

# Plataformas *blockchain* para ejecutar contratos inteligentes, un acercamiento empresarial y gubernamental

## Blockchain platforms for executing smart contracts, a business and governmental approach

[Artículos]

Rafael Santiago Ahumada Lerma\*

Recibido: 03 de agosto del 2021  
Aprobado: 30 de noviembre del 2021

Citar como:

Ahumada Lerma, R. S. (2021). Plataformas *blockchain* para ejecutar contratos inteligentes, un acercamiento empresarial y gubernamental. *Revista Activos*, 19(2), 25-42. <https://doi.org/10.15332/25005278.7286>



### Resumen

El concepto de *blockchain* día a día va tomando más relevancia, por que, cada vez se hace más necesaria la elaboración de documentos en los que se ilustre sobre el funcionamiento de esta tecnología disruptiva, puesto que la literatura primaria y secundaria relacionada aún es muy poca. En el siguiente artículo se explicarán diferentes plataformas tecnológicas en las que se puede aplicar el *blockchain*, detectando sus respectivos aspectos positivos y negativos. Adicionalmente, se mostrarán casos de uso de cada una de estas plataformas, tanto a nivel empresarial como gubernamental, para que el lector se pueda acercar más al beneficio que tendría la aplicación de esta tecnología. Finalmente, se analizarán los retos y desafíos que debemos tener presentes al momento de incursionar en la implementación de esta.

**Palabras clave:** *blockchain*, plataformas, tecnologías disruptivas, empresas.

**Clasificación JEL:** O16, O38.

---

\* Magíster en Iniciativa Emprendedora y Creación de Empresas de la Universidad Carlos III de Madrid y magíster en Gestión y Evaluación de Proyectos de Inversión. Contador público y docente investigador de la Universidad Externado de Colombia. Correo electrónico: [rafael.ahumada@uexternado.edu.co](mailto:rafael.ahumada@uexternado.edu.co); ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3657-7947>

## Abstract

The concept of blockchain is gaining more relevance day by day as it is becoming more and more necessary to draw up documents that illustrate the operation of this disruptive technology, since the primary and secondary literature regarding this issue is still very limited. In the following article, different technological platforms where blockchain can be applied will be explained, uncovering their positive and negative aspects. Additionally, use cases in each of these platforms will be shown, at business and governmental levels, so that the reader can have a better approach of the benefit in applying this technology. Finally, the challenges that must be taken into account when implementing this technology will be analyzed.

**Keywords:** blockchain, platforms, disruptive technologies, companies.

**JEL classification:** O16, O38.

## Introducción

A través de la historia, la tecnología ha tenido distintas repercusiones en diferentes áreas del conocimiento, una de ellas es el área contable, que se ha visto envuelta en transiciones tecnológicas que impactan directamente en los sistemas de información contable de las empresas. Las empresas pueden utilizar dichas tecnologías para evaluar su capacidad competitiva de cara al mercado actual, tal como lo menciona Méndez (2008).

Por otra parte, dentro de estas nuevas tecnologías, está surgiendo el concepto de tecnologías disruptivas, definido como “una innovación que ayuda a crear una nueva red de valor y que eventualmente interrumpe el mercado actual (en unos pocos años o décadas), desplazando una tecnología anterior” (Loza y Dabirian, 2015, p. 30). Una de las tecnologías disruptivas que está impactando directamente en las profesiones y los sistemas de información contable son las *blockchain* o, en español, cadena de bloques. Estas tienen como función ser una base de datos distribuidas, inmutables y compartidas que funcionará como un libro mayor de contabilidad (Legerén Molina, 2019). Esta surge de la mano de la creación de las criptomonedas, pero, al pasar el tiempo, ha tomado diferentes aplicaciones y usos, muchos de estos en el área contable y, posiblemente, en las empresas de reciente creación (emprendimientos) y MiPymes (micro, pequeñas y medianas empresas).

Algunas de las aplicaciones de la *blockchain* son las siguiente:

- Financiación: cuenta con la herramienta ICO (*Initial Coin Offering*), o, en español, oferta inicial de moneda, que tiene como función ser un medio de

pago. En otras palabras, es un nuevo estilo de criptomoneda que funciona a partir del blockchain. (Vera et ál., 2014; Núñez et ál., 2018; Puente, 2018)

- Control: los registros elaborados a través de esta tecnología cuentan con un alto grado de confiabilidad, ya que las transacciones realizadas son inmutables. Cabe resaltar que esto dependerá en gran medida del tipo de *blockchain* que se tenga (privada-pública-DLT) (Corrons y Gil, 2019).
- Registro y auditoría: el uso de los *smart contracts* o contratos inteligentes, que se encuentren inmersos en una *blockchain*, podría generar un registro automático en cada transacción contable, generando una contabilidad casi en tiempo real y más confiable, exceptuando, claro está, las estimaciones contables (costos, depreciaciones, provisiones, etc.) (Berghe y Fernández, 2019; Molina, 2018; Monllau, 2018)

He aquí un punto de partida de como esta tecnología afectará directamente a las microempresas y emprendimientos; hay que aclarar que las micro, pequeñas y medianas empresas (MiPymes) colombianas no cuenta con un nivel alto y sofisticado de sistemas de información contable y que el acceso a estas es muy limitado, tal como lo afirma Castañeda (2013). Adicionalmente, Fonseca (2013) menciona en su artículo que las Pymes colombianas deben estar en tendencia con lo que impone el siglo XXI y de igual modo se deben integrar las nuevas tecnologías de la información y las comunicaciones en las diferentes áreas de la empresa, como base del modelo de negocio.

Esto nos da entender que las MiPymes no se han percatado de tal tecnología y, por lo tanto, no se puede determinar a ciencia cierta el impacto (positivo y negativo) que la *blockchain*, como sistema de información contable, podría llegar a generar en estas.

