuerdos/contratos son parte fundamental en la vida de todos, día a día la sociedad celebra acuerdos para crear derechos, obligaciones y responsabilidades, -como comprar un producto o utilizar un servicio-, y por consiguiente estos instrumentos son una forma en la que se ordena la sociedad.

El latinismo y principio del derecho *pacta sunt servanda* (lo pactado obliga), nos indica que todo pacto debe ser cumplido y que el contrato es ley entre las partes. En este sentido, desde una visión maximalista, un contrato puede ser celebrado en cualquier formato y medio, siempre y cuando cumpla con los requisitos legales. Esto abre la puerta a contratos por medios digitales, e incluso a interpretaciones de aceptación con *emojis* o *emoticones* como consentimiento contractual, es decir, que ante algunos tribunales un *emoji* con la figura de una mano con el dedo pulgar levantado pueda ser interpretado como signo visible de aprobación y conformidad [1].

En el mismo orden de ideas, en la teoría de contratos se entiende como contratos nominados aquellos que poseen un nombre o denominación que permite su identificación como arrendamiento financiero (*leasing*) y el fideicomiso (*trust*), y como opuestos, son los innominados que carecen de nombre o denominación específica y socialmente aceptada, siendo aquellos que las partes crean de acuerdo a sus propias necesidades y en ejercicio de libertad y autonomía de la voluntad; de manera correlativa, son típicos los contratos nominados, en razón a que son objeto de disciplina legislativa, regulación, mientras que los atípicos son aquéllos cuya regulación no ha sido incorporada en la legislación, aunque se trate de contratos de uso difundido y con reglas plenamente aceptadas de identificadas, empero, sin perjuicio de lo anterior, no se debe perder de vista que, no es el derecho el que crea las modalidades contractuales, sino las necesidades de los agentes económicos [2].

Dicho lo anterior, es irrelevante si existen derechos exclusivos, toda vez que el objeto contractual no tiene que ser un derecho existente; en este sentido, los contratos pueden crear derechos en posiciones fácticas y actuar como una regulación suave (*soft law*) [3]. Y, por lo tanto, actualmente se han desarrollado novísimos contratos sobre convergencia tecnológica, derechos digitales, marcas, datos en un mundo digital, *marketing* digital, contenido generado por usuario y redes sociales, etc. [4], que formalmente no son reconocidos por las normas, pero son válidos por cumplir con los requisitos esenciales de un contrato. Sin embargo, como desventaja es que los contratos únicamente tienen efectos *inter-partes*, es decir entre partes, lo que proporciona menos seguridad jurídica y no aborda disparidades estructurales entre las partes potenciales [3].

Se puede condensar lo dicho hasta aquí, que los contratos son parte de la vida diaria de la sociedad, y que sus criterios de forma y fondo han evolucionado en armonía con las tecnologías actuales, no obstante, surgen novísimas formas de contratos que por encima de debatir la forma o contenido, así como sus elementos de validez (tradicionales), simplifican los actos y negocios jurídicos entre partes, de forma autoejecutable o automática, inmutables y sin un intermediario (contratos inteligentes), creando la interrogante respecto a si estos tipos de instrumentos de código fuente informático que su algoritmo es definir, verificar y ejecutar una condición, cumplen con los elementos de un contrato o acuerdo de conformidad con el derecho positivo vigente.

Si bien el debate sobre los problemas de validez y regulación de los contratos inteligentes ha oscilado en el camino binario de encontrar maneras y medidas de adaptar las legislaciones preexistentes en armonía con firmas digitales y contratación electrónica, o por el contrario, sea necesario crear nuevas normas que regulen expresamente esta serie de contratos [5], este artículo no se ocupa de resolver este debate, más bien, propone una solución tecnología que sea adaptable a los marcos jurídicos actuales de cada país, para lograr un nivel de contratos legales inteligentes. Dicho lo anterior, el objetivo de este artículo es abordar brevemente la tecnología *Blockchain*, posteriormente examinar desde una forma deductiva, que son los contratos, cuáles son los elementos de los contratos inteligentes, y como se pueden lograr los contratos legales inteligentes.

## 2. Estado del arte: *Blockchain* y Contratos

### 2.1. *Blockchain*

Antes de examinar los contratos y su intersección con la tecnología *Blockchain*, es pertinente dedicar un apartado para explicar lo que significa esta tecnología. De manera puntual, esta tecnología surgió gracias a la entidad anónima denominada *Satoshi Nakamoto* desde el año 2008, con el *paper* titulado *Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System* [6], en español, *Bitcoin: un sistema de dinero en efectivo electrónico peer-to-peer*. Este documento dio origen a la red *Bitcoin* y en el año 2009 dicha tecnología ya era más que una simple idea porque liberaron el *software* al público.

De manera muy general, *Blockchain* también es conocida como cadena de bloques. Una definición técnica es que *Blockchain* es un conjunto de tecnologías unidas, que crean una estructura de marcadores digitales a prueba de manipulaciones y resistentes a las mismas, implementados de manera distribuida y generalmente sin una autoridad central (es decir, un banco, empresa o gobierno); en su nivel básico, permiten a una comunidad de usuarios registrar transacciones en un libro mayor compartido dentro de esa comunidad, de modo que, en el funcionamiento normal de la red, no se puede cambiar ninguna transacción una vez publicada [7]. Una definición más llana estriba en que es un libro mayor compartido e inmutable que facilita el proceso de registro de transacciones y seguimiento de activos en una red, y en este sentido, facilita el seguimiento, rastro y comercio de cualquier cosa de valor confiable entre las partes, reduciendo así el riesgo y los costos para las partes involucradas [8].

Para facilitar su comprensión, de manera pedagógica se podría imaginar una base de datos global que existe en todos los dispositivos dentro de la red y por ello se pueden conocer todos los movimientos (transacciones). Respecto a descentralizado y distribuido, significa que no existe autoridad central que decida sobre las transacciones o movimientos. En relación con el mecanismo de consenso para validar este registro, es la forma de llegar a un acuerdo o una verdad entre todos los dispositivos de la red para poder validar los movimientos y realizar registros, pues como se advirtió anteriormente, no existe una autoridad central y debe llegarse a una mayoría por toda la red, o en su defecto seguir las reglas del mecanismo de consenso. Finalmente, los bloques están unidos por un hash digital y otros elementos, en forma de cadenas, bloques dependientes entre sí, creando una estructura que no puede romperse y mostrando una trazabilidad para conocer el historial de toda la red.

Se debe hacer la aclaración, que existe un concepto de *Blockchain* privada, o mejor conocida como DLT (*Distributed Ledger Technology*), en español tecnología de contabilidad distribuida, que en resumen es *software* que utiliza una cadena de bloques o una estructura de datos similar compartida en una red de participantes que distribuyen y verifican información sobre transacciones [9]. En estas DLT, las partes se identifican y se actualiza el registro mediante un mecanismo de consenso distribuido, empero, algunos maximalistas de *Blockchain*, consideran que estos registros no son descentralizados y, por lo tanto, no pueden ser considerados como *Blockchain*, no obstante, esta interrogante no se abordará en este artículo.

En definitiva, *Blockchain* como evolución o revolución, llegó a crear una sociedad compartida transformando diversos sistemas como el legal, económico, corporativo, turístico y todos aquellos sistemas que necesiten bases de datos para registros transparentes, trazables e inmutables. Desde un comienzo con el surgimiento del *Bitcoin*, las *criptomonedas* han tenido su primera aparición en las sociedades contemporáneas, no obstante, con la alta comunidad de expertos y beneficios para la colectividad, han transmutado a una relación más profunda con la civilización, creando *tokens*, contratos inteligentes, aplicaciones descentralizadas y cambios de paradigmas democráticos, políticos y de justicia.

## 2.2. Los contratos

Para Lomfeld, sin contratos el mundo sería solitario y totalitario; para Durkheim, la relación contractual es el corazón de los lazos sociales; a través de las teorías contractualistas de Hobbes, Locke, Kant, Rawls y Buchanan, el contrato es de importancia en la ciencia política bajo el término del contrato social; y para Williamson, la organización económica es una cuestión de contrato [10]. Una definición de contrato sería que es una promesa o conjunto de promesas cuyo incumplimiento la ley da remedio, o cuyo cumplimiento la ley reconoce de alguna manera como un deber [11]. Otra definición oscila en que, un contrato es como una ley privada que permite a las partes definir su relación demarcando los límites de la conducta aceptable [12].

