

**MÉTODO DE CONTRATACIÓN INTELIGENTE PARA LICITACIONES PÚBLICAS
EN COLOMBIA USANDO LA TECNOLOGÍA BLOCKCHAIN**

**ALEXANDER GÓMEZ GUERRA
DIEGO FERNANDO LOPERA ROLDÁN**

DIRECTOR:

MAURICIO AMARILES CAMACHO



Tecnológico de Antioquia
Institución Universitaria
Ingeniería en Software
Medellín, Colombia.
2018

DEDICATORIA.

Esta investigación se la dedicamos a Dios, porque nos dio la fortaleza necesaria para superar todas las adversidades y permitimos cumplir paso a paso las metas proyectadas.

A nuestras familias especialmente a nuestros padres, por su constante cooperación y apoyo incondicional para lograr concretar la carrera profesional.

AGRADECIMIENTOS.

Nos complace agradecer:

Al Docente Mauricio Amariles Camacho, coordinador área de infraestructura de la facultad de ingeniería quien fue el gestor de la idea de proyecto, por su ayuda y colaboración en el desarrollo del mismo.

A el Tecnológico de Antioquia - Institución Universitaria, a la Facultad de Ingeniería de Sistemas y a todos mis maestros por los valiosos conocimientos que me impartieron y que fueron la base para la realización de esta investigación.

A nuestras familias por guiarnos, apoyarnos, estar al lado en cada momento de nuestras vidas y especialmente a lo largo de nuestra formación profesional.

TABLA DE CONTENIDO

DEDICATORIA.....	2
AGRADECIMIENTOS.....	3
TABLA DE CONTENIDO.....	4
ÍNDICE DE FIGURAS.....	6
ÍNDICE DE TABLAS.....	7
1. INTRODUCCIÓN.....	8
2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	9
3. OBJETIVOS.....	11
3.1. Objetivo General.....	11
3.2. Objetivo Específico.....	11
4. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA.....	12
5. MARCO REFERENCIAL.....	13
6. DESARROLLO DEL PROYECTO.....	16
6.1. Identificación de métodos existentes de contratación inteligente.....	16
MayorsChain.....	16
Exonum.....	17
E-vox.....	17
Signatura.....	18
Ethereum.....	18
6.2. Componentes que integran la tecnología de Blockchain.....	19
6.3. Diseño de componentes que integran el método de contratación inteligente...	22
Descripción Modelo contratación inteligente.....	23
6.4. Validación del método en un caso de estudio.....	27

7. RESULTADOS 34

8. CONCLUSIONES 35

9. TRABAJO FUTURO 35

REFERENCIAS 36

ÍNDICE DE FIGURAS

Figuras 1-Sistema de transferencia	15
Figuras 2-Soluciones o aplicaciones de Blockchain	16
Figuras 3-Proceso de registro o verificación.....	17
Figuras 4-Funcionamiento Blockchain	19
Figuras 5-Clasificación sistemas Blockchain.....	22
Figuras 6-Modelo contratación inteligente	22

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-Índice de Percepción de la Corrupción (IPC)	10
Tabla 2-Información General del Proceso Información General del Proceso	28

1. INTRODUCCIÓN

La investigación a realizar está enfocada al manejo de la seguridad de la información para los entes gubernamentales dado que, en estos, el índice de corrupción es muy elevado, en cuanto a la asignación y procesos de contratación. La mayoría de los procesos se manejan de manera manual y esto puede ser manipulado por el personal encargado sin dejar, rastro o evidencia de dicho cambio sobre la documentación requerida para participar licitaciones públicas (indicedetransparencia.org.co, 2016).

La investigación plantea un método basado en la tecnología de cadena de bloques (Blockchain), al ser esta una tecnología que permite la transferencia de datos digitales con una codificación muy sofisticada y de una manera completamente segura (Cano M., 2018), inicialmente se proyecta identificar los métodos existentes de contratación inteligente que se utilizan actualmente, con base a esto obtener herramientas para realizar un análisis de los componentes que integran la tecnología de cadena de bloques (Blockchain) utilizados en contratos inteligentes, conllevando a las mejores metodologías implementadas en la actualidad con el fin de garantizar que la información no pueda ser modificada; posteriormente con base en la información recopilada, diseñar los componentes que integran el método de contratación inteligente, luego de realizar dicho diseño se crearán casos de estudio, con el objetivo de evaluar qué tan óptimo y que ventajas y desventajas tendría la implementación del sistema blockchain para los entes gubernamentales.

2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

La contratación pública en Colombia, es uno de los principales problemas que está afectando al pueblo y a todos sus gremios (Caracol, 2018). Muestra de ello son los casos que se presentaron con los proyectos de Odebrecht, Reficar, Interbolsa, el programa de alimentación escolar, entre muchos otros que ocurren en todo el país y que los órganos de control no llegan a conocer. Todo esto demuestra lo ineficaz que es la contratación pública en Colombia (Eltiempo.com, 2018).

En los últimos años se ha usado por diferentes medios la frase “mermelada” que hace referencia a la falta de transparencia y mal uso de los recursos asignados en estos proyectos. “El contralor Edgardo Maya Villazón reveló que desde 2004 los congresistas han recibido una suma cercana a \$54 billones en 'mermelada', como se le ha denominado a los cupos indicativos para la gestión de proyectos en las regiones.” (Tomas Betin, 2018).

Aunque existen leyes que regulan y organismos de control que procuran que exista transparencia y cero corrupción; Según la Organización Colombia Compra Eficiente, la contratación pública en su etapa inicial cuenta con siete principios que garantizarán que quien reciba los contratos esté en condiciones de cumplirlos. El primer principio es el de transparencia que comprende aspectos como la publicidad de las actuaciones de la administración y la garantía del derecho de contradicción, así como la igualdad de respecto de todos los interesados. (Colombia compra Eficiente, 2015).

En los últimos 10 años Colombia no ha cambiado de manera significativa en la reducción de la corrupción. En 2007 obtuvo una puntuación de 38 sobre 100 (100 es la percepción de no corrupto), y en 2017 obtuvo 37, el país ocupa el puesto 96 de 180 y está entre los 10 países más corruptos de América Latina.

Según un estudio de la Universidad Externado (Corrupción en Colombia - 2018), en Colombia la corrupción entre 1991 y 2011 le costó al país más de \$189 billones, lo que equivale al 4% del PIB. Al menos el 30% de estos hechos de corrupción se generan en los trámites que día a día realizan los colombianos (Comisión Nacional Ciudadana, 2014). En este documento se expresa que el 91% de los empresarios consideran que secretamente se ofrecen dádivas para obtener contratos y, según la misma encuesta, los montos pueden alcanzar en promedio el 17.3% del valor del contrato, representando la cruda realidad que el 58% de los empresarios encuestados afirman que “si no se pagan sobornos se pierden negocios” (Caracol, 2018)

En Colombia desde hace varios años se cuenta con una plataforma para realizar todo el Proceso de Contratación en línea. Desde su cuenta la Entidad Estatal puede crear y adjudicar Procesos de Contratación, registrar y hacer seguimiento a la ejecución contractual. Los Proveedores también tienen su cuenta, desde la cual envían observaciones y ofertas. Se trata de un sistema transaccional, cero papeles. (ColombiaCompraEficiente, n.d.)