El método utilizado para la elaboración de este artículo es un análisis cualitativo basado en la revisión de literatura, en el que se examinarán y explicarán diferentes artículos de investigación acerca de las plataformas *blockchain* más utilizadas. Adicionalmente, se analizarán los aspectos positivos y negativos de cada una de estas plataformas y se darán ejemplos del uso que ha tenido en países como España, Brasil y Colombia, a nivel gubernamental y empresarial, debido a que más ejemplos de *blockchain* son necesarios para orientar a las organizaciones (Gausdal et ál., 2018), como las MiPymes, hacia la implementación y uso de esta nueva tecnología, ya que para algunas de ellas aún es muy distante.

## Plataformas *blockchain*

### Ethereum

Plataforma blockchain desarrollada por Vitalik Buterin en el 2014, teniendo como principal criptomoneda el Ether. Fue la primera plataforma de *blockchain* pública que cumplió la función de incluir *smart contracts*, utilizando la validación de *proof of work* o prueba de trabajo (comisiones por validación), proceso que a su vez requiere un coste energético alto (Boldó Roda et ál., 2018).

Para el desarrollo de los *smart contracts* en general, es necesario el uso de lenguajes de programación, se pueden utilizar plataformas como SQL, C++, R, Python o Solidity.

Para el caso puntual de Ethereum, Solidity ha permitido el desarrollo de nuevos contratos inteligentes que se integren con esta *blockchain* de manera óptima (Dannen, 2017), siendo hasta el momento el único lenguaje de programación adaptable a esta red. Cabe resaltar que para la validación y ejecución de *smart contracts* mediante Ethereum, se requiere del uso de la criptomoneda Ether. Dicha validación se realiza mediante *proof of work*, aunque actualmente está migrando a *proof of stake* (Sajana et ál., 2018).

La plataforma Ethereum tendría uso en compañías de diferentes sectores como el manufacturero, el de salud, el financiero, etc., aunque sería más favorable si se aplicara en entes gubernamentales, ya que, al ser una *blockchain* pública, permitiría que sus transacciones pudiesen ser validadas por diferentes miembros de la red, haciendo que cada registro o *smart contract* ejecutado fuese más seguro. Esta seguridad puede reforzarse mediante la utilización de IOT (*internet of things*, en español, internet de las cosas) (Karamitsos et ál., 2018), herramienta que integra el internet con objetos cotidianos, siendo estos capaces de transmitir la información dada a la *blockchain*. Asimismo, los alcances de la auditoría y control por parte de terceros mediante firmas de auditoría, entes reguladores, ayuntamientos, etc., es mayor, ya que pueden tener casi toda la trazabilidad de la transacción gracias a que cada nodo almacenará en su servidor cada registro.

Sin embargo, el uso de esta *blockchain* de momento obligaría a las empresas o entes gubernamentales a utilizar exclusivamente el Ether, condición que limita su uso y, adicionalmente, requeriría que las personas jurídicas o naturales paguen una comisión por la validación de cada contrato. Es importante indicar que cuanto más atractiva resulte una comisión, mayores probabilidades de que un minero le preste su atención (Navarro Cardoso, 2019), es decir, entre más alta la comisión, más

rápido se validará, dando como resultado que algunas transacciones tengan un alto costo (específicamente para esta red, el valor monetario del Ether del día que se realice la transacción).

### **Ejemplo de uso**

En el 2018, la Alcaldía de Bogotá lanzó un piloto de prueba utilizando Ethereum con el apoyo de la Universidad Nacional de Colombia y ViveLabBogotá. Dicho piloto consistía en la elección del personero de un colegio del distrito utilizando esta red *blockchain* por medio de un *smart contract*. La Alcaldía lo explicó de esta manera “[...]se pretendía dar una cuenta de Ethereum a cada estudiante usando Ether de la red de prueba y que cada vez que los estudiantes votaran por su candidato, fueran ellos mismos los que gestionaran la transacción y el Ether” (Martínez Medina et ál., 2018, p. 22).

Teniendo en cuenta lo dicho por la Alcaldía de Bogotá, cada uno de los estudiantes tendría una extensión en su navegador, denominado Metamask, para poder interactuar con la moneda Ether. Este complemento tiene como función ser la billetera virtual de esta criptomoneda, logrando, así, validar cada voto por medio de una prueba de trabajo (*proof of work*) que consiste en lo siguiente: por cada validación de contrato alguien recibirá un beneficio por su trabajo, que en este caso será una porción de la criptomoneda Ether.

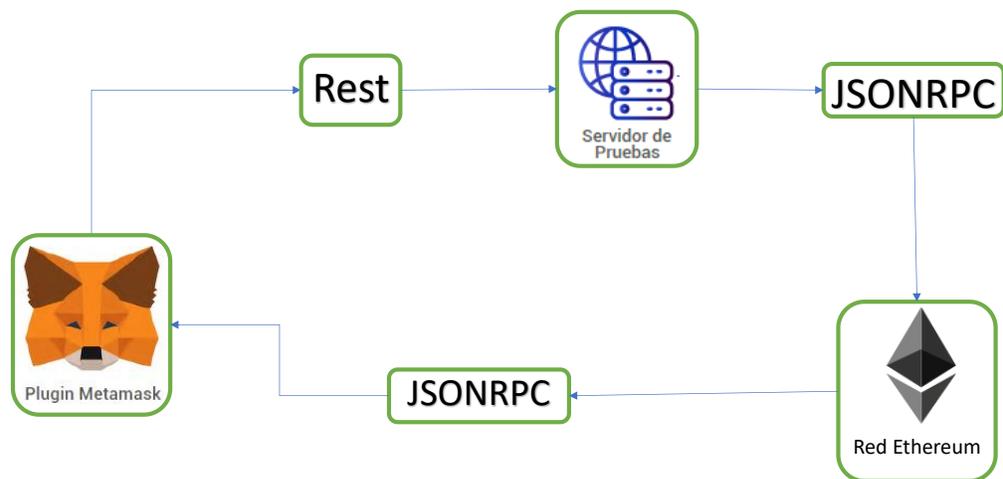


Figura 1. Interfaz de votación

Fuente: Martínez Medina (2018).