Entonces ¿Por qué firmamos contratos? Una respuesta breve sería, porque las buenas cercas hacen buenos vecinos; esto no significa que no confiamos el uno en el otro, ni siquiera es porque se tenga miedo, es porque la mejor manera de evitar discusiones en una relación contractual, es escribir las expectativas de las partes con anticipación, donde se marquen los límites como una cerca entre jardines vecinos, que explique quién es responsable de qué, y si las partes no están de acuerdo, pueden consultar el documento para obtener orientación, y tal vez en ocasiones las expectativas no coincidirán y las partes demandarán por contratos, dando como resultado que un juez tenga que interpretar el contrato y su significado, pero únicamente los tribunales tienen la última palabra si las partes no pueden ponerse de acuerdo, de ahí que la idea de un contrato es mantener a las partes fuera de los tribunales [13].

Desde un enfoque de *common law* un acuerdo se vuelve legalmente vinculante cuando se cumplen cuatro elementos de formación: oferta; aceptación; consideración y una intención de crear relaciones jurídicas [14]. En una concepción de derecho continental, un contrato debe cumplir con requisitos sustanciales de existencia, así como los necesarios para la validez o eficacia, siendo el consentimiento, el objeto y su licitud, así como los sujetos y capacidad de las partes en la obligación [15].

En lo que respecta a la intersección entre los contratos y las TIC, estos se manifiestan de diferentes formas, vengrancia, en la celebración de contratos mediante medios electrónicos; o realizando contratos que regulen tecnología, como computación en la nube o desarrollo de software; o utilizando tecnología para crear contratos mediante herramientas automatizadas (*Do-it-yourself contract* o *DIY contract*); y finalmente con la revolución *Blockchain*, con los *smart contracts* o contratos inteligentes, con reglas establecidas que simplifican transacciones en la cadena de bloques, de forma autoejecutable o automática, inmutables y sin intermediarios.

Continuando con el anterior razonamiento, desde una primera perspectiva, se ha realizado un esfuerzo global para realizar y ejecutar contratos por medios digitales, y si bien existe un marco jurídico en cada país, es imperante señalar la necesidad de dicha transición, -por la pandemia COVID-19 se empujó a realizar estos actos de manera virtual-, tales esfuerzos se han materializado en diversos instrumentos guías como:

1. Ley Modelo de la Comisión de las Naciones Unidas para el Derecho Mercantil Internacional sobre Comercio Electrónico en 1996;
2. Ley Modelo de la Comisión de las Naciones Unidas para el Derecho Mercantil Internacional sobre las Firmas Electrónicas en 2001;
3. la Ley Modelo de la Comisión de las Naciones Unidas para el Derecho Mercantil Internacional sobre documentos transmisibles electrónicos en 2017,
4. Convención de las Naciones Unidas sobre la Utilización de las Comunicaciones Electrónicas en los Contratos Internacionales en 2005 y algunas guías legislativas, y textos explicativos en la materia realizadas por la Organización de las Naciones Unidas.

Desde un segundo punto de vista, surgen contratos que regulan las TIC. Si bien en un comienzo eran contratos informáticos ligados a la comercialización de computadoras, ahora se refieren a bienes y servicios informáticos [16], como los acuerdos de licencia de *software*; computación en la nube; mantenimiento y soporte; desarrollo de *software*; custodia del código fuente; datos, etc. [17]. En tercer lugar, los famosos *Do-it-yourself contracts* o *DIY contract* que entran como mercado de contratos y tercerización de los mismos, emergen con una visión de redactar un contrato a partir de una plantilla ya establecida y utilizando una plataforma, es decir, los contratos se venden como productos, promoviendo la inclinación de hazlo tú mismo, infringiendo indirectamente que las personas que necesitan manejar contratos forzosamente no deben recurrir un abogado, ya que pueden hacer gran parte del trabajo gracias a este tipo de soluciones automatizadas [18].

Finalmente, en cuarto lugar se tienen los *smart contracts* o contratos inteligentes, siendo acuerdos autónomos autoejecutables en forma de código informático alojados en una cadena de bloques, como ventaja es la realización y ejecución de acuerdos sin la necesidad de intermediarios, brindando así mejores sistemas de seguridad, ejecución y verificación que los contratos tradicionales, aunado a que son inmutables, irrevocables y rentables, convirtiéndolos en una opción atractiva y conveniente en un contexto comercial [19]. Este tipo de contratos se explicarán a continuación.

### 3. Un nuevo catálogo de contratos mediante *Blockchain*

#### 3.1. Contratos Inteligentes (*Smart Contracts*)

El concepto de contrato inteligente no es algo novedoso, incluso es un término acuñado desde el siglo XX durante la década de los 90's. Dicho término se le atribuye a Nick Szabo, definiéndolo como un protocolo de transacción computarizado que ejecuta los términos de un contrato [20]. Un contrato inteligente es un conjunto de promesas, incluidos protocolos dentro de los cuales las partes cumplen las otras promesas; los protocolos generalmente se implementan con programas en una red informática o en otras formas de electrónica digital, por lo que estos contratos son más inteligentes que sus antepasados en papel, pero esto no implica el uso de inteligencia artificial [21].



No obstante, el error sobre estos contratos es pensar que son inteligentes, porque de facto no lo son. Es decir, podrían tener un grado de autonomía, pero no de inteligencia; la inteligencia radica en las capacidades de comprensión, mientras que la autonomía oscila en la capacidad de sentir y responder a estímulos externos, y en esta consideración hasta una trampa para ratones es autónoma una vez que es configurada [22].

Sin entrar en conflicto en un debate conceptual, se puede asegurar que el concepto teórico de los contratos inteligentes ahora es práctico gracias a la tecnología *Blockchain*. A tal efecto, de manera contemporánea los *smart contracts* han realizado una transformación de reglas y transacciones en código fuente informático, pues las partes pueden entablar una relación comercial y plasmarla en un código fuente parcial o total, empero, estos derechos y obligaciones se conmemoran en un código de un contrato inteligente que utiliza un lenguaje de programación estricto y formal que se ejecuta de forma distribuida por todos los nodos que soportan la red subyacente basada en *Blockchain*, sin depender necesariamente de ningún operador intermediario o de confianza [23]. Cabe destacar que, en el desarrollo de estos contratos inteligentes se pueden utilizar lenguajes de programación como *Solidity*, *Python* y *JavaScript* y se recomienda seguir metodologías de desarrollo como *UWE*, *XP* o *Scrum* [24].

Dicho lo anterior, *grosso modo*, un contrato inteligente es un código informático que es lanzado sobre la red *Blockchain* y se ejecuta automáticamente tras verificar que un suceso es cumplido. A pesar de que estos parecieran algo innovador y revolucionario, son instrucciones programadas, pero en una red descentralizada e inmutable. De manera diligente, el funcionamiento de un contrato inteligente radica en tres pasos, primero se define, después se verifica y finalmente se ejecuta sobre la red *Blockchain*.

Se podría objetar algunos elementos de validez de los contratos inteligentes conforme al derecho contemporáneo, planteando algunas dudas como ¿Los contratos inteligentes son realmente contratos? ¿Son legalmente vinculantes? ¿Cómo se lleva a cabo su resolución de disputas? Ante estas breves interrogantes, una respuesta y salida fácil sería que cuando se plasman en el derecho positivo y vigente se convierten en contratos vinculantes, tal como lo hicieron algunos condados de E.U.A. como Wyoming, Arizona, Ohio, Vermont, Nevada y Tennessee que han regulado dentro de su cuerpo normativo y directa o indirectamente [25], o incluso como la UE que los contempla en propuesta de Reglamentos como en el *Proposal for a regulation of the european parliament and of the council on harmonised rules on fair access to and use of data (Data Act)* [26].

Respecto a su resolución de disputas, a prima facie se podría deducir que una vez que se ejecuta el contrato inteligente no puede detener su ejecución, y de ahí que sean difíciles de rescindir las obligaciones pactadas en dichos contratos. Pese a lo anterior, algunas implementaciones tecnológicas han resuelto de manera ligera este problema. Tal es el caso de *Kleros*, que propone una innovadora forma de crear contratos arbitrados, donde se designa a *Kleros* como sus árbitros, es decir, dentro de la plataforma los creadores de los contratos eligen cuántos jurados y qué tribunal dictaminará su contrato en caso de que ocurra una disputa, con la idea de que puedan elegir un tribunal (interno) especializado en el tema del contrato [27].