A pesar de contar con esta herramienta se evidencia que la corrupción en las contrataciones continua y con base a la información en el portal de la organización de Transparencia Internacional, en 2017 aumentó el índice de corrupción en el país (Ver Tabla 1).

El índice que clasifica 180 países y territorios según los niveles percibidos de corrupción en el sector público por expertos y empresarios de cada país, usa una escala de cero a 100, donde cero es altamente corrupto y 100 muy transparente.

Año	Rango Regional del país (América)	Rango Mundial del país	País/Territorio	Puntuación del IPC	Puntuación más alta
2017	19/32	96/180	Colombia	37	89
2016	17/32	90/180	Colombia	37	90
2015	12/32	85/180	Colombia	37	91
2014	17/32	95/180	Colombia	37	92
2013	18/32	97/180	Colombia	36	91
2012	-	95/180	Colombia	36	90
2011	-	80/180	Colombia	34	95
2010	-	79/180	Colombia	35	93
2009	13/32	76/180	Colombia	37	94
2008	13/32	71/180	Colombia	38	93
2007	12/32	68/180	Colombia	38	94
Promedio Global		85	Promedio	37	92

*Tabla 1-Índice de Percepción de la Corrupción (IPC)
Elaboración propia con información de la Organización Transparencia Internacional, 2007-2017*

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo General

Diseñar un método de contratación inteligente para licitaciones públicas en Colombia, usando la tecnología Blockchain.

3.2. Objetivo Específico

- Identificar los métodos existentes de contratación inteligente que se utilizan actualmente.
- Analizar los componentes que integran la tecnología de cadena de bloques (Blockchain) utilizados en contratos inteligentes.
- Diseñar los componentes que integran el método de contratación inteligente.
- Validar el método en un caso de estudio.

4. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

Se puede ejemplificar en casos como Odebrecht, Reficar, Interbolsa, el programa de alimentación escolar, en estos tiempos en los que la investigación colectiva sugiere que la confianza que el público depositada en el gobierno está en su punto más bajo, la tecnología blockchain ofrece una vía potencial para mejorar la confianza en, por lo menos, los datos que se nos presentan (Johnny Giraldo López, 2018).

Si además de esto se pueden garantizar la veracidad de los datos que subyacen en las políticas y el discurso, eso podría constituir una mejor base para la discusión, y facilitaría evitar algunos de los informes confusos, a menudo erróneos, que se han vuelto tan comunes en todo el mundo (Milena Peña, 2018).

Un blockchain público, con el permiso de una autoridad que centralice el control y el acceso, funcionaría de manera muy diferente que el libro de cuentas “sin permisos” de Bitcoin. Podría permitir a la administración gubernamental eliminar la intermediación en las transacciones cuando sea conveniente, a la vez que aporta un mayor control en otras áreas mediante un seguimiento más eficaz de los datos. Las cadenas de suministro podrían coordinarse y hacerse visibles en todos los departamentos. Y en el futuro, las obligaciones estatales de un ciudadano podrían cumplirse en un código ejecutable un contrato inteligente en lugar de un acuerdo contractual escrito. Estos servicios juntos ofrecen una gama de blockchain-as-a-service a los organismos del sector público, incluyendo el sector salud, el gobierno local y el sector educativo (Enrique Morales, 2017).

5. MARCO REFERENCIAL

El Blockchain significa “cadena de bloques”, nació como actor secundario en la revolución del bitcoin, ya que se trata de la tecnología o el sistema de codificación de la información que está por detrás de la moneda virtual y que sustenta toda su estructura.

Pronto se vio el potencial que tenía por sí misma y la cantidad de aplicaciones que permite en otras áreas más allá de las transacciones financieras, como la administración pública o el Internet de las cosas. Blockchain es una tecnología que permite la transferencia de datos digitales con una codificación muy sofisticada y de una manera completamente segura. Sería como el libro de asientos de contabilidad de una empresa en donde se registran todas las entradas y salidas de dinero; en este caso hablamos de un libro de acontecimientos digitales. Pero, además, contribuye con una tremenda novedad: esta transferencia no requiere de un intermediario centralizado que identifique y certifique la información, sino que está distribuida en múltiples nodos independientes entre sí que la registran y la validan sin necesidad de que haya confianza entre ellos. Una vez introducida, la información no puede ser borrada, solo se podrán añadir nuevos registros, y no será legitimada a menos que la mayoría de ellos se pongan de acuerdo para hacerlo (Innovation, 2017).

Junto al nivel de seguridad que proporciona este sistema frente a hackeos, encontramos otra enorme ventaja: aunque la red se cayera, con que solo uno de esos ordenadores o nodos no lo hiciera, la información nunca se perdería o el servicio, según el caso del que hablemos, seguiría funcionando. Un ejemplo que ilustra la importancia de la red distribuida está en las redes sociales. Con este sistema, blockchain eliminaría la centralización que imponen aplicaciones como Facebook o Twitter a la hora de identificarnos o validar la procedencia de nuestros mensajes, y la integridad de los mismos sería garantizada por la red de nodos.

Cada uno de esos bloques contiene la información codificada de una transacción en la red. Antes hicimos la analogía del libro contable, donde anotamos, por ejemplo, que salió A y entró B. Pues bien, blockchain se comporta igual, pero será la red de nodos distribuidos quienes tengan que certificar que esos datos son verdaderos ¿Cómo lo hacen? Cada bloque de la cadena porta el paquete de transacciones y dos códigos, uno que indica cuál es el bloque que lo precede (excepto el bloque origen), y otro para el bloque que le sigue, es decir, que están entrelazados o encadenados por lo que se llaman códigos o apuntadores hash. Ahora entra en juego el concepto de minado que realizan los nodos, es decir, el proceso de validación de la información. En este proceso de minado o comprobación, cuando hay dos bloques que apuntan al mismo bloque previo, sencillamente gana el primero en ser descifrado por la mayoría de los nodos, es decir, que la mayoría de puntos de la red deben ponerse de acuerdo para validar la información. Por eso, aunque blockchain genera múltiples cadenas de bloques, siempre será legitimada la cadena de bloques más larga (Innovation, 2017).

Los Contratos inteligentes se refiere a cualquier tipo de contrato entre dos o más partes, que es capaz de ejecutarse y hacerse cumplir por sí mismo, de manera autónoma y automática. Además, las partes de un contrato inteligente pueden ser tanto personas como máquinas, lo que abre una ventana al Internet de las Cosas (Internet of Things – IoT).