La figura 1 describe el proceso de votación realizado en el piloto. A continuación, se explican los conceptos importantes:

- *REST*: “REST es cualquier interfaz entre sistemas que use HTTP para obtener datos o generar operaciones sobre esos datos en todos los formatos posibles” (BBVA API Market, 2016, párr. 3).
- *JSONRPC (Java Script Notation Remote Procedure Call)*: este concepto debe desarticular en dos partes para comprender su funcionamiento. La primera es el concepto “*JSON O Java Scrip Notation*”, el cual es “un formato de texto pensado para el intercambio de datos. Su sintaxis está basada originalmente en la sintaxis de JavaScript, pero realmente es independiente de cualquier lenguaje de programación” (Sintes Marco, 2020, párr 1). La segunda es el “*RPC O Remote Procedure Call*”, definido como “un formato para el intercambio de información entre dos programas” (Sintes Marco, 2020, párr. 21).

Por medio de estas funciones informáticas, el contrato inteligente podrá ejecutarse de manera correcta, segura y entendible, así, cada voto ingresado por los estudiantes será validado y almacenado en la *blockchain*, sin la posibilidad de que sea modificado, cumpliendo con su función de inmutabilidad.

Con este ambiente de prueba, se pretende a futuro desarrollar las elecciones de la alcaldía de Bogotá o, incluso, llevar a cabo licitaciones públicas como ya se ha hecho en diferentes gobiernos en otros países. Cabe mencionar que, para lograr procesos de este estilo, se necesita primero capacitar y sensibilizar a la población a cerca del funcionamiento de estas tecnologías y establecer protocolos de elaboración de los contratos inteligentes, para que estos sean auditados por los entes de control pertinentes antes de que se cargue a la *blockchain*.

### **Hyperledger fabric**

Es una plataforma de código abierto para la creación y el uso de *blockchain* privadas, a partir de estas, hace posible la creación de *blockchain* públicas. Esta plataforma fue creada por la fundación Linux y es soportada por gigantes tecnológicos como lo son IBM, Intel, entre otros (Boldó Roda et ál., 2018). Esta red de *blockchain* permite generar códigos o permisos de acceso para cada uno de los usuarios, generando un nodo por cada usuario que ingresa, proceso conocido como *framework*. En este caso puntal, se utiliza el *framework* “fabric”, que permite crear nuevos nodos para el ingreso de participantes o afiliados a la red.

Los *smart contracts* realizados en *blockchain* privadas pueden ser programados por diferentes lenguajes (Go o Java), a diferencia de la *blockchain* pública, como, por

ejemplo, la red de Ethereum, que solo permite solidity como lenguaje de programación (Valenta y Sandner, 2017).

Otra diferencia clave radica en que para la validación y ejecución de estos *smart contracts* no es necesario incluir las criptomonedas ni ofrecer comisiones (*proof of work* o *stake*), por ende, se pueden otorgar permisos a nodos validadores. Esto se conoce como prueba de autoridad.

### **Ejemplo de uso**

En la actualidad, el gobierno de Aragón en España (Gobierno de Aragón, 2020) está utilizando las redes *blockchain* para implementar sus licitaciones con empresas del sector privado, proceso que realizan por medio de la interacción de la red Ethereum (*blockchain* pública) y la red Hyperledger (*blockchain* privada). Esta integración es posible gracias a que ambas redes contienen API (*application programming interface*), que según (Arsaute et ál., 2018) “permiten interacciones con sistemas o aplicaciones existentes o nuevas” (p. 630), lo que significa que, aunque ambas son redes *blockchain* diferentes, pueden integrarse.

Se realizará la ejemplificación por medio de un caso puntual de uso de las *blockchain* por parte del gobierno de Aragón.

El gobierno utilizó la *blockchain* pública para la validación de los *smart contracts* (propuesta de licitación) que iban subiendo los proponentes por medio de la *blockchain* privada. Es importante mencionar que la prueba de trabajo para la validación (*proof of work*) fue asumida por el gobierno de Aragón.

Esta licitación tuvo como propósito escoger el mejor proponente, bajo un mecanismo automático, sin tener el riesgo de que se influya en la decisión de escoger una empresa u otra, ya que, al validar el *smart contract*, este elegirá proveedor de manera óptima y sin la intervención humana, teniendo en cuenta solamente los requisitos previamente programados por el gobierno en el *smart contract*.

El proceso se ejecutó como se explica en los apartados siguientes.

#### **Paso 1**

Se abre la licitación al público dándose a conocer la *blockchain* privada (para empresas) y la pública. Esta última contendrá el contrato inteligente y a través de ella se pagarán las comisiones de validación. Posteriormente, se determinan las condiciones, como, por ejemplo, las fechas de inicio y final (véanse las figuras 2 y 3).