Existe un punto endeble en los contratos inteligentes; la vulnerabilidad del código. Un famoso caso fue el *hackeo* conocido como *The DAO* de *slock.it*, donde el código fuente informático era vulnerable y siguiendo las instrucciones del mismo código, alguien transfirió los fondos en su beneficio, y como resultado también se encendió el debate sobre ¿el código fuente es ley? [28]. Las vulnerabilidades en el código, especialmente si pasan desapercibidas y resultan en incidentes como el ataque *The DAO*, aunado a las respuestas y acciones del grupo central de codificadores y desarrolladores que fue una decisión de bifurcar la red como si nada hubiera pasado, pueden exacerbar una desconfianza, y el hecho de que el contrato inteligente no cumpla la intención de las partes, puede deberse a una variedad de fallas en el código, pero también a las limitaciones de transponer los términos de un contrato legal al lenguaje del código [29]. Se podría debatir que los contratos tradicionales también cuentan con fallas, pero la diferencia es que las cláusulas pueden ser declaradas inválidas o injustas por una autoridad, y en lo que respecta al código fuente informático, puede que la idea y el código informático no sean lo mismo y se tengan resultados no deseables, e incluso problemas sobre ponderar cuál contenido debe prevalecer.

Ahora bien, si aceptamos que el asunto de legalidad en los contratos inteligentes culmina mediante un proceso legislativo que armoniza las leyes dentro de un marco jurídico legítimo, por otra parte, queda la interrogante ¿Y si las leyes no los contempla, son vinculantes? Antes de responder esto, es necesario que el lector se pregunte si es capaz de entender el siguiente contrato inteligente de una aerolínea en código fuente informático [30]:

```
pragma solidity ^0.6.0;
contract Airlines {
    address chairperson;
```

```

struct details{
uint escrow; // deposit for payment settlement
uint status;
uint hashOfDetails;
}
mapping (address=>details) public balanceDetails;
mapping (address=>uint) membership;
// modifiers or rules
modifier onlyChairperson{
require(msg.sender==chairperson);
_ ;
}
modifier onlyMember{
require(membership[msg.sender]==1);
_ ;
}
// constructor function
constructor () public payable {
chairperson=msg.sender;
membership[msg.sender]=1; // automatically registered
balanceDetails[msg.sender].escrow = msg.value;
}
function register () public payable{

address AirlineA = msg.sender;
membership[AirlineA]=1;
balanceDetails[msg.sender].escrow = msg.value;
}
function unregister (address payable AirlineZ) onlyChairperson public {
if(chairperson!=msg.sender){
revert(); }
membership[AirlineZ]=0;
// return escrow to leaving airline: verify other conditions
AirlineZ.transfer(balanceDetails[AirlineZ].escrow);
balanceDetails[AirlineZ].escrow = 0;
}
function request(address toAirline, uint hashOfDetails) onlyMember
public{
if(membership[toAirline]!=1){
revert(); }
balanceDetails[msg.sender].status=0;
balanceDetails[msg.sender].hashOfDetails = hashOfDetails;
}
function response(address fromAirline, uint hashOfDetails, uint done)
onlyMember public{
if(membership[fromAirline]!=1){
revert(); }
balanceDetails[msg.sender].status=done;
balanceDetails[fromAirline].hashOfDetails = hashOfDetails;
}
function settlePayment (address payable toAirline) onlyMember payable
public{
address fromAirline=msg.sender;

```

```

uint amt = msg.value;
balanceDetails[toAirline].escrow = balanceDetails[toAirline].escrow
+ amt;
balanceDetails[fromAirline].escrow =
balanceDetails[fromAirline].escrow - amt;
// amt subtracted from msg.sender and given to toAirline
toAirline.transfer(amt);
}

```

¿El lector pudo comprender el código? Indistintamente de la respuesta, se debe puntualizar que al respecto sobre su comprensión, es probable que el lector no sea capaz de conocer la finalidad de ejecución de dicho código fuente informático, a menos que sea un programador, y algunas objeciones podrían apoyarse en defender esta prosa informática con crear interfaces o confiar en terceros para su interpretabilidad, empero, sin entrar en esta posible aporía, una respuesta breve sería que, siguiendo la noción de que un pilar fundamental de los acuerdos y contratos para que sean válidos es el consentimiento de las partes. En el caso de los contratos inteligentes, el consentimiento informado se puede cuestionar debido a su expresión como código fuente, el cual no puede comprenderse por ciertas personas involucradas en el acuerdo; y es ahí cuando una solución son los contratos *ricardianos* que se abordarán a continuación.

### 3.2. Contratos Ricardianos (*Ricardian Contracts*)

En el apartado anterior, se explicó lo que es un contrato inteligente y sus particularidades, dicho esto, es necesario abordar los contratos *ricardianos*, los cuáles los nominaremos en este artículo como un tipo de *smart legal contracts* (contratos legales inteligentes), toda vez que estos contratos crean una triada entre contratos tradicionales, contratos inteligentes y contratos *ricardianos*, afin de crear contratos con efectos legales de existencia y validez, capaces de trascender en el mundo jurídico, sin importar que existan disposiciones legales especiales que los regulen.

Previo a definir lo que es un contrato legal inteligente, es imperioso comprender lo que es un *hash*. Las funciones *hash* son algoritmos que transforman cualquier tipo de datos en longitudes fijas independientemente del tamaño de los datos de entrada, aunado a que solo aceptan una pieza de datos en un momento dado como entrada y crean un valor *hash* basado en los *bits* y *bytes* que componen los datos [31].

Debe hacerse hincapié en que las funciones *hash* son cruciales para la integridad de la información, pues se garantiza que no se ha realizado alguna modificación al activo, pues incluso, con la mínima alteración todo el *hash* cambia. A continuación, se muestra un ejemplo aplicando las funciones hash *MD5* (Tabla 1) y *SHA-256* (Tabla 2) con las palabras ‘Contrato Inteligente’ y ‘Contrato Inteligente.’, nótese el punto final en la segunda oración.

**Tabla 1.** Resultado de una función *hash* en MD5.

Texto plano	Hash md5
Contrato Inteligente	88bf4c05186d8b649c86369514941833
Contrato Inteligente.	06dd6a7e17eedeeecfc156c48f941c25

Fuente: Elaboración propia usando <https://md5decrypt.net/en/>

**Tabla 2.** Resultado de una función *hash* en Sha-256.

Texto plano	Hash md5
Contrato Inteligente	d37c5d1ab05b579a821b85722ad6d4d67b32b49eb3ef7 999e6939a51ce1659eb
Contrato Inteligente.	909fbd7697d503a58ee3a6a835b63e91cb170d52256ec 8bdcec06b48a5545bcb

Fuente: Elaboración propia usando <https://emn178.github.io/online-tools/sha256.html>

En los ejemplos anteriores (Tabla 1 y Tabla 2), se utilizaron dos tipos de funciones *hash*, siendo la *MD5* y *SHA-256*. Se puede observar, que independientemente del valor añadido, cada función *hash* convierte los valores en una longitud fija, en este ejemplo se usaron dos palabras, pero si se procesaran una mayor cantidad de palabras, esto traería como resultado una misma longitud fija de caracteres, sujeto al tipo de función *hash* aplicado. A la vez, se comprobó que, con la mínima alteración, que en este caso se agregó en la segunda palabra un punto '.', cambia totalmente el valor *hash* del dato o información. Por lo anterior, dichas funciones son tan importantes para proteger la integridad, es decir, asegurar que no exista alteración alguna del activo. De manera más llana, este proceso es análogo a una huella digital de un activo y así como en las personas físicas es única, también lo es en los activos digitales, creando y asegurando un vínculo seguro.

Un modelo práctico en el caso de firmado de documentos radica en que, cuando se une el cifrado asimétrico o llamado de clave pública con el *hash* del documento, este se convierte en un *hash* cifrado o también conocido como firma, la cual otorga y vincula el consentimiento de un sujeto ante un documento firmado. Es decir, al firmar un *hash* (o resumen de mensaje), debe obtenerse el *hash* del documento para ser firmado por el algoritmo de firma digital utilizando la clave privada [32].