Los contratos inteligentes están escritos en código de programación, es decir, son programas informáticos que ejecutan de manera autónoma y automáticamente los términos de un contrato. El programa puede definir las reglas y las consecuencias estrictas del mismo, de la misma manera que lo haría un contrato tradicional, pero a diferencia de un documento legal tradicional, también puede obtener información como input y procesarla según las reglas establecidas en el contrato, y posteriormente adoptar las medidas que se requieran como consecuencia de ello. Todo esto sin la intervención humana en el proceso. Los contratos inteligentes son scripts repetibles y autónomos que se ejecutan en la cadena de bloques (blockchain) y representan promesas unilaterales de proporcionar una tarea informática determinada. Se almacenan en una dirección específica en la cadena de bloques. Dicha dirección se determina cuando los contratos son compilados y enviados a la cadena de bloques. Cuando se produce un evento contemplado en el contrato, se envía una transacción a esa dirección y la máquina virtual distribuida ejecuta los códigos de operación del script (o cláusulas) utilizando los datos enviados con dicha transacción. Los contratos inteligentes pueden estar codificados de modo que reflejen cualquier tipo de lógica basada en datos: desde acciones tan sencillas como votar por una publicación en un foro, una compra por Internet, o incluso acciones con un mayor nivel de complejidad, como garantías de préstamos y contratos de futuros, así como acciones sumamente complejas como la fijación de prioridades de pago en una nota estructurada (PortalOro, 2015).

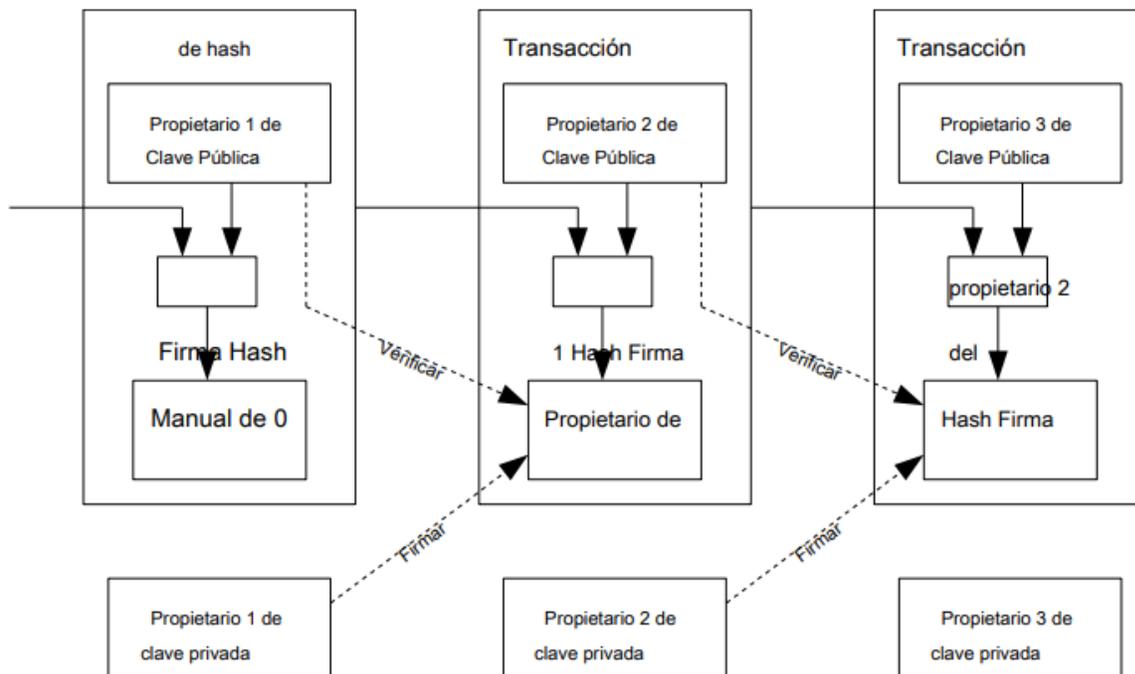
Bitcoin tiene algunos smart contracts ya creados que se ejecutan por defecto y de manera transparente al usuario. Cuando hablamos de contratos de distribución nos referimos a uno de los casos de uso de Bitcoin para formar acuerdos entre personas a través de la blockchain. Y es que Bitcoin, entre todas sus ventajas, permite añadir lógica al dinero, algo único de este tipo de dinero: es dinero programable. Esta lógica aplicada al dinero nos permite resolver problemas comunes que podemos encontrar en la actualidad, pero aumentando el nivel de confianza a lo largo de todo el proceso automatizado en el que se desarrolla la interacción (Bit2me, n.d.).

Al igual que Bitcoin, el Ether es un activo digital (criptomoneda). Y al igual que cuando utilizamos dinero en efectivo, no requiere que un tercero procese o apruebe una transacción. Para publicar, eliminar o modificar algo en la red Ethereum, debemos pagar una tarifa de transacción en Ether (sus siglas son ETH) para que la red procese ese cambio.

La red Ethereum, además, está formada por todos y cada uno de los ordenadores que trabajan verificando operaciones en la Blockchain, también llamados mineros. Estos mineros reciben Ether como recompensa por ejecutar las operaciones de la plataforma. Los desarrolladores de Dapps (aplicaciones descentralizadas) también forman parte de Ethereum, pues su trabajo de desarrollo es lo que luego dará como resultado mejores aplicaciones. El Ether, es el combustible en forma de dinero que hace que la red Ethereum se mantenga viva, siendo un incentivo monetario para todo aquel que se relacione con ella, ya sea aportando capacidad de computación (mineros) o valor creativo en forma de código o contratos inteligentes (desarrolladores) (Ethereum, n.d.).

Se define una moneda electrónica como una cadena de firmas digitales. Cada propietario transfiere la moneda al siguiente, por la firma digital de un hash de la transacción anterior y la clave pública

del nuevo propietario y la adición de estos al final de la moneda. Un beneficiario puede verificar las firmas para validar la cadena de propiedad (Nakamoto, 2008).



*Figuras 1-Sistema de transferencia
(Nakamoto, 2008)*

El problema, por supuesto, es el beneficiario no puede comprobar que uno de los propietarios no gaste doble la moneda. Una solución común es introducir una autoridad central de confiable o casa de moneda, que revisa si cada transacción tiene doble gasto. Después de cada transacción, la moneda debe ser devuelta a la casa de moneda para emitir una nueva moneda, y sólo monedas emitidas directamente de la casa de moneda son de confianza de no ser de doble gastada. El problema de esta solución es que el destino de todo el sistema de dinero depende de la empresa que gestiona la casa de moneda con cada transacción teniendo que pasar a través de ellos, al igual que un banco.