## ^ CREACIÓN DE LA LICITACIÓN

Expediente modificado con posterioridad a su creación. Puede consultar las modificaciones en los bloques MODIFICACIÓN EXPEDIENTE

FECHA DE EVENTO 22 jul. 2020 16:54:27

Ethereum

Hyperledger

<b>ÓRGANO</b>	Departamento de Hacienda y Administración Pública
<b>CONTRATACIÓN</b>	
<b>NUMERO EXPEDIENTE</b>	(A02003456) - HAP SCC 17/2020
<b>DENOMINACION</b>	Suministro de 35.000 mascarillas reutilizables para el personal de la Administración de la Comunidad Autónoma de Aragón
<b>FECHA INICIO HUELLA</b>	22 jul. 2020 16:54:27
<b>FECHA FIN HUELLA</b>	5 ago. 2020 14:00:00
<b>FECHA INICIO OFERTA</b>	5 ago. 2020 14:00:01
<b>FECHA FIN OFERTA</b>	6 ago. 2020 14:00:00
<b>URL PUBLICACION</b>	<a href="https://contrataciondelestado.es/wps/poc?uri=deeplink%3Adetalle_licitacion&amp;idEvl=P%2Be71EURSc8SugstABGr5A%3D%3D">https://contrataciondelestado.es/wps/poc?uri=deeplink%3Adetalle_licitacion&amp;idEvl=P%2Be71EURSc8SugstABGr5A%3D%3D</a>

Figura 2. Creación licitación

Fuente: Gobierno de Aragón (2020).

^ CRITERIOS	
▼ NOMBRE	PRECIO (Valoración ciclo de vida)
▼ NOMBRE	2.1 CALIDAD - EFICACIA FILTRACIÓN BACTERIANA
▼ NOMBRE	2.2 CALIDAD - RESPIRABILIDAD
▼ NOMBRE	3 COMPOSICIÓN MEDIOAMBIENTAL
▼ NOMBRE	4 TALLAJE
▼ NOMBRE	5 PLAZO DE ENTREGA

Figura 3. Criterios de la licitación

Fuente: Gobierno de Aragón (2020).

Seguidamente, se expondrán los criterios para la elección del candidato, el cual vendrá expresado bajo esquemas matemáticos como se muestra a continuación.

<b>NOMBRE</b>	PRECIO (Valoración ciclo de vida)
<b>DESCRIPCION</b>	Resultado de dividir el precio unitario de la mascarilla CON LOGO (IVA excluido) por el número de lavados certificado
<b>VALORES MIN Y MAX</b>	No aplica.
<b>FORMULA</b>	$65 * P_{Omin} / PO$ <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 5px auto;"> <math display="block">\text{Puntuación} = \text{PtsMaxCriterio} * \frac{\text{Valor mínimo ofertado}}{\text{Oferta a valorar}}</math> </div>
<b>APLICA BAJA TEMERARIA</b>	NO

Figura 4. Criterio de validación precio

Fuente: Gobierno de Aragón (2020).

Como se puede observar en la figura 4, el criterio “Precio” viene dado por una fórmula matemática, la cual tuvo como propósito validar cual es el mejor precio ofertado, según las condiciones ingresadas a los contratos inteligentes de los oferentes.

## Paso 2

La presentación de la huella es clave para el proceso, ya que es la que permite que las empresas puedan subir sus contratos inteligentes por medio de la red *blockchain* privada Hyperledger. Como se puede evidenciar, cuando cada empresa ingresa su oferta, se asigna un *hash* identificatorio para cada oferta, que, al trasladarse del dominio privado la red Ethereum, permitirá la apertura de un nodo en esta *blockchain* pública con dicho *hash*, para, así, realizar la respectiva trasabilidad del proponente (véase la figura 5).

<b>PRESENTACION DE HUELLA</b>	
FECHA DE EVENTO 3 ago. 2020 23:24:22	
Hyperledger	
<b>HASH OFERTA</b>	fec84f7b7711631d4ac8faceb803c7aed313b996a5cc16747bc0af61c58e32f2
<b>ID TRANSACCION</b>	507c74c4450238433af2d57249e60f720ea69c874827445aa57c70bbba3d1f44

Figura 5. Presentación huella

Fuente: Gobierno de Aragón (2020).

### Paso 3

Se realiza la presentación de cada uno de los *smart contracts* subidos por las empresas en la plataforma del gobierno, detallando los criterios que exige el mismo y que, a su vez, ofrece cada una de las empresas. Es así como se empieza la validación de cada uno de los criterios exigidos, si alguna empresa no los cumple, se invalidará su *smart contract* en la licitación. En el siguiente ejemplo puntal (véase la figura 6), en el plazo de entrega que tenía la empresa, obtuvo un criterio “false” (falso en español), lo que significa que en ese aspecto la empresa oferente no cumple lo exigido.



The screenshot shows a web interface titled 'PRESENTACION DE OFERTA'. At the top, it indicates the event date as '5 ago. 2020 14:05:42' and features a 'Hyperledger' logo. Below this, a table lists bid details: HASH OFERTA (8ef5f947bedcbb455694d30000823ffa8cb7eb6901cd4b8a982b1775d1645404), LICITADOR (URVINA INTEGRACIÓN, S. L.), FECHA DE HUELLA (5 ago. 2020 12:36:26), and ID TRANSACCION (5d1771aa02bba0729b2fb5a4b0d47ab433ad6fde5b97165707765484318b6e22). A second table displays evaluation criteria: 'PRECIO (Valoración ciclo de vida)' with a value of 0.053; '2.1 CALIDAD - EFICACIA FILTRACIÓN BACTERIANA' with 90.12; '2.2 CALIDAD - RESPIRABILIDAD' with 13; '3 COMPOSICIÓN MEDIOAMBIENTAL' with 'true'; '4 TALLAJE' with 'true'; and '5 PLAZO DE ENTREGA' with 'false'.

PRESENTACION DE OFERTA	
FECHA DE EVENTO 5 ago. 2020 14:05:42	
HASH OFERTA	8ef5f947bedcbb455694d30000823ffa8cb7eb6901cd4b8a982b1775d1645404
LICITADOR	URVINA INTEGRACIÓN, S. L.
FECHA DE HUELLA	5 ago. 2020 12:36:26
ID TRANSACCION	5d1771aa02bba0729b2fb5a4b0d47ab433ad6fde5b97165707765484318b6e22
PRECIO (Valoración ciclo de vida)	0.053
2.1 CALIDAD - EFICACIA FILTRACIÓN BACTERIANA	90.12
2.2 CALIDAD - RESPIRABILIDAD	13
3 COMPOSICIÓN MEDIOAMBIENTAL	true
4 TALLAJE	true
5 PLAZO DE ENTREGA	false

Figura 6. Presentación oferta

Fuente: Gobierno de Aragón (2020).