Un primer escenario de utilizar las funciones *hash* con los contratos, es con el famoso proceso de integración dual, donde al implementar el contrato inteligente se registra su dirección en la cadena de bloques, posteriormente se crea un *hash* del contrato tangible, se registra su resumen *hash* en un medio de almacenamiento, y finalmente el último paso sería realizar una transacción al contrato inteligente que incluya el *hash* del contrato real en sus datos para que se vinculen ambos contratos [33]. Sin embargo, este método principalmente se centra en la integridad del contrato respecto a modificaciones y a tener una estampa de tiempo para tener fecha cierta como si fuera una prueba de existencia, lo cual legalmente es benefactor, pero los contratos *ricardianos* van más allá de la integración dual.

Llegados a este punto y conociendo el concepto de *hash*, es sustancial retomar el asunto principal y abordar los contratos *ricardianos*. Estos contratos fueron inventados por Ian Grigg en 1996 y permiten que los contratos legales se traduzcan a contrapartes digitales con la prosa legal original que permanece intacta, permitiendo así que un contrato pase de los documentos legales en papel a un mundo de criptografía y al mundo de la contabilidad, aunque debe precisarse que los contratos inteligentes pueden contener prosa legal, para convertirse en contratos legales inteligentes (en referencia a los contratos *ricardianos*) [34].

Estos contratos *ricardianos* datan previo al surgimiento de la tecnología *Blockchain*, y son diferentes de los contratos inteligentes porque no permanecen en una cadena de bloques, ya que radican en la computadora del comerciante. Un contrato *ricardiano* es básicamente una forma de rastrear la responsabilidad de la Parte A cuando vende bienes a la Parte B, pues representa una sola unidad de un bien [35]. Grigg llamó a estos contratos *ricardianos*, porque se desarrollaron para el sistema Ricardo. En este sistema se definieron sus contratos con tres componentes: código legal (el texto legal legible por humanos), código de computadora (los pasos ejecutables de un contrato inteligente) y parámetros (las variables que influyen en cómo se ejecuta el código de computadora). El código legal incluía la cadena criptográfica *hash* del código de la computadora, con el fin de garantizar que estaba haciendo referencia a un contrato *ricardiano* y paralelamente, el código de computadora incluía la cadena *hash* criptográfica del texto del contrato legal. Por lo tanto, los dos estaban vinculados y si hubiera un problema con el código de computadora, uno podría recurrir al contrato legal para su resolución [28].

El contrato *ricardiano* resuelve los problemas de un contrato inteligente, ya que toma la prosa legal, incorpora la firma y luego copia el documento acordado, este último paso de copia es la magia, ya que en resumen utiliza un *hash* seguro. Con este método se produce un algoritmo que da como resultado un número único que se relaciona perfectamente con el documento y solo este documento puede revelar ese *hash* y con la seguridad que se refiere a un documento determinado, además actualmente con la tecnología *Blockchain* se podrían almacenar *hashes* de forma permanente y representar a las partes en contratos inteligentes [36].

Dicho lo anterior, la piedra angular de los contratos *ricardianos* -además de la prosa- no es el nombre, ni extracto ni los términos y condiciones, es el *hash*, ya que obliga al desarrollador a mantener un repositorio y contrato completo. En síntesis, un contrato *ricardiano* incorpora código inteligente y negociación (prosa, código y parámetros), donde el contrato *ricardiano* se convierte en un documento digital que captura el contrato entre las partes, asegurando por su *hash* que el contrato correcto se identifica y también está siempre presente, e incluye todos los componentes necesarios para mantener al día el comercio que los usuarios deseen aplicar [36].

En el mismo orden de ideas, de manera práctica los contratos se implementan mediante la producción de un documento único que contiene los términos del contrato en lenguaje legal y por lenguaje legibles por máquinas.

Una vez que el documento esté firmado digitalmente por el emisor utilizando su clave privada, este documento mediante una función de resumen se genera un *hash* por medio del cual se puede identificar el documento. Este *hash* es luego utilizado y firmado por las partes durante la ejecución del contrato para vincular cada transacción, con el *hash* identificador que sirve como evidencia de la intención [37].

Se debe agregar que existen otros enfoques y definiciones sobre este tipo de contratos, dividiéndolos en *Smart Legal Contracts* y *Smart Contract Code*; el primero es un contrato escrito y legalmente ejecutable donde ciertas obligaciones pueden estar representadas o escritas en código y el segundo, es un código que está diseñado para ejecutar ciertas tareas si se cumplen las condiciones predefinidas y dicho código puede o no estar destinado a dar efecto a disposiciones legales o tener ramificaciones legales. Así mismo existen dos tipos de modelos en su implementación, primero el modelo interno donde las disposiciones que se pueden realizar automáticamente se incluyen en el contrato legal, pero se reescriben en una representación más formal que la forma de lenguaje natural actual; y por otra parte el modelo externo, en el cual las disposiciones codificadas permanecen externas al contrato legal y representan sólo un mecanismo para el desempeño automatizado [38].

Otros autores contemplan que los *smart legal contracts*, son contratos legalmente vinculantes en el que algunos o todos los términos contractuales se definen y ejecutan automáticamente mediante un programa informático, y que básicamente se materializan en 3 formas: 1. Contrato de lenguaje natural con ejecución automatizada; 2. Contrato híbrido (*ricardianos*), donde algunas o todas las obligaciones contractuales son realizadas automáticamente por código, empero los mismos términos contractuales se pueden escribir tanto en lenguaje natural como en código; y/o 3. Únicamente contrato de código, en el que los términos contractuales están definidos y ejecutados automáticamente por el código de un programa de computadora [39].

Para una mejor comprensión, a continuación, en la Figura 1 se mostrará un diagrama de los contratos *ricardianos*. Primero, del lado izquierdo está el documento legal, legible por humanos y escrito en prosa legal, con la opción de incorporar algunas etiquetas legibles por máquinas. El *hash* que es el mundo de la criptografía (función de resumen de mensaje) que se compone en la clave privada (firma) y el *hash* del documento y que ligan a estos mismos, con el fin de utilizarse como un identificador. Por último, el mundo de la contabilidad del lado derecho representa cualquier sistema de contabilidad, comercio o información, la idea detrás de este flujo es que el resumen del mensaje generado por el *hash* del documento se usa primero en una llamada transacción génesis (primera transacción), y luego se usa en cada transacción como un identificador a lo largo de la ejecución operativa del contrato. De esta manera, se crea un enlace seguro entre el contrato escrito original y cada transacción en el mundo de la contabilidad.

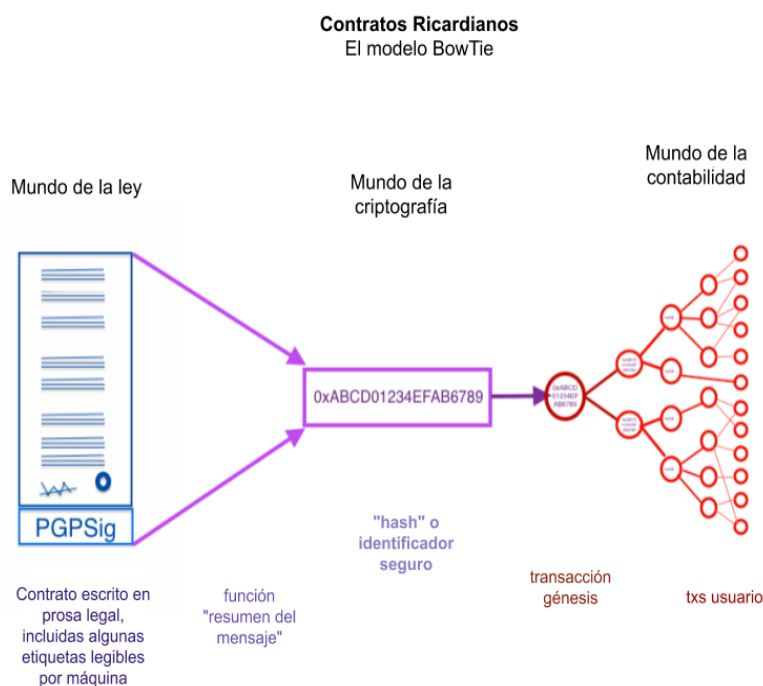


Figura 1. Contratos Ricardianos [38]. Traducción propia.