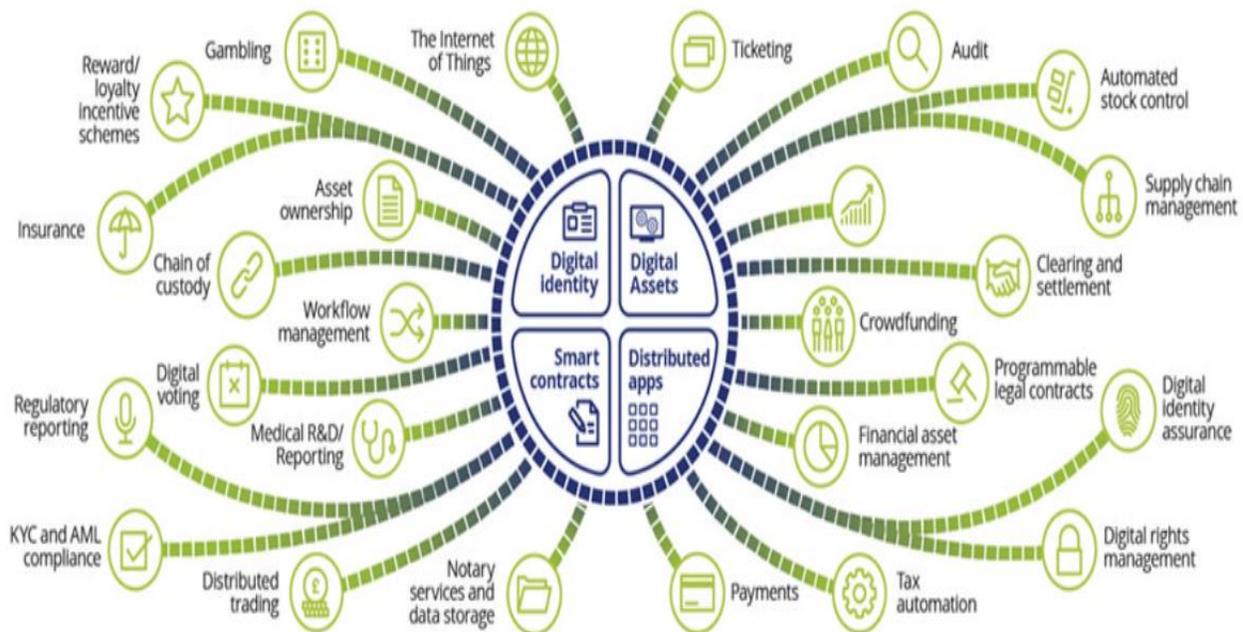
Necesitamos una forma de que el beneficiario sepa que los anteriores propietarios no firmaron las operaciones anteriores. Para nuestros propósitos, la transacción más temprana es la que cuenta, así que no se preocupan por los intentos posteriores a doble gasto. La única forma de confirmar la ausencia de una transacción es ser consciente de todas las transacciones. En el modelo de casa de moneda, la casa de moneda está al tanto de todas las transacciones y decide que llegó primero. Para lograr esto sin un tercero confiable, las transacciones deben ser anunciadas públicamente, y necesitamos un sistema de participantes que estén de acuerdo con una historia única del orden en que fueron recibidas. El beneficiario necesita prueba de que, al momento de cada transacción, la mayoría de los nodos estuvieran de acuerdo en que fue la primera recibida (Nakamoto, 2008).

6. DESARROLLO DEL PROYECTO

6.1. Identificación de métodos existentes de contratación inteligente.

Globalmente encontramos diversos usos y aplicaciones a los contratos inteligentes en diferentes regiones, muchos de estas aplicaciones están como prototipos, versiones Beta, entre otros. Las aplicaciones que ya están trabajando bajo la tecnología Blockchain y aplicando en su código los Smart-Contracts tienen diversos enfoques en sus finalidades como pueden ser en registros públicos, judiciales, legislativos, Industria de la salud, escrituras o testamentos, IOT (Internet de las cosas), consumidor y productos industriales, derechos de Autor en música, imágenes (Copyright)... (Juan Meleiro, 2018)

Qué podemos hacer con Blockchain:



*Figuras 2-Soluciones o aplicaciones de Blockchain
(Deloitte, n.d.)*

Los métodos de contratación inteligente más famosos que actualmente se encuentran publicados o de acceso al público, sea por su éxito o por su popularidad poseen variedad en su uso por ejemplo.

MayorsChain. es una aplicación creada por Max Keizer con la cual querían implementar en la alcaldía de Londres para monitorear las finanzas de la ciudad, aprovechando la tecnología Blockchain es posible hacer que todos los detalles del manejo del presupuesto sean visibles para el

público, esta aplicación se implementará en la plataforma de Bitcoin 2.0 Horizon y una "red" de blockchain llamada Blocknet.

Con esta aplicación se pretende dejar registro de todas las cuentas políticas y sus movimientos, fondos públicos, recursos y activos, permitiendo a todas las personas tener acceso a los registros del estado financiero y las cuentas de la ciudad.

Con Horizon y la cadena de bloques, se pretende conservar la seguridad y transparencia por la buena distribución de tokens y recuento de nodos extremadamente alto que utiliza Horizon. (Joseph Young, 2015)

Exonum. es una framework flexible para proyectos de blockchain, para crear aplicaciones descentralizadas a la medida por personas, empresas o gobiernos; en el cual la República de Georgia desarrollo una aplicación para el registro de la propiedad llamado NAPR. El cual permite a los ciudadanos generar un certificado digital de sus activos, respaldado con pruebas criptográficas publicadas en Bitcoin Blockchain. con el que se espera brindar una solución más segura que permita a los ciudadanos y gobierno tener transparencia, seguridad en los datos y procesos auditables. (Exonum, n.d.)



Figuras 3-Proceso de registro o verificación (Exonum, n.d.)

E-vox. es una plataforma creada inicialmente para el gobierno de Ucrania, por un grupo de compañías que incluyen Ambisafe, Distributed Lab y Kitsof, creando un sistema descentralizado para el sistema de voto electrónico basado en blockchain para garantizar la transparencia absoluta de las elecciones y descarta falsificaciones.

E-vox se basará en contratos inteligentes para cumplir con las regulaciones o leyes dependiendo del país donde se implemente. Puede usarse para la toma de decisiones colectivas en varios niveles: para votaciones parlamentarias, firmas de peticiones electrónicas, votaciones de referendos, elecciones y como una herramienta flexible de uso en las comunidades (competencia por una oficina, toma de decisiones en un partido político, comité en una escuela, condominio, etc.).

La plataforma integrará varios tipos de verificación de identidad para evitar los fraudes como firmas digitales, identificación bancaria, utilizarán la verificación del número de teléfono o ID y huellas dactilares. Teniendo como opción utilizar cajeros, terminales de pago público, teléfonos móviles y computadores para recolectar los votos. (Oleksii Konashevych, 2016)

Signatura. es una plataforma de firma digital y notariado, lanzado en 2016 en Argentina por Franco Amati y Federico Bond, la cual permite a las personas firmar y certificar documentos entre múltiples partes a través de un proceso sencillo, seguro y jurídicamente vinculante. que utiliza la tecnología blockchain con la plataforma de Bitcoin, con lo que impide que manipulen o eliminen sus firmas, asegurando que continúen siendo verificables; aunque el servicio de la plataforma sea interrumpido. Mientras utiliza los contratos inteligentes basados en RSK (plataforma de contratos inteligentes basados en Bitcoin) que están previstos para funciones más avanzadas. Con esta tecnología se permite realizar un registro inalterable y auditorías mucho más sencillas. (Signatura, 2016)