### Paso 4

Se publicarán los resultados de las licitaciones, dando la respectiva explicación de cada rechazo producido. De igual modo, cada uno de los proponentes podrá ver, por medio de Hyperledger, la trazabilidad de su transacción y el punto específico donde se produjo rechazo (véase la figura 7).

## ^ VALORACIÓN

### ^ EXCLUSIÓN OFERTA

FECHA DE EVENTO 12 ago. 2020 12:06:40 Ethereum Hyperledger

MOTIVO	EXCLUSIÓN ADMINISTRATIVA
ID TRANSACCION	b9583ea44a306835ff4d3e37ab478190d73f275ba8c755da2c02e43dd142fd9

Figura 7. Valoración licitación

Fuente: Gobierno de Aragón (2020).

Inmediatamente, se realizará la adjudicación del contrato a los proponentes que ganaron la licitación, dando a conocer las razones del resultado positivo, por lo que se podrá evidenciar el proceso de validación de cada uno de los criterios (por medio de la Ethereum) y los requerimientos cumplidos por parte del proveedor en la *blockchain* privada (Hyperledger). Por último, se genera un acta de publicación para dar a conocer el nombre del ganador de la licitación y el resumen de este (véase la figura 8).

### ^ PUBLICACIÓN PROPUESTA ADJUDICACIÓN

FECHA DE EVENTO 17 ago. 2020 14:15:18 Ethereum Hyperledger

ACTA DE PUBLICACIÓN	<a href="https://contrataciondelestado.es/wps/poc?uri=deeplink%3Adetalle_licitacion&amp;idEvl=P%2Be71EUR5c8SugstABGr5A%3D%3D">https://contrataciondelestado.es/wps/poc?uri=deeplink%3Adetalle_licitacion&amp;idEvl=P%2Be71EUR5c8SugstABGr5A%3D%3D</a>
DESCRIPCIÓN	RESUMEN PROPUESTA ADJUDICACION
ID TRANSACCION	c65529e874423850ac95c3d3283c4475e409a8c6b971630fd024701b262c2d0a

### ^ PUBLICACIÓN ADJUDICACIÓN

FECHA DE EVENTO 1 sept. 2020 11:08:33 Ethereum Hyperledger

ACTA DE PUBLICACIÓN	<a href="https://contrataciondelestado.es/wps/poc?uri=deeplink%3Adetalle_licitacion&amp;idEvl=P%2Be71EUR5c8SugstABGr5A%3D%3D">https://contrataciondelestado.es/wps/poc?uri=deeplink%3Adetalle_licitacion&amp;idEvl=P%2Be71EUR5c8SugstABGr5A%3D%3D</a>
DESCRIPCIÓN	RESUMEN FORMALIZACION
ID TRANSACCION	24ea3b8f89a5c72ff5c209be7e12f93b8ab8e6de85dc4ff085419a9a8da6bcf9

Figura 8. Publicación de propuesta de adjudicación

Fuente: Gobierno de Aragón (2020).

## Beneficios para MiPymes en Colombia

Debido al nivel de corrupción que existe en Colombia, se ven frecuentemente situaciones como la manipulación de información, principalmente de precios de oferta, la ejecución de pagos adicionales para ganar licitaciones, etc. Esto genera que unos pocos contratistas puedan ganar una licitación, produciéndose lo que se conoce como monopolios contratistas (Martínez Cárdenas y Ramíre Mora, 2006),

lo que, a su vez, provoca que las licitaciones tengan preferencia de ser adjudicadas a grandes empresas en lugar de las pymes (Howald, 2000).

Una posible solución a este problema es el uso de *blockchain*, tal como se realizó en el Gobierno de Aragón. Este mecanismo permitiría que las Mipymes tuviesen la oportunidad de ganar una licitación de manera transparente, permitiendo que los riesgos planteados por (Martínez Cárdenas y Ramíre Mora, 2006; Howald, 2000) se minimicen, puesto que el smart contract los evitaría, y la misma *blockchain*, en el momento de la validación. Esta sería una oportunidad de crecimiento para los empresarios que, en algún punto, fueron emprendedores, puesto que tendrían un aumento en su capacidad de ingresos y su competitividad frente a las grandes empresas.

### **DLT basado en R3 Corda**

El avance que han tenido las *blockchain* desde su nacimiento ha sido exponencial y cada vez se aplica más en el sector empresarial, encontrándose avances como la DLT (*distributed ledger technologies*)<sup>1</sup> R3 corda. Esta es una *blockchain* privada<sup>2</sup> que tiene como función generar copias idénticas distribuidas en varios participantes de manera sincronizada (Romero Ugarte, 2018), pero cuenta con pequeñas diferencias frente a los *blockchain* tradicionales que, según el autor son las siguientes:

[...] en el procedimiento de actualización: mientras que en una base de datos distribuida tradicional los participantes confían unos en otros y colaboran para mantener la consistencia de los datos, en un DLT no existe confianza total entre las partes (o hay intereses contrapuestos), por lo que debe implantarse un mecanismo para verificar colectivamente los registros antes de compartirlos.  
(p. 1)

Esto significa que se habilitarán “conocidos” específicos como notarios validadores<sup>3</sup>, cuya prueba de validación se denomina *Delegated proof of stake*<sup>4</sup>. Los notarios validadores podrán ejecutarla, se recomienda que sea más de uno, ya que así se aumentaría la veracidad la información. Otro de sus beneficios es el de coexistir y operar a través de la misma red (Gendal Brown, 2018), aspecto que

---

<sup>1</sup> En español, tecnología de registros distribuidos.