Vale la pena destacar que lo más importante sobre los contratos *ricardianos*, es que se pueden realizar para imitar el aspecto y la sensación de contratos en papel, para describir el contenido y las reglas del acuerdo, las intenciones del contrato y hacer coincidir las normas legales. A continuación, se mostrará una representación de un pagaré realizado como un contrato *ricardiano*, tomando como referencia *trace:original* de Enigio Time AB, la cual fue adaptado al español por elaboración propia: [40].

#####

*ESTE ES UN DOCUMENTO DE PRUEBA - NINGÚN CONTENIDO ES LEGALMENTE  
VINCULANTE.*

#####

*Al firmar el contenido de este documento original digital y sus enmiendas, utilizando una firma digital, el firmante acepta este original digital como portador válido y legal de su contenido. Este documento es un original digital versionado protegido por el sistema *trace:original* de Enigio.*

*Dado que el documento está registrado en el registro público de *trace:original*, no se puede alterar ni eliminar nada sin que este archivo pierda su autenticidad. Todo el contenido está en formato YAML, protegido criptográficamente tanto en este archivo como por referencias inmutables en el registro público original de *trace:original* encadenado. Sólo quienes estén en posesión de este rastro: Archivo original, o copia del mismo, tienen acceso a su contenido empresarial.*

*La autenticidad de un rastro: el archivo original se puede verificar en línea, así como su consistencia fuera de línea, utilizando el software y los algoritmos apropiados que se encuentran en <https://traceoriginal.com>.*

*Solo el titular del archivo *trace:original* actual y válido, junto con su clave privada actual, es la parte que puede ejercer los derechos legales descritos en el documento. Además, este titular legal actual tiene el control del documento con derecho a realizar modificaciones, facilitar el procedimiento de agregar firmas, transferir la propiedad e invalidar el original digital actual.*

*Si no se indica lo contrario, este documento digital debe estar sujeto al reglamento eIDAS (UE) n.º 910/2014 Se puede encontrar información adicional en <https://traceoriginal.com>.*

#####

*Versión: 1.0*

*Contenido:*

*Crédito de la empresa: Pagaré 2019-1, Company Ltd, 551100ABC999ABCAB500*

*Acuerdo no: 12345*

*Deudor:*

*Compañía: DebtorCompany Ltd*

*LEI: 543200ABc111ABCAB111*

*Dirección: Drottningholmsvägen 10, 11242, Estocolmo Im*

*Duración del contrato, condiciones de pago, garantías, etc.:*

*Monto del crédito GBP (en letras): Diez mil libras*

*Cantidad de crédito GBP (en números): 10000*

*Período de crédito número de meses: 6*

*Pago de la fecha de vencimiento: 15 de cada mes*

*Amortización a pagar cada vencimiento (GBP): 1666,66*

*Primer vencimiento amortización (año-mes-día): 2019-05-15*

*Tasa de interés de la primera fecha de vencimiento (año-mes-día): 2019-05-15*

*Tasa de Interés % (Anual): 8 .00*

*Tasa de interés vencida: 15 de cada mes*

*Plazo de pago de intereses (mensual o trimestral): mensual*

*Número de reembolsos: 6*

*Tarifa de instalación (GBP): 0.00*

*Tarifa de notificación (GBP): 2,90.*

*Términos y condiciones:*

*Al firmar el pagaré, el Deudor también aprueba los Términos Generales de Company Ltd (Apéndice 1 mencionado a continuación) y pagará a Company Ltd, u ordenará, el monto del crédito junto con intereses, cargos y costos de acuerdo con las disposiciones de esta deuda, algunos de los cuales se encuentran en los términos y condiciones generales para el crédito. El presente contrato ha sido redactado en original del que el prestatario ha recibido una copia cuya conformidad con el original puede comprobarse tal y como se describe en la página web <https://traceoriginal.com> Este acuerdo es válido desde la firma del acuerdo.*

*Anexo 1*

*Nombre: Términos y Condiciones Generales 2019-1.pdf*

*Suma de comprobación (SHA256):*

*64788bc774ae3d41b9b0b7bf335eb8cf0ba76c20dee69ebab763052b2ae08270*

*Firmas: Las partes firman mediante E-Signature (ID del banco sueco), se agregará la confirmación de la firma digital y se vinculará a este acuerdo.*

*Firmante deudor:*

*Nombre: Nils Nilsson*

*Identificación: 660101-1111*

*Rol: Firma en el rol de miembro de la junta.*

*Detalles técnicos:*

*ContenidoHash:*

*"9b417e9a06c861570a22c83417fa27334c142801eb50055f5781952bdac0e515"*

*Clave de propietario: "03b3e0d980bb5454ffc83170812ad56d31a6b0b0d127de7114c1d26f7f191db382"*

*Clave de versión: "a3491861825e01615a003660c0585flc7601acadc104e05d75fd22afc44f46e"*

*Marca de tiempo: "2019-05-20T15:21:57.728Z"*

*ID de seguimiento original:*

"23a01cbb62afa6a1a9f8effeb00c1cbdaddb07937ebf87570606351c0ad5399"

*Firma del libro mayor: "e9A/iGcuhqmsvploQTj9/fH882e5DVclNC4QCAN7fv7E*

*J1x2gWxUNtmDs1p31DyEZ2YZDPrIG491m3cR1DDJg=="*

*Enmiendas:*

*Contenido: |*

*Firma electrónica de Nils Nilsson registrada aquí*

*Detalles técnicos:*

*ContenidoHash:*

"62059ce894be081dba2f8ffe75d48c8166fa794e3d5ae8d1996c22aed88a582 4"

*Clave de propietario:*

"03b3e0d980bb5454ffc83170812ad56d31a6b0b0d127dc7114c1d26f7e191d382"

*Clave de versión:*

"bfe4067749dee71914d811al32ad958c3c68625cd144c5b397f170de19877ed"

*Marca de tiempo: "2019-05-20T15:23:10.736Z"*

*Firma de libro mayor:*

"LIPDldOyuv+KBi+q/oyZL/CGp/SPL74UfBpotgp5/L40QDGn310FQgox/TnlETTAgdtgjawvZENWOA8zqvuv=="

Dicho código fuente muestra cómo las tecnologías *Blockchain* y *DLT*, -que se basan en los principios de calcular los valores *hash*, árbol de *Merkle*, encadenamiento de *hashes* raíz y consenso distribuido-, pueden afrontar el desafío de creación y gestión de los documentos originales digitales, por lo que en este sistema, en el código propuesto se gestiona la creación de un solo original de un pagaré creando un sobre criptográfico alrededor del contenido inicial (*hash*) y la información de propiedad (la clave privada del propietario), agregando información sobre la versión y el momento de creación (su marca de tiempo) para que el paquete se registre en la cadena de bloques y en consecuencia, su contenido sea fijo, pues así el propietario será identificable de forma única y se pueda confirmar la hora de creación, y si bien se pueden hacer múltiples copias, solo el propietario (utilizando su clave privada), tiene los derechos que emanan del pagaré, además solo el propietario puede transferirlo a otra parte o invalidarlo; cuando se realiza la transferencia, se crea el sobre criptográfico de enmienda que contiene el sobre criptográfico inicial y el contenido de la enmienda (la información de transferencia), y el sobre recién creado que contiene información sobre el nuevo propietario se crea y se registra en la cadena de bloques, materializando así que el propietario anterior pueda conservar su original pero ya no puede disfrutar de los derechos asociados porque han sido transferidos al nuevo propietario [40].

Se podría objetar que los *smart legal contracts* son un caso teórico, sin embargo, hoy en día existen algunas soluciones en *Blockchain* que se ajustan a los elementos de un acto jurídico formal de acuerdo, y aunque estas plataformas pueden desarrollarse bajo una jurisdicción que no posee un marco jurídico especial, tecnológicamente cumplen con todos los elementos para ser válidos. En una interpretación extensiva están los pagarés endosables de mifiel.com (México), pero antes de continuar, es necesario recalcar que el ejemplo de contrato *ricardiano* sobre un pagaré plasmado anteriormente, no es la misma implementación realizada por mifiel.com, además, la representación del código fuente del contrato *ricardiano* fue con el fin de comprender su entendimiento, sin embargo, en la práctica oficialmente es probable que no se tenga que firmar el código fuente principal con la prosa legal, sino implementar gráficos y soluciones interoperables en TIC.