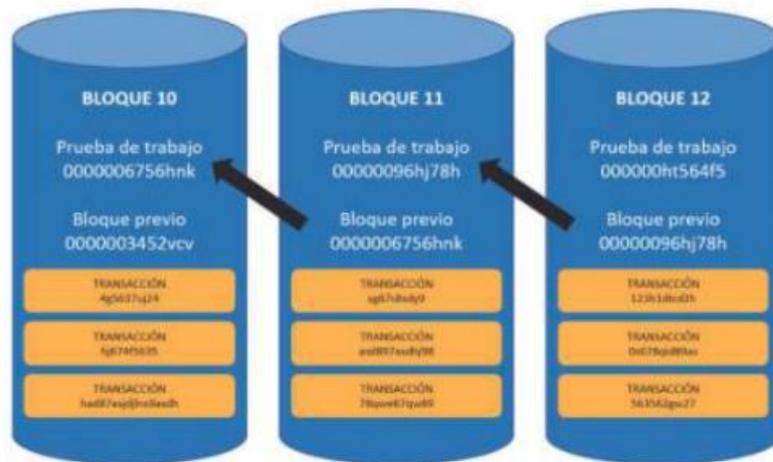
Ethereum. es un protocolo, una plataforma, un lenguaje de programación y una criptomoneda (Ether) que nacen con el objetivo de permitir la creación de aplicaciones descentralizadas que se ejecutan sobre la tecnología blockchain, para lograr un ordenador mundial descentralizado: es decir una red de ordenadores programables en todo el mundo, al que cualquier persona puede subir y ejecutar programas bajo unas sólidas reglas de consenso compartidas. (Ethereum Virtual Machine – EVM), permite que todos estos ordenadores estén conectados entre sí formando una red de iguales.

Este programa es el que marca las reglas sobre cómo la red de ordenadores debe funcionar conjuntamente: cómo deben comunicarse entre ellos, cómo deben almacenar dato y este programa les permite comportarse como si todos estos ordenadores juntos fuesen un solo ordenador. Cada uno de los miles de dispositivos que componen la red hace lo mismo, en el mismo orden, con un sello del tiempo, es decir, todos están registrando la misma información y ejecutando lo mismo, lo que en un sentido real los convierte en un único ordenador.

Ethereum es una plataforma blockchain que permite las transacciones de cualquier cosa que sea programable, con cualquier persona, sin la necesidad de que exista una autoridad central, esto es posible gracias a los contratos inteligentes. Estos contratos son ejecutados por la propia red Ethereum y pueden interactuar con otros contratos inteligentes de la red para ejecutar aplicaciones más complejas, no puede ejecutarse un doble gasto de bitcoins porque cada transacción queda registrada con un sello del tiempo en la cadena de bloques, en Ehtereum no pueden romperse las reglas de un contrato inteligente porque todos ellos están registrados en su cadena de bloques. El lenguaje de programación es Turing completo significa que es completamente apto para programar lo que se quiera (OroyFinanzas, 2016).

6.2. Componentes que integran la tecnología de Blockchain

Analizando el funcionamiento de la tecnología blockchain encontramos que funciona como una base de datos descentralizada, permite almacenar transacciones e información de distribución o DLT. Cada transacción se verifica por consenso de la mayoría de los participantes de la red y una vez ingresada la información, ésta no puede ser borrada, modificada o alterada, el almacenamiento de las transacciones se realizaría a través de cadenas de bloques, cada bloque se añade a un bloque precedente y el bloque anterior a otro bloque precedente y de este orden se forma una cadena de bloques autenticadas y validadas mediante una firma digital. (Ver Figura 4).



Figuras 4- Funcionamiento Blockchain
(Cano M., 2018)

Una de sus principales características es **multifirma** que permite que dos o más entes se encuentren en la obligación de aprobar una transacción antes se pueda liberar ejecutar cierta actividad, otra de las funcionalidades con las que cuenta esta tecnología es el **doble depósito** que facilitan el correcto funcionamiento de los contratos inteligentes. Incorporado por BitHalo, es interesante ya que elimina la necesidad de un tercero que actúe como interventor entre las dos partes.

Por ejemplo, comprador y un vendedor realizan ambos una transacción de depósito ligado a un contrato inteligente. Dicho contrato tiene un tiempo establecido de caducidad. Si las partes involucradas en el contrato no lo resuelven las actividades programadas en periodo de tiempo establecido, los fondos de los depositantes cambiarán a un estado denominado “Quemado”, es decir, serán enviados a una dirección en la que nadie conoce la clave privada, lo que obliga a las partes a esforzarse al máximo en la búsqueda de soluciones. (PortalOro, 2015)

La tecnología de blockchain se compone de tres partes cuando son combinadas permiten formar un sistema de conexión entre pares y esto aumenta la confianza en las relaciones de los partes del sistema. (Cano M., 2018)

- La **criptografía** es responsable de suministrar un mecanismo fuerte de codificación segura de las reglas de los protocolos que rigen el sistema, el cual debe garantizar y hará resistente ante la manipulación, robo, introducción de información errónea en la cadena de bloques y asegurara las identidades digitales que generalmente están cifradas.
- La **cadena de bloques** es la base de datos descentralizado diseñada para el almacenamiento, la se asegura a través de la criptografía, manteniendo la integridad de la información registrada de cada una de las transacciones realizadas, la cadena de bloque está compuesta de un contador de transacciones y las transacciones en sí mismas. el número máximo de transacciones que un bloque puede contener depende del tamaño del bloque y el tamaño de cada transacción.
- El **consenso**, este es el objetivo más complejo que busca cumplir la tecnología blockchain, el cual alcanzar consenso entre partes que no cuenta con confianza, El desafío es asegurar los registros de cada nodo de la red son todos iguales e inalterables. Este se basa en un protocolo común que verifica y confirma las transacciones realizadas, y asegura la irreversibilidad de las mismas.

Al operar tres componentes de manera integrada, constituyen las características claves de la tecnología de blockchain para un correcto funcionamiento(Cano M., 2018):