<sup>2</sup> Cumple todas las mismas funciones que una red Hyperledger Fabric.

<sup>3</sup> En inglés notary cluster.

<sup>4</sup> En español prueba de participación delegada.

ayudaría además en el ahorro en costos, ya que no sería necesaria la apertura de una red privada de *blockchain* para unos pocos nodos, además disminuye igualmente el consumo de energía y los gastos de comisión que, por ejemplo, en las redes públicas son obligatorios (véase la figura 9).

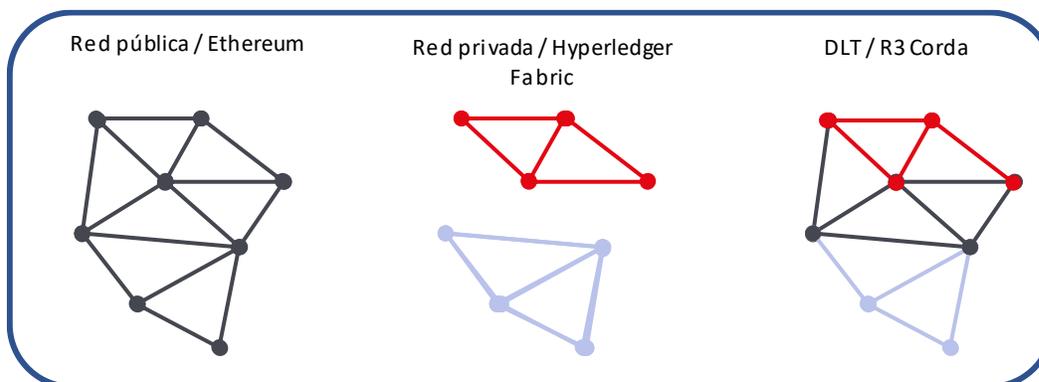


Figura 9. Adaptada de comparaciones con otras plataformas

Fuente: Gendal Brown (2018, p. 17).

### Ejemplo de uso

Un emprendimiento brasilero, Ag trace, ha tomado como oportunidad de negocio el gran crecimiento que han tenido las *blockchain*, en particular la DLT (R3 Corda), creando una compañía cuyo principal objetivo es brindar soluciones de cadena de suministro a los agricultores mediante el uso de la *blockchain*.

Ag trace utiliza herramientas complementarias a la DLT, permitiendo que esta funcione de manera más óptima y correcta. Una de estas herramientas es RFID (*radio frequency identification* o, en español, identificador de radio frecuencia), que tiene como función “aplicar la radio frecuencia para la identificación, utiliza ondas electromagnéticas o electrostáticas para la transmisión de la señal que contiene la información por lo que nos permite identificar objetos a distancia” (Corrales Paredes et ál., 2007, p. 2). Con este artefacto y la integración del internet de las cosas (IOT) el funcionamiento de la DLT es bastante útil.

Como primera medida, la compañía instala en sus clientes y aliados el dispositivo RFID, el cual estará en diferentes puntos del proceso de la cadena de suministro:

- Maquinaria que se utilice en el proceso productivo.
- Bodegas de almacenamiento.
- Transportes.
- Fábricas de procesamiento y transformación del alimento.

Estos son algunos ejemplos de donde se puede instalar el dispositivo hasta que llegue al usuario final. Ella transmitirá a su vez los datos que capte (uso del IOT) a la DLT, donde se almacenará la información en tiempo real y se podrán establecer criterios del proceso y estado del producto en caso de realizar alguna reclamación o devolución, esto último gracias a los *smart contracts*. Es así como esta DLT y el *smart contract* se ejecutarán de manera automática, siempre y cuando se validen, en este caso por el o los notarios validadores.

Esta nueva tecnología servirá para apoyar a los pequeños empresarios en Colombia, debido a que la mayoría de MiPymes cuentan con algún sistema ERP, o algunos módulos, para satisfacer esta necesidad de cadena de suministro, sin embargo, estos no son suficientes, ya que estas tecnologías no cumplen con el procesamiento y análisis de la información según lo descrito por Correa Espinal y Gómez Montoya (2009), problema que podría solucionarse gracias al uso de DLT, como se ha explicado previamente.

### **BaaS (*Blockchain as a service*)<sup>5</sup>**

La integración generada por las diferentes tecnologías a las diferentes plataformas blockchain, en especial la IOT, ha generado que los costes de implementación sean muy altos, lo que provoca que haya falta de recursos computacionales (hardware) y falta de recursos de banda (plataformas de conexión), esto sin tener en cuenta el ahorro de energía que supone la utilización de la plataforma ( Samaniego et ál., 2016). Por tal motivo, gigantes tecnológicos como Microsoft, Amazon e IBM se han puesto en la tarea de resolver este problema, disponiendo de toda su capacidad tecnológica para que la *blockchain* funcione desde sus propios servidores, transformando esta tecnología en su funcionamiento desde la nube (Allende López y Colina Unda, 2018).

Las Baas tiene como propósito ofrecer plataformas en las que se podrán interactuar con diferentes proveedores de *blockchain*, por ejemplo, Microsoft ha dispuesto su plataforma “microsoft azure”<sup>6</sup>, la cual ofrece diferentes plataformas *blockchain* públicas, privadas o DLT. Adicionalmente, cuenta con diferentes softwares para programar los contratos inteligentes facilitando que el usuario final pueda tener diferentes opciones para programar. Claro está que el uso de esta herramienta tendría un costo mensual que dependerá de los nodos que se utilicen, sin embargo,

---

<sup>5</sup> En español redes de blockchain como servicio.