Hecha esta salvedad, en el caso de México no existe una normatividad especial para los *smart legal contracts*. Pero la Ley General de Títulos y Operaciones de Crédito en sus artículos 38 y 39 indica que (...) El tenedor de un título nominativo en que hubiere endosos, se considerará propietario del título, siempre que justifique su derecho mediante una serie no interrumpida de aquéllos. (...) El que paga no está obligado a cerciorarse de la autenticidad de los endosos, ni tiene la facultad de exigir que ésta se le compruebe, pero sí debe verificar la identidad de la persona que presente el título como último tenedor, y la continuidad de los endosos [41].



En este sentido, se desprenden dos propiedades de todo título de crédito o título de valor que debe cumplir para endosarse, siendo 1. la unicidad o singularidad del documento; y 2. Cadena de endosos ininterrumpida que pueda verificarse, empero, por la naturaleza de los documentos electrónicos, estos pueden copiarse y es complejo diferenciar el original de una copia, careciendo así de unicidad, y si bien firmar electrónicamente por sí solo puede ser válido, esto no genera una cadena de endosos que pueda verificarse de forma ininterrumpida; cuando estas características no se cumplen, puede llevar a un problema llamado doble gasto donde el propietario del título podría endosarlo múltiples veces fraudulentamente, impidiendo determinar un legítimo beneficiario [42].

Para resolver el problema de doble gasto y hacer transferibles los títulos de crédito, la solución debe consistir en registrar su propiedad y cada transmisión (endoso) en una base de datos, empero, las bases de datos centralizadas pueden ser corrompidas o vulneradas, por lo que una solución podría ser una base de datos descentralizadas como *Blockchain*, obteniendo así la ventaja de mayor seguridad y confiabilidad; en este caso, la forma de asegurar que el endoso ha sido correctamente firmado y la identidad de los involucrados para registrar la propiedad y las transferencias, se implementa mediante la utilización de un certificado digital expedido por una autoridad pública tributaria como la e-firma del Servicio de Administración Tributaria (SAT), y se registra la transacción en el libro mayor *Blockchain* [42]. Es decir, a través de la cadena de bloques se genera un identificador único (o folio) que se vincula con el pagaré electrónico y cuando se realiza un endoso, el cambio de propietario queda registrado en la *Blockchain*, toda vez que el identificador único se transfiere del antiguo propietario al nuevo propietario del pagaré [43]. En resumen, sin existir un marco jurídico especial, se respetaron e interpretaron los actuales principios estáticos normativos y se pudieron crear pagarés electrónicos con posibilidad de endosarse mediante la implementación de tecnología *Blockchain*.

Finalmente, existen proyectos de ley y dictámenes en el Congreso de la Unión de México, los cuales han querido abordar el legislar formalmente los pagarés electrónicos, pero dichos proyectos no han visto la luz y se han quedado en la congeladora legislativa, donde no continúan con el proceso legislativo de ser aprobados y convertirse en ley, verbigracia el dictamen de una comisión legislativa del Senado de la República, con fecha del 28 abril del 2021, respecto a reformar en materia de pagaré electrónico [44]. Además, algunos Tribunales en México han dictado fallos sobre los pagarés electrónicos al respecto:

- Niega el amparo porque el pagaré electrónico no demostró su existencia al no desahogar la prueba idónea; [45]
- Documento electrónico base de la acción no satisfacía los requisitos legales de un pagaré con aparejada ejecución; [46]
- Pagaré suscrito electrónicamente, para estimar que trae aparejada ejecución deben constar en el mismo los datos que conforman la firma electrónica del obligado; [47]
- Es fundada la afirmación del juez responsable relativa a que el pagaré carece de signatura, ya que, si como sostiene la impetrante, el título de crédito fue firmado electrónicamente mediante la e. firma; la ausencia de la cadena electrónica correspondiente a los Datos de Creación de la Firma Electrónica, en el texto del mismo documento, justifica la decisión de desechar la demanda, ante la carencia del requisito de la suscripción del documento, ya que no es susceptible de convalidación a través de medios externos al documento; por tanto, no puede darse entrada al juicio ni dictar auto de ejecución [48].
- Concede declarar fundada revocación y resolver conforme a derecho sobre un pagaré electrónico [49].
- Documentos base de la acción deben tenerse como prueba aunque no se ofrezcan [50].

Si bien existen fallos a favor o en contra, toda vez que lo anterior depende de la forma de presentación de las pruebas, plataforma utilizada y criterio del juez que competente para resolver. Lo importante es, que en ausencia de un marco legislativo actual, existen una preponderancia de judicialización para crear el derecho sobre los pagarés electrónicos.

#### 4. Materiales y métodos

Esta investigación implementó una metodología de análisis documental para obtener, analizar, interpretar, comparar información de la bibliografía sobre la materia. Las fuentes documentales fueron de diversos cúmulos

como doctrina, documentación técnica de productos, códigos fuentes informáticos, contenido normativo y fallos judiciales. Las fases fueron las siguientes:

- **Fase 1:** Búsqueda y categorización de la bibliografía.
- **Fase 2:** Análisis de las fuentes bibliográficas y mapeo de los requisitos y elementos de los contratos.
- **Fase 3:** Revisión de códigos fuentes informáticos de contratos inteligentes y contratos *ricardianos*.
- **Fase 4:** Revisión de marco normativo y fallos judiciales sobre contratos inteligentes.
- **Fase 5:** Análisis y resultados de idoneidad y operacionalización de soluciones tecnológicas.
- **Fase 6:** Análisis de los resultados sobre el estudio realizado para su implementación como contratos válidos y vinculantes.

Para obtener la función *hash* en MD5 se utilizó el portal web <https://md5decrypt.net/en/>. Para obtener la función *hash Sha-256* se utilizó el portal web <https://emn178.github.io/online-tools/sha256.html>, cabe destacar que el lector puede utilizar otras fuentes electrónicas para obtener dichas funciones *hash* y no se limitan únicamente a estos portales.

En el caso del contrato inteligente plasmado en el apartado 3.1. Contratos Inteligentes (*Smart Contracts*), la finalidad del artículo fue presentarlo únicamente de manera informativa y no para su ejecución o interpretación. No obstante, si es de interés del lector conocer más al respecto, se le informa que dicho contrato inteligente fue programado en *Solidity* y puede encontrar más sobre este lenguaje de programación en: <https://soliditylang.org/>.

Respecto al contrato ricardiano plasmado en el apartado 3.2. Contratos Ricardianos (*Ricardian Contracts*), se informa que igualmente fue presentado únicamente de manera informativa y cumple con los requisitos de programación interna de la fuente principal *trace:original*. En este sentido, al ser una solución de una plataforma privada y cuyo funcionamiento está sujeto a derechos de propiedad intelectual, solo sirvió como ejemplo demostrativo de exponer un contrato *ricardiano* y su ejecución únicamente puede realizarse mediante la misma plataforma.

## 5. Resultados

Se demostró la intersección entre los contratos y las TIC, enunciándolos desde contratos celebrados mediante medios electrónicos; contratos que regulan la tecnología; contratos que son realizados mediante herramientas automatizadas; contratos inteligentes; hasta los contratos legales inteligentes con validez legal. Asimismo, se evidenció la importancia del elemento de integridad en los contratos, el cual puede lograrse mediante la implementación de funciones hash o registros descentralizados como *Blockchain*, con el fin de comprobar que no se han realizado modificaciones y vincular contratos entre sí.

Con los razonamientos técnicos y legales abordados en el presente artículo, se pudo comprobar que los contratos legales inteligentes, o *Smart Legal Contracts*, pueden ser válidos y vinculantes, aunque no exista una normatividad específica que los regule, pues con una solución basada en tecnología, se pudieron cumplir con los requisitos mínimos de un contrato para ser válidos y vinculantes.

Como ejemplo, se demostró la validez del pagaré electrónico de la plataforma mifiel.com, que dentro de sus funciones como utilizar certificados digitales expedidos por una autoridad gubernamental y constar con una constancia de conservación avalada por un prestador de servicios de certificación aprobado por la autoridad correspondiente en México como la Secretaría de Economía, pudieron lograr crear pagarés electrónicos. Cabe destacar que dicha plataforma utiliza el *ledger* o registro mayor descentralizado de *Blockchain* para comprobar la unicidad del título de crédito (acuerdo) y comprobar la trazabilidad de sus endosos, si fuera el caso.