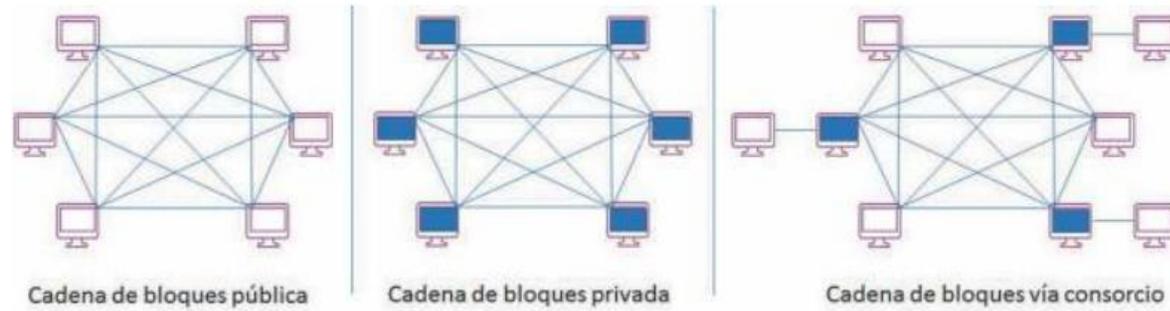
- **Descentralización:** Posibilita las relaciones de confianza entre partes desconocidas, sin un interventor central que vigile y verifique, las cuales a través de la interacción de los elementos previamente detallados es capaz de asegurar un registro confiable de las transacciones realizadas.
- **Persistencia:** Las transacciones se pueden validar rápidamente, y aquellas inválidas no serían admitidas los nodos que son capaces de validar las firmas digitales de cada bloque. Es casi imposible eliminar o deshacer transacciones, una vez que están incluidas en la en el sistema Blockchain.
- **Anonimato:** Cada parte puede interactuar en el sistema Blockchain. con una dirección generada, que no revela la identidad real del usuario. Estas direcciones pueden ser rastreables para implementaciones del sistema Blockchain públicas. En una

implementación privada se puede establecer el nivel de anonimato requerido para realizar o proteger las transacciones.

- **Transparencia:** El registro de datos y su actualización por el sistema Blockchain es transparente, lo que permite aumentar la confianza entre todos los participantes de la red.

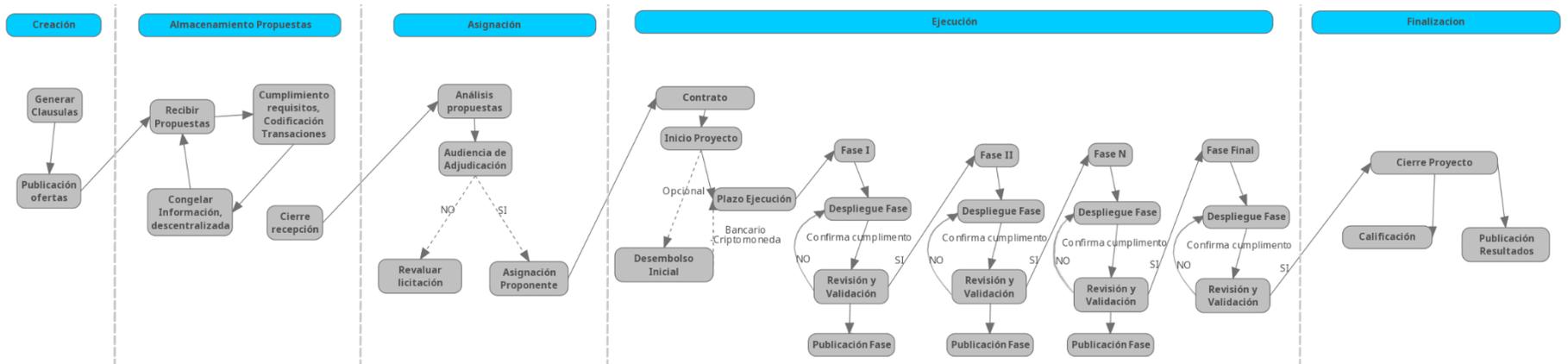
Los sistemas de Blockchain se clasifican en tres tipos que se pueden tener en cuenta para adelantar implementaciones de iniciativas usando esta tecnología(Cano M., 2018):

- Las **públicas**, en las que cualquier participante puede acceder y consultar las transacciones realizadas, incluso participar del proceso para obtener consenso. Se cuenta con una red descentralizada que utiliza un protocolo común asumido por los participantes, para registrar transacciones en la cadena de bloques. Esta implementación consta de una base de datos descentralizada de transacciones, dado que no se controla quien participa en la cadena de bloques.
- Las **privadas** en las que, sólo aquellos nodos que han obtenido la condición de usuarios, están sujetos a un protocolo predeterminado, para registro de anotaciones y verificación de cambios en la cadena. Dado esto, se tiene una visión más centralizada de la implementación de una cadena de bloques, en la que cada uno de los nodos asegura la estabilidad del sistema y existe una base de datos repartida en varios nodos.
- Los **consorcios** que son conformados por diferentes empresas que crean una cadena de bloques privada y por lo general, se encuentra asociada a una plataforma particular. En este tipo de implementación el control de la cadena queda restringido a un número menor de participantes y el consenso lo puede determinar el consorcio.



Figuras 5-Clasificación sistemas Blockchain
(Cano M., 2018)

6.3. Diseño de componentes que integran el método de contratación inteligente



Figuras 6-Modelo contratación inteligente
(Elaboración propia)

Descripción Modelo contratación inteligente

Creación.

El proceso inicia realizando el levantamiento de necesidades por las entidades públicas, estos deben diseñar, formular y modular cada una de las pautas, cláusulas, cronogramas y diferentes requisitos necesarios para la publicación de las ofertas.

- **Generar Cláusulas:** El Estado o Entidades públicas establecen las características de los bienes, servicio u obras que están solicitando (estudios, diseños, normas, plazos, obligaciones, etc.) estableciendo las condiciones jurídicas, técnicas y financieras sujetos a la ley 1150 de 2007¹, entre otras condiciones que se deben tener en cuenta para la presentación de ofertas al público. Todo lo anterior debe ser ingresado y parametrizado en el sistema de blockchain (Ethereum), la información debe estar de acceso libre al público y con sus respectivas “firmas” que las avalan.
- **Publicación Ofertas:** Se realiza la publicación de manera formal de las propuestas y los requisitos definitivos en los portales oficiales y medios autorizados por el Estado, para todas las personas naturales y jurídicas establecidas en el país, las cuales se almacenarán en la plataforma de blockchain donde el ciudadano puede dar sus observaciones y las entidades evaluarlas para tenerlas o no en cuenta, donde deberán previamente registrarse para tener acceso a las propuestas basados en el Decreto 4881² y a futuro de acuerdo al perfil de los proponentes enviar invitaciones a nuevas ofertas.

Almacenamiento propuestas.

En esta etapa se recopila cada propuesta y sus adjuntos, donde de manera obligatoria se use un lenguaje en común que facilite la interacción de los interesados UNSPSC (United Nations Standard Products and Services Code), se exija el cumplimiento de los requisitos de manera adecuada y se garantice la transparencia, confianza y seguridad de la información.

- **Recibir Propuestas:** Los proponentes deben adjuntar en la plataforma de blockchain una propuesta única por oferta a las publicadas anteriormente. Basados en los procedimientos definidos por la ley y requisitos exigidos en cada oferta.
- **Cumplimiento requisitos, codificación de transacciones:** Se contempla que todos los requisitos de la oferta sean adjuntados o diligenciados, como los requisitos habilitantes (Miden la experiencia, capacidad y actitud de los participantes) y de calificación (Ofrecimiento técnico y económico); los cuales serán codificados y modificables durante el plazo establecido para esta etapa.

¹ LEY 1150 DE 2007 (por medio de la cual se introducen medidas para la eficiencia y la transparencia en la Ley 80 de 1993 y se dictan otras disposiciones generales sobre la contratación con Recursos Públicos.)