<sup>6</sup> <https://azure.microsoft.com/es-es/services/blockchain-service/>

los beneficios que otorga la integración de esta tecnología incluyen el aumento y mejoría de la seguridad, que ya de por sí ofrece la tecnología blockchain (Park y Park, 2017). Por ello, es conveniente ir migrando a las Baas, para así generar información cada vez más segura e incorruptible.

Desde la perspectiva de las MiPymes, es importante analizar el costo-beneficio que tendría que pagar mes a mes cada uno de los servicios que ofrece este tipo de plataformas, para ello se tendría que realizar un estudio previo en el que se determine la rentabilidad al obtener una *blockchain* bajo este mecanismo o, tal vez, al realizar una sola gran inversión para adquirir un nodo de una *blockchain*, sea privado o DLT.

También cabe aclarar que, a raíz de estos mecanismos de cobro de *blockchain*, se han dispuesto otro tipo de soluciones con el mismo enfoque dado por Microsoft, por ejemplo, Amazon ha dispuesto su servicio de AWS (Amazon web services)<sup>7</sup>, que tiene servicios similares a la plataforma de Microsoft azure, pero con un sistema de cobro diferente, ya que utiliza el cobro por uso de *blockchain*, lo que significa que el cobro se realizará por cada transacción, nodo o tiempo de uso de la *blockchain*. Dar un costo preciso es muy complejo, ya que depende de diferentes variables, incluyendo la plataforma se usa para la *blockchain*, ya que de momento AWS permite el uso de Hyperledger fabric y Ethereum, y ambas tienen diferente sistema de cobro.

Esto es importante mencionarlo, ya que permite otro sistema de uso para las Mipymes, que podrían también adaptarse a este sistema, cabe aclarar que de igual modo se debe comprender un análisis de costo-beneficio para su uso e implementación como sistema BaaS.

Frente a los casos de uso, se podrían integrar cada uno de los casos ya anteriormente mencionados, puesto que esta tecnología complementa a todas las plataformas *blockchain* y podría ser la puerta de entrada al uso empresarial, pues, como se mencionó anteriormente, no requiere de un esfuerzo tecnológico muy grande.

## Conclusiones

Las plataformas *blockchain* tendrán un gran impacto a nivel empresarial debido a su alto nivel de seguridad, alcance, descentralización y funcionalidad con el uso de los smart contracts. Sin embargo, los modelos y estrategias de implementación aún

---

<sup>7</sup> <https://aws.amazon.com/es/managed-blockchain/>

requieren tiempo en Colombia, debido a que primero deberá existir una sensibilización sobre su uso e importancia. Aunque el gobierno colombiano lanzó una estrategia de implementación de dicha plataforma en julio del 2021, sigue haciendo falta información y un lineamiento claro de los pasos que debe seguir el país para su implementación.

Por otra parte, la capacitación del personal contable y administrativo será esencial en el uso de estas plataformas, priorizando el entendimiento y manejo de los leguajes de programación, tanto para la plataforma como para los contratos inteligentes. Si el profesional mencionado no es capaz de entender lo que está escrito allí, es muy probable que no entienda el funcionamiento del sistema y que, al momento de auditar o realizar controles, sus acciones sean insuficientes, por la falta de experiencia y conocimiento.

En Colombia, aún no se tiene claro cuánto puede llegar a costar la implementación de esta plataforma, lo que puede llevar a las empresas a preguntarse si es beneficioso su uso o no, sobre todo teniendo en cuenta que el 99 % de las empresas colombianas son MiPymes, por lo que no cuentan con un capital de trabajo muy amplio, situación agravada por la crisis económica secundaria a la pandemia actual por el sovid-19.

De poder realizar la implementación del *blockchain* en empresas colombianas, los niveles de control de las MiPymes aumentarían significativamente y los procesos serían más rápidos y autónomos, gracias a la contabilidad de triple entrada, lo que permitirá, a su vez, mayor poder de participación en licitaciones o convocatorias, ya que no se dependerá de un tercero que tome la decisión.

Por último, son necesarias más investigaciones sobre casos de aplicaciones, en el ámbito empresarial, que permitan la difusión del conocimiento de esta tecnología disruptiva y que, además, la desliguen de las criptomonedas, debido a que, aunque nacen a partir de ellas, su uso es mucho más amplio.

## Referencias

- Allende López, M. y Colina Unda, V. (2018, 28 de junio). ¿Pública, federada o privada? Explora los distintos tipos de blockchain. *Abierto al público*. <https://blogs.iadb.org/conocimiento-abierto/es/tipos-de-blockchain/>
- Arsaute, A., Zorzan, F., Daniele, M., González, A. y Frutos, M. (2018). Generación automática de API REST a partir de API Java. *XX Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación (WICC 2018, Universidad Nacional del Nordeste)* (pp. 629-634). La Plata. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/67777>