## 6. Conclusiones

El consentimiento es una base fundamental para todo tipo de acuerdo o contrato, toda vez que por medio de este, las partes en un contrato entienden los términos del acuerdo, comprendiendo así los derechos, obligaciones y deberes que pactan. Si bien los otros elementos de un contrato como los sujetos y su capacidad jurídica pueden ser resueltos por sistemas de identidad o certificados digitales en forma de firmado digital, y el objeto (licito) es una condición estática, en el caso del consentimiento, es imperante poner atención en su obtención, específicamente en demostrar que fue libre, específico, informado e inequívoco.

Indiscutiblemente el mejor camino para lograr construir *smart legal contracts*, sería crear condiciones legales y regulatorias en cada sistema jurídico, o como se dice en el argot jurídico *positivizarlos*. Sin embargo, el proceso legislativo es largo y esperar a que las normas cuenten con este tipo de innovaciones, podría asfixiar el desarrollo tecnológico, por lo tanto, en ausencia de un marco jurídico a la medida para los *smart legal contracts*, es necesario que por medio de infraestructura y tecnología se puedan cumplir con los requisitos básicos de los acuerdos y contratos en cada sistema jurídico, y en consecuencia se tengan contratos legales y vinculantes. Tal es el caso de los pagarés endosables realizados con mifiel.com.

En definitiva, los procuradores y administradores de justicia tendrán que actualizarse sobre la implementación de nuevas tecnologías en la contratación electrónica. Los primeros hitos tendrán que resolverse en los tribunales judiciales, y con el tiempo estos fallos ayudarán como interpretación jurídica o como contenido para exposiciones de motivos de nuevas normas jurídicas y reformas legislativas. No obstante, el problema de la *judicialización* de los pagarés electrónicos puede recaer en la subjetividad de cada juez y tribunal, creando colisiones y contradicciones entre criterios, por lo que se sugiere un enfoque homologado como la ley.

Se debe hacer hincapié, en que un *smart legal contract* es un documento que puede ser legible como cualquier texto con prosa y semántica; en consecuencia, también puede ser legible por cualquier autoridad administrativa o judicial, y a su vez por las máquinas con un *software*. En este entendido, la *hiperconectividad* nos obliga a transmutar nuestros tipos de contrato, los cuáles son actualmente documentos estáticos y fijos, hacia contratos más dinámicos, vinculados y que pueden recabar información del exterior por medio de oráculos.

Finalmente, como un reto a continuar con lo dicho en esta investigación, radica en que más allá de que las leyes sean legibles por máquinas y que los contratos se conviertan en *smart legal contracts*, transfiriendo información y valor mediante redes descentralizadas e inmutables, el próximo reto será abordar verdaderos contratos ‘inteligentes’ en razón a su automatización y adaptabilidad usando tecnología de Inteligencia Artificial (IA).

## 7. Referencias

- [1] Taléns Visconti, E. (2021). *El valor jurídico de los emojis y su eventual incidencia en las relaciones laborales*. <https://elderecho.com/el-valor-juridico-de-los-emojis-y-su-eventual-incidencia-en-las-relaciones-laborales>
- [2] Ortega-Piana, M. A. (2001). Contratos nominados e innominados, típicos y atípicos, y su relación con las normas legales. *Ius et Praxis*, (032), 97-110. [https://revistas.ulima.edu.pe/index.php/Ius\\_et\\_Praxis/article/view/3636/3572](https://revistas.ulima.edu.pe/index.php/Ius_et_Praxis/article/view/3636/3572)
- [3] Steinrötter, B. (2020). 10 The (Envisaged) Legal Framework for Commercialisation of Digital Data within the EU Data Protection Law and Data Economic Law as a Conflicted Basis for Algorithm-Based Products and Services. En M. Ebers, S. Navas (Eds.), *Algorithms and Law* (pp. 269-320). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781108347846.011>
- [4] Singleton, S. (2021). *E-Commerce and Convergence: A Guide to the Law of Digital Media* (5ta ed.). Bloomsbury Publishing.
- [5] Valencia Ramírez, J. P. (2019). Contratos inteligentes. *Revista de Investigación en Tecnologías de la Información (RITI)*, 7 (14), 1-10. <https://doi.org/10.36825/RITI.07.14.001>
- [6] Nakamoto, S. (2008). *Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System*. <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>
- [7] Yaga, D., Mell, P., Roby, N., Scarfone, K. (2018) *NISTIR 8202 Blockchain Technology Overview*. <https://doi.org/10.6028/NIST.IR.8202>
- [8] Dhuddu, R., Mahankali, S. (2022). *Blockchain A to Z Explained*. BPB Publications.
- [9] World Economic Forum. (2020). *Redesigning Trust: Blockchain Deployment Toolkit*. [https://widgets.weforum.org/blockchain-toolkit/pdf/WEF\\_Redesigning\\_Trust\\_Blockchain\\_Deployment%20Toolkit.pdf](https://widgets.weforum.org/blockchain-toolkit/pdf/WEF_Redesigning_Trust_Blockchain_Deployment%20Toolkit.pdf)
- [10] Schuhmann, R., Eichhorn, B. (2020). 1 Contractual Management - A Holistic Approach to a Diverse Issue. En R. Schuhmann, B. Eichhorn (Eds.), *Contractual Management Managing Through Contracts* (pp. 03-52). Springer-Verlag.
- [11] Templin, B. (2019). *Contracts: A Modern Coursebook* (2da Ed.). Aspen Publishing.
- [12] Verma, B. (2020). *Practical Guide to Drafting Commercial Contracts* (2da Ed.). Oakbridge Publishing.

- [13] Tollen, D. (2021). *The Tech Contracts Handbook Cloud Computing Agreements, Software Licenses, and Other IT Contracts for Lawyers and Businesspeople* (3ra ed.). American Bar Association.
- [14] Lambert, P. (2022). *Gringras: The Laws of the Internet*. Bloomsbury Academic.
- [15] Bejarano Sánchez, M. (2010). *Obligaciones civiles* (6ta Ed.). Oxford University Press.
- [16] Aguilar, P. A. (2017). Los contratos informáticos. *Revista de Investigación en Tecnología de la Información (RITI)*, 5 (10), 133-137. <https://doi.org/10.36825/RITI.05.10.020>
- [17] Overly, M. (2021). *A Guide to IT Contracting Checklists, Tools, and Techniques* (2da Ed.). CRC Press.
- [18] Messori, G. (2022). 6 Legal Tech Solutions for the Management of the Contract Lifecycle. En M. Ebers, C. Poncibò, M. Zou (Eds.), *Contracting and Contract Law in the Age of Artificial Intelligence* (pp. 99-113). Hart Publishing. <http://dx.doi.org/10.5040/9781509950713.ch-006>
- [19] Corrales, M., Compagnucci, M., Wrbka, S. (2021). Introduction: The Technology, Use-Cases and Law of Smart Contracts. En M. Corrales et al. (eds.), *Smart Contracts Technological, Business and Legal Perspectives* (pp. 01-06). Hart Publishing.
- [20] Szabo, N. (1994). *Smart Contracts*.  
<https://www.fon.hum.uva.nl/rob/Courses/InformationInSpeech/CDROM/Literature/LOTwinterschool2006/szabo.best.vwh.net/smart.contracts.html>
- [21] Szabo, N. (1995). *Smart Contracts Glossary*.  
[https://www.fon.hum.uva.nl/rob/Courses/InformationInSpeech/CDROM/Literature/LOTwinterschool2006/szabo.best.vwh.net/smart\\_contracts\\_glossary.html](https://www.fon.hum.uva.nl/rob/Courses/InformationInSpeech/CDROM/Literature/LOTwinterschool2006/szabo.best.vwh.net/smart_contracts_glossary.html)
- [22] Chinen, M. (2019). *Law and Autonomous Machines The Co-evolution of Legal Responsibility and Technology*. Edward Elgar Publishing.
- [23] De Filippi, P., Wright, A. (2018). *Blockchain and the Law the rule of code*. Harvard University Press.
- [24] Varón Quimbayo, A., Carvajalino Quintero, M. (2022). Técnicas para desarrollar aplicaciones web a través de Blockchain. *Revista de Investigación en Tecnologías de la Información (RITI)*, 10 (20), 119-129. <https://doi.org/10.36825/RITI.10.20.010>
- [25] Ikigai Law. (2020). *How have different States in the United States of America enabled Blockchain Technology and Smart Contracts*. <https://www.ikigailaw.com/how-have-different-states-in-the-united-states-of-america-enabled-blockchain-technology-and-smart-contracts/>
- [26] Proposal for a Regulation of the European Parliament and of the Council on harmonised rules on fair access to and use of data (Data Act). (2022). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52022PC0068&qid=1677720988983>
- [27] Lesaege, C., Ast, F., George, W. (2019). *Kleros Short Paper v1.0.7*. <https://kleros.io/whitepaper.pdf>
- [28] Werbach, K. (2018). *The Blockchain and the New Architecture of Trust*. MIT Press.
- [29] Zou, M. (2022). 3 When AI Meets Smart Contracts: The Regulation of Hyper-Autonomous Contracting Systems?. En M. Ebers, C. Poncibò, M Zou (Eds.), *Contracting and Contract Law in the Age of Artificial Intelligence* (pp. 41-58). Hart Publishing. <http://dx.doi.org/10.5040/9781509950713.ch-003>
- [30] Ramamurthy, B. (2020). *Blockchain in Action*. Manning Publications.
- [31] Drescher, D. (2017) *Blockchain Basics: A Non-Technical Introduction in 25 Steps*. Apress.
- [32] Baig, Z., Zeadally, S., Woodward, A. (2019). Chapter 2 Information security'. En Y. M. Alginahi, M. N. Kabir (Eds.), *Authentication Technologies for Cloud Computing, IoT and Big Data* (pp. 13-36). The Institution of Engineering and Technology.
- [33] Valencia-Ramírez, J. P. (2020). Derecho, tecnología e innovación: blockchain y contratos inteligentes. *Revista de Investigación en Tecnologías de la Información (RITI)*, 8 (16), 46-55. <https://doi.org/10.36825/RITI.08.16.005>
- [34] Mohanty, D. (2019). *R3 Corda for Architects and Developers with Case Studies in Finance, Insurance, Healthcare, Travel, Telecom, and Agriculture*. Apress.
- [35] Raval, S. (2016). *Decentralized Applications Harnessing Bitcoin's Blockchain Technology*. O'Reilly Media.
- [36] Gupta, V., Knight R., Buchananm, A., Wray, C., Grigg, I., Kuhlman, C., Cimpoesu, M., Mainelli, M., Freedman, C. (2020). *Smart contracts. Real Property*. [https://mattereum.com/wp-content/uploads/2020/02/mattereum\\_workingpaper.pdf](https://mattereum.com/wp-content/uploads/2020/02/mattereum_workingpaper.pdf)
- [37] Bashir, I. (2018). *Mastering Blockchain Distributed ledger technology, decentralization, and smart contracts explained* (2da Ed.). Packt Publishing.