² DECRETO 4881 (acreditación de registro único de proponentes.)

- **Congelar Información, descentralizada:** Se realizará por medio de la plataforma de blockchain (Ethereum), el proceso para registrar cada transacción en la cadena de bloques. Donde en una base de datos descentralizada se almacenará las propuestas y sus adjuntos, congeladas (inmodificables).
- **Cierre recepción:** Es la fecha límite que tienen los proponentes para presentar sus propuestas de acuerdo con el cronograma fijado en la plataforma de blockchain (Ethereum).

Asignación:

Se realiza la evaluación de todos los aspectos referentes a las propuestas presentadas, basados en las normas establecidas en la ley 80 de 1993³ y demás estatutos que reglamentan y aseguran una buena práctica de selección, para el proponente más apto y beneficioso con el objetivo de la oferta publicada.

- **Análisis propuestas:** Se realiza la evaluación y ponderación de cada una de las propuestas, analizando el cumplimiento de los criterios establecidos en la oferta en materia de calidad y precio, teniendo en cuenta el mecanismo de análisis más apropiado y previamente determinado (Solicitudes de cotizaciones, consultas de bases de datos especializadas, análisis de consumos y precios históricos), de acuerdo al bien, obra o servicio que se está contratando; por lo cual lo anterior debe ser codificado en la plataforma de blockchain (Ethereum), donde se garantice la igualdad en la evaluación o análisis para otorgar un puntaje a cada uno de ellos con la menor o ninguna intervención humana.
- **Audiencia de Adjudicación:** Se revisará la evaluación realizada en el análisis de propuestas para tener en cuenta las calificaciones recibidas en los documentos y determinar quiénes son los proponentes habilitados y solo en esta fase se tendrá acceso al documento que contiene la oferta económica, la cual se evaluará a través de uno de los mecanismos escogidos aleatoriamente dependiendo de la oferta (formulas matemática), estas evaluaciones se codificarán en la plataforma de blockchain (Ethereum) para cada oferta en específico y que se pueda ejecutar de manera autónoma y automática. luego se realizará la notificación a todos los interesados conforme con el artículo 9 de la Ley 1150 de 2007⁴ la decisión tomada.
- **Revaluar licitación:** Esta opción es optada en caso de que ninguno de los proponentes este habilitado o no cumpla con los requisitos propuestos de la evaluación generada por el ente gubernamental y se decidirá si inicia nuevamente el proceso de publicación de oferta, se cancela la asignación o se toma una decisión con base a los proponentes presentados, esta información

³ LEY 80 DE 1993 (Estatuto General de Contratación de la Administración Pública.)

⁴ LEY 1150 DE 2007 (por medio de la cual se introducen medidas para la eficiencia y la transparencia en la Ley 80 de 1993 y se dictan otras disposiciones generales sobre la contratación con Recursos Públicos.)

debe quedar soportada en la plataforma de blockchain (Ethereum), brindando seguridad y transparencia en la información presentada.

- **Asignación Proponente:** Se elige un proponente dando cumplimiento al principio de selección objetiva de acuerdo al artículo 29 y 5 de la ley 80 de 1993⁵ y Ley 1150 de 2007⁶ respectivamente, eligiendo al proponente que realice el ofrecimiento más favorable, eficiente y que cumpla con los fines buscados por la entidad pública, El sistema de blockchain (Ethereum) deberá estar en la capacidad de analizar, ponderar, emitir resultados, entre otros dependiendo de la oferta a evaluar y basándose en las leyes antes mencionadas.
las actas generadas como soporte del proceso y las demás autorizadas por ley, deberán ser publicadas en la plataforma de blockchain, de acceso público.

Ejecución:

Esta etapa debe iniciar generando un contrato donde se plasme detalladamente cada una de las responsabilidades que tiene el proponente y sus derechos, se debe detallar un cronograma en el cual de discrimine el plazo de ejecución de cada una de las fases del proyecto, indicando con claridad los desembolsos que se deben realizar de acuerdo a cada fase y estipular si se realiza desembolso de anticipos, al finalizar cada fase se debe informar al ente de control y este está encargado de realizar la validación y verificación, posteriormente debe generar un documento donde certifique el cumplimiento de la fase, este proceso el ente de control debe dejarlo soportado y alojado en el sistema blockchain garantizando la seguridad y transparencia del proceso.

- **Contrato:** Es un documento que debe elaborar las entidades públicas, con el cual se debe indicar cada una de las obligaciones que tiene el proponente con el ente y los derechos de los cuales puede disfrutar cumpliendo a cabalidad lo pactado.
La plataforma de blockchain (Ethereum) debe permitir que las entidades públicas, modelen el contrato de acuerdo las necesidades propias de cada uno, creando reglas, cláusulas y demás, con el objetivo de que estos puedan operar automáticamente, y tomen decisiones de acuerdo a lo establecido, también debe permitir que los contratos sean firmados a través de firmas digitales y almacenados, con permisos de acceso público.
- **Inicio Proyecto:** Luego de que el contrato se encuentra diseñado y firmado bajo blockchain este debe este debe informar a las partes involucradas fecha de inicio del proyecto y estado del mismo.
- **Plazo de ejecución:** En la plataforma de blockchain (Ethereum) se codificará el cronograma de los plazos máximos permitidos, establecidos previamente en el contrato.

⁵ LEY 80 DE 1993 (Estatuto General de Contratación de la Administración Pública.)

⁶ LEY 1150 DE 2007 (por medio de la cual se introducen medidas para la eficiencia y la transparencia en la Ley 80 de 1993 y se dictan otras disposiciones generales sobre la contratación con Recursos Públicos.)

- **Desembolso Inicial:** La plataforma de blockchain (Ethereum) debe tener disponible la opción de pago bancario o con criptomoneda para los desembolsos, este proceso se define de acuerdo a las pautas dadas desde la publicación de las propuestas, no siempre es obligatorio y en otros casos se realizan cada vez que se cumple una fase de acuerdo a lo establecido en el contrato, sin embargo, es importante indicar que se debe verificar por parte del contratista el cumplimiento de dicha fase.
- **Fases:** En la plataforma de blockchain (Ethereum) se debe codificar la cantidad de fases, cronogramas y condiciones de acuerdo al contrato establecido por el ente gubernamental y el contratista.
- **Despliegue Fase:** Es el desarrollo de las actividades propias de cada una de las fases, (Dado que se encuentre estipulado en el contrato más de una fase) de acuerdo al cronograma establecido y los plazos máximos permitidos.
Previo a esta fase, se debe codificar en el sistema de blockchain las fases o etapas del proyecto con sus respectivas condiciones y actividades a realizarse. Cuando el contratista finaliza cada fase, debe ingresar a la plataforma de blockchain (Ethereum) para notificarlo, la cual habilitará y notificará al organismo de control para que realice el siguiente paso (Revisión y validación), esto se repetirá en todas las fases en que se haya dividido el proyecto.
- **Revisión y validación:** Luego de que el contratista certifique el cumplimiento de dicha fase, los entes de control deberán realizar la validación y revisiones a que den lugar, con el objetivo de garantizar que se cumplió a cabalidad la fase en curso, y posteriormente ingresar a la plataforma de blockchain (Ethereum) para adjuntar un informe con las validaciones y anexos necesarios para aprobar o rechazar el desarrollo de la fase en curso, si es rechazado el sistema regresará a la etapa anterior (Despliegue Fase) y el contratista deberá cumplir con las observaciones realizadas en el informe para su posterior aprobación y habilitar la siguiente fase e iniciar nuevamente el ciclo de la etapa de ejecución hasta que se completen todas las fases establecidas en el contrato, al llegar la fase final el ente validará y dará la aprobación e indicará que se debe continuar con la etapa de finalización del proyecto, todos estos documentos se deben alojar en la plataforma de blockchain con el objetivo de tener trazabilidad de una manera transparente.
- **Publicación Fase:** Se debe realizar una publicación de los avances y resultados obtenidos en cada fase, los cuales deben reposar en la plataforma de blockchain (Ethereum), con libre acceso para todos los ciudadanos y con la opción de que se pueda ingresar observaciones por cualquier persona y recibir la respectiva respuesta; los entes de control y el proponente deben tener en cuenta estas observaciones en la revisión y validación de la próxima fase.