- BBVA API Market. (2016). API REST: qué es y cuáles son sus ventajas en el desarrollo de proyectos. *BBVA API Market*. <https://www.bbvaapimarket.com/es/mundo-api/api-rest-que-es-y-cuales-son-sus-ventajas-en-el-desarrollo-de-proyectos/>
- Berghe, J. L. y Fernández, E. (2019). Una propuesta de aplicación de la contabilidad en blockchain. *Actualidad Contable*, 15(155), 1-16.
- Boldó Roda, C., Fernández Daza, E., García Tortosa, F., Lafont Déniz, R., Llopis Vaño, F., Pastor Sempere, M., Poce de León, P., Villaroig Moya, R. y Wanden-Berghe, J. (2018). *Blockchain: Aspectos tecnológicos, empresariales y legales*. Arazadi S. A. U.
- Castañeda, L. I. (2013). Los sistemas de información contable una herramienta para la gestión integral de las pymes. *Revista de la Agrupación Joven Iberoamericana de Contabilidad y Administración de Empresas*, (10), 31-40.
- Corrales Paredes, A., Rivas Estrada, R. y Salichs, M. (2007). Sistema de identificación de objetos mediante RFID para un robot personal. *Jornadas de automática* (págs. 1-6). Madrid: Comité Español de Automática.
- Correa Espinal, A. y Gómez Montoya, R. A. (2009). Tecnologías de la información en la cadena de suministro. *DYNA*, 76, 37-48. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49611942004>
- Corrons, A. y Gil, M. (2019). ¿Es la tecnología blockchain incompatible con la economía social solidaria? Hacia un nuevo paradigma. *Revista Económica Pública, Social y Cooperativa*, (95), 191-215. doi:10.7203/CIRIEC-E.95.12984
- Dannen, C. (2017). *Introducing Ethereum and solidity Foundations of Cryptocurrency and Blockchain Programming for Beginners*. Apress.
- Fonseca, D. E. (2013). Desarrollo e implementación de las TICS en las pymes de Boyacá-Colombia. *FAEDPYME International Review*, 2(4), 49-59.
- Gausdal, A., Czachorowski, K. y Solesvik, M. (2018). Applying Blockchain Technology: Evidence from Norwegian Companies. *Sustainability*, 6(10), 1-16. <https://doi.org/10.3390/su10061985>
- Gendal Brown, R. (2018). The Corda Platform: An Introduction. *R3*. <https://www.r3.com:https://www.r3.com/white-papers/the-corda-platform-an-introduction-whitepaper/>
- Gobierno de Aragón. (22 de Julio de 2020). <https://licitacion.aragon.es>. Recuperado el 3 de Marzo de 2021, de <https://licitacion.aragon.es:https://licitacion.aragon.es/licitaciones/detalle/1595429667685>
- Howald, F. (2000). *Obstáculos al desarrollo de la pyme causados por el estado: el caso del sistema tributario Colombia*. McGraw-hill Interamericana.
- Karamitsos, I., Papadaki, M. y Al Barghuthi, N. B. (2018). Design of the Blockchain Smart Contract: A Use Case for Real Estate. *Journal of information security*, 9(3), 177-190.
- Legerén Molina, A. (2019). Retos jurídicos que plantea la tecnología de la cadena de bloques. Aspectos legales de blockchain. *Revista de Derecho Civil*, 6(1), 177-237.
- Loza, D. y Dabirian, R. (2015). Introducción a la tecnología Disruptiva y su Implementación en Equipos Científicos. *Revista Politécnica*, 36(3), 30-33.
- Martínez Cárdenas, E. E. y Ramíre Mora, J. M. (2006). La corrupción en la contratación estatal colombiana una aproximación desde el neoinstitucionalismo. *Reflexión Política*, 8(15), 148-162. <https://revistas.unab.edu.co/index.php/reflexion/article/view/622>

- Martínez Medina, S., Bonilla Ospina, J. B., Rendón Sánchez, A., Rodríguez Miranda, J., Acosta Jaramillo, G. y Parra, P. (2018). *Informe final de resultados prototipo blockchain*. Alcaldía Mayor de Bogotá. <https://tic.bogota.gov.co/documentos/informe-final-resultados-prototipo-blockchain>
- Méndez Picazo, T. (2008). El impacto de las tics en la información contable empresarial. *Economía Industrial*, (370), 69-74.
- Molina, A. L. (2018). Los contratos inteligentes en España (la disciplina de los smart contracts). *Revista de Derecho Civil*, 5(2), 193-241.
- Monllau, T. (2018). La blockchain, una oportunidad para el auditor. *Revista de Contabilidad y Dirección*, 27, 61-70.
- Navarro Cardoso, F. (2019). Criptomonedas (en especial, bitcoin) y blanqueo de dinero. *Revista Electrónica de Ciencia Penal y Criminología*, (21), 1-45.
- Núñez, C. B., Ríos, S. y Díez, R. S. (2018). Financiación alternativa para el emprendedor: las initial coin offering a exámen. *Revista ICE*, (904), 99-112.
- Park, J. H. y Park, J. H. (2017). Blockchain Security in Cloud Computing: Use Cases, Challenges, and Solutions. *Symmetry*, 9(164), 1-13. <https://doi.org/10.3390/sym9080164>
- Puente, I. A. (2018). Criptomonedas: naturaleza jurídica y riesgos en la regulación de su comercialización. *Revista de Derecho del Mercado de Valores*, (22), 1-8.
- Romero Ugarte, J. L. (2018). Tecnología de registros distribuidos (DLT): una introducción. *Boletín Económico del Banco de España*, (4), 1-10. <https://repositorio.bde.es/handle/123456789/8390>
- Sajana, P., Sindhu, M. y Sethumadhavan, M. (2018). On Blockchain Applications: Hyperledger Fabric And Ethereum. *International Journal of Pure and Applied Mathematics*, 118(18), 2965-2970.
- Samaniego, M., Jamsrandorj, U. u Deters, R. (2016). Blockchain as a Service for IoT Cloud versus Fog. *2016 IEEE International Conference on Internet of Things (iThings) and IEEE Green Computing and Communications (GreenCom) and IEEE Cyber, Physical and Social Computing (CPSCom) and IEEE Smart Data (SmartData)*, 433-436. <https://doi.org/10.1109/iThings-GreenCom-CPSCom-SmartData.2016.102>
- Sintes Marco, B. (2020 de Julio de 2020). ¿Qué es JSON? *Mclibre*. <https://www.mclibre.org/consultar/informatica/lecciones/formato-json.html>
- Valenta, M. y Sandner, P. (Junio de 2017). Comparison of Ethereum, Hyperledger Fabric and Corda. *FSBC Working Paper*, 8, 1-8.
- Vera, M., Malgarejo, Z. y Mora, E. (2014). Acceso a la financiación en Pymes colombianas: una mirada desde sus indicadores financieros. *Innovar*, 24(53), 149-160.