- [38] Law Society of England and Wales. (2020). *Blockchain: Legal & Regulatory Guidance*.  
<https://www.lawsociety.org.uk/topics/research/blockchain-legal-and-regulatory-guidance-report>
- [39] Lord Chancellor and Secretary of State for Justice y Command of Her Majesty UK. (2021). *Smart legal contracts Advice to Government*. <https://www.lawcom.gov.uk/project/smart-contracts/>
- [40] Batista, D., Kim, H., Lemieux, V. L., Stancic, H., Unnithan, C. (2021). Chapter 6 Blockchains and Provenance: How a Technical System for Tracing Origins, Ownership and Authenticity Can Transform Social Trust. En V. Lemieux, C. Feng (Eds.), *Building Decentralized Trust Multidisciplinary Perspectives on the Design of Blockchains and Distributed Ledgers* (pp. 111-128). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-54414-0\\_6](https://doi.org/10.1007/978-3-030-54414-0_6)
- [41] Congreso de la Unión México. (2018). *Ley General de Títulos y Operaciones de Crédito*.  
<https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/lgtoc.htm>
- [42] Mifiel. (2020). *Cómo la blockchain y la FIEL hicieron posibles los títulos de crédito electrónicos*.  
<https://blog.mifiel.com/titulos-de-credito-electronicos-posibles-blockchain-fiel/>
- [43] Mifiel. (2022) *Blockchain revoluciona los pagarés electrónicos: caso Armadillo Rent*.  
<https://blog.mifiel.com/blockchain-revoluciona-pagares-electronicos-caso-armadillo-rent/>
- [44] Senado de la República México. (2021). *Dictamen de las Comisiones Unidas de Hacienda y Crédito Público, y de Estudios Legislativos, Segunda, Correspondiente al Proyecto de Decreto por el que se Reforman y Adicionan Diversas Disposiciones de la Ley General de Títulos y Operaciones de Crédito, en Materia de Pagaré Electrónico*. [https://infosen.senado.gob.mx/sgsp/gaceta/64/3/2021-04-29-1/assets/documentos/Dic\\_HCP\\_Pagare\\_Electronico.pdf](https://infosen.senado.gob.mx/sgsp/gaceta/64/3/2021-04-29-1/assets/documentos/Dic_HCP_Pagare_Electronico.pdf)
- [45] Sentencia recaída al Amparo Directo 321/2021. Quinto Tribunal Colegiado en Materia Civil del Primer Circuito México, Ponente: Walter Arellano Hobelsberger, 01 de octubre de 2021.  
[https://sise.cjf.gob.mx/SVP/word1.aspx?arch=00460000284370790004005.doc&sec=Enrique\\_\\_Cantoya\\_Herrej%C3%B3n&svp=1](https://sise.cjf.gob.mx/SVP/word1.aspx?arch=00460000284370790004005.doc&sec=Enrique__Cantoya_Herrej%C3%B3n&svp=1)
- [46] Sentencia recaída al Amparo Directo 164/2021. Tercer Tribunal Colegiado en Materia Civil del Cuarto Circuito México, Ponente: Francisco Eduardo Flores Sánchez, 26 de octubre de 2021.  
[https://sise.cjf.gob.mx/SVP/word1.aspx?arch=0506000027736708003.pdf&sec=Norma\\_Ayala\\_Montemayor&svp=1](https://sise.cjf.gob.mx/SVP/word1.aspx?arch=0506000027736708003.pdf&sec=Norma_Ayala_Montemayor&svp=1)
- [47] Sentencia recaída al Amparo Directo 420/2019. Décimo Tribunal Colegiado en Materia Civil del Primer Circuito, Ponente: Víctor Hugo Díaz Arellano, 15 de agosto de 2019.  
[https://sise.cjf.gob.mx/SVP/word1.aspx?arch=0080000025053585007.doc&sec=Francisco\\_Javier\\_Arredondo\\_Campuzano&svp=1](https://sise.cjf.gob.mx/SVP/word1.aspx?arch=0080000025053585007.doc&sec=Francisco_Javier_Arredondo_Campuzano&svp=1)
- [48] Sentencia recaída al Amparo Directo 530/2020. Octavo Tribunal Colegiado en Materia Civil del Primer Circuito México, Ponente: Ma. del Refugio González Tamayo, 11 de marzo de 2021.  
[https://sise.cjf.gob.mx/SVP/word1.aspx?arch=00680000274000090004004.pdf&sec=Rodrigo\\_P%C3%A9rez\\_Maissan&svp=1](https://sise.cjf.gob.mx/SVP/word1.aspx?arch=00680000274000090004004.pdf&sec=Rodrigo_P%C3%A9rez_Maissan&svp=1)
- [49] Sentencia recaída al Amparo Directo 641/2021. Décimo Primer Tribunal Colegiado en Materia Civil del Primer Circuito México, Ponente: Ma. Luz Silva Santillán, 28 de febrero de 2022.  
[https://sise.cjf.gob.mx/SVP/word1.aspx?arch=00850000292243420004004002.docx&sec=Gabriel\\_Zu%C3%B1iga\\_Roque&svp=1](https://sise.cjf.gob.mx/SVP/word1.aspx?arch=00850000292243420004004002.docx&sec=Gabriel_Zu%C3%B1iga_Roque&svp=1)
- [50] Sentencia recaída al Amparo Directo 53/2022. Cuarto Tribunal Colegiado en Materia Civil del Primer Circuito México, Ponente: Mónica Cacho Maldonado, 10 de marzo de 2022.  
[https://sise.cjf.gob.mx/SVP/word1.aspx?arch=0037000029442623003.pdf&sec=Marisol\\_Castillo\\_Carlock&svp=1](https://sise.cjf.gob.mx/SVP/word1.aspx?arch=0037000029442623003.pdf&sec=Marisol_Castillo_Carlock&svp=1)