Finalización:

Luego de que se realiza las respectivas validaciones por cada uno de los entes de control y dan aprobación a la actividad o servicio prestado, posteriormente se continua con la etapa de finalización del proyecto donde se debe analizar el desempeño en dicho contrato, generando un documento con el cual se pueda soportar dicho cierre, posterior a este se debe realizar una evaluación del proveedor, con el objetivo de que en una próxima licitación se tome decisiones positiva o negativamente sobre dicho proveedor, de acuerdo a su calificación obtenida de anteriores licitaciones, y se deben publicar los resultados para que estén públicos y puedan ser consultados por cualquier ciudadano.

- **Cierre de proyecto:** Se debe generar un proceso de cierre administrativo del proyecto planteado artículo 120 de la Ley 1882 de 2018⁷, dado que los entes de control deben velar por el cumplimiento de las obligaciones por parte de los contratistas y se debe generar en la plataforma de blockchain (Ethereum), un documento con el cual se pueda soportar el cierre (Firmado digitalmente por la entidad estatal y los entes de control), este documento luego de guardarse quedara bajo la custodia en el sistema de blockchain y no podara ser modificado, ni eliminado.
- **Calificación:** Luego de finalizar la prestación de un servicio o de un bien, es una obligación de los entes gubernamentales y de control, generar una calificación sobre el contratista, basándose en ciertos parámetros de manera general (Calidad, Cumplimiento de: plazos, condiciones, etc.) y que sean relevantes para dar puntos adicionales en la audiencia de adjudicación de una próxima oferta; los cuales deberán ser codificados en la plataforma de blockchain (Ethereum) y obligatorios para todos los contratos.
- **Publicación de resultados:** Al finalizar el proceso se deben publicar los resultados de las actividades realizadas, adicionando un detalle específico del proceso tanto de postulación, adjudicación, ejecución, en la plataforma de blockchain, portales oficiales y medios autorizados por los entes gubernamentales buscando transparencia en cada uno de los procesos.

6.4. Validación del método en un caso de estudio

Para esta validación tomaremos un caso de estudio (licitación) presentado en el SECOP (Sistema Electrónico de Contratación Pública) en enero del 2017 por la Alcaldía Mayor de Cartagena, con el que se pondrá a prueba el método desarrollado y comprobar su efectividad.

⁷ LEY 1882 DE 2018 (Ley de Contrataciones Públicas.)

Objeto a Contractar: Prestación del servicio de vigilancia y seguridad privada en las instalaciones de las sedes educativas oficiales del distrito y las áreas administrativas de la alcaldía de Cartagena de Indias.(Colombia Compra Eficiente, 2017).

Información General del Proceso	
Tipo de proceso	Licitación Publica
Estado del proceso	Celebrado
Grupo	Servicios
Segmento	Servicios de defensa nacional, orden público, seguridad y vigilancia
Cuantía	\$ 22,310,178,827.00 Peso Colombiano
Tipo de contrato	Prestación de servicios
Departamento y Municipio de Ejecución	Bolívar : Cartagena
Fecha y hora de apertura del proceso	01-02-2017 04:00 p.m.
Fecha y hora de cierre del proceso	08-02-2017 10:30 a.m.
Número del contrato	15-18-2017
Fecha de firma del contrato	22 de febrero de 2017
Plazo de ejecución del contrato	7 Meses

*Tabla 2-Información General del Proceso Información General del Proceso
Elaboración propia con información de la licitación número: LIC-PUB-001-2017*

Aplicación de las etapas del Método

Etapa 1 - Creación:

- **Generar Clausulas:** La alcaldía de Cartagena basándose en los estatutos legales, presento los documentos adjuntos en el SECOP, los cuales confirman que se cumplió con los estudios, diseños, normas, plazos, entre otros, al igual que estableció las condiciones jurídicas, técnicas y financieras. Los cuales deberán reposar en la plataforma de blockchain (Ethereum) para su posterior publicación y acceso de los mismos⁸.
- **Publicación Ofertas:** Se presenta el proyecto y pliego de condiciones en los portales autorizados, para el posterior acceso de todos los ciudadanos, los cuales realizaron sus

⁸ Detalle del Proceso Número: LIC-PUB-001-2017, (Documentos: Estudio previo, Acto que ordena apertura del proceso, Justificación, Resolución Comité, Análisis del sector) (<https://www.contratos.gov.co/consultas/detalleProceso.do?numConstancia=17-1-168013>)

observaciones sobre que se debería adicionar o modificar dentro las condiciones propuestas. Todos estos documentos serán contenidos en la plataforma de blockchain (Ethereum) junto con las observaciones y sus respuestas. Cada una de estas deberán diligenciarse directamente en la plataforma y realizar sus respectivas notificaciones por los medios que se definan (Correo electrónico, mensajes de texto, correo certificado, etc.)⁹.

Etapa 2-Almacenamiento propuestas:

- **Recibir Propuestas:** En el portal de Secop, en el detalle del proceso número: LIC-PUB-001-2017, dentro de los documentos adjuntos no se encuentra ninguna de las propuestas enviadas de los proponentes (3 proponentes), por lo cual este punto no puede ser validado en el modelo propuesto.
- **Cumplimiento requisitos, codificación de transacciones:** Como se mencionó en el punto anterior, con la inexistencia de las propuestas, es imposible realizar la validación de las ofertas, para verificar el cumplimiento de los requisitos Habilitantes (Miden la experiencia, capacidad y actitud de los participantes) y de calificación (Ofrecimiento técnico y económico); de este último requisito solo existe un documento “Oferta”, el cual es la oferta económica de uno de los proponentes; este documento cumple con los requisitos solicitados en el pliego de condiciones. Todos estos documentos deberán ser diligenciados en la plataforma de blockchain (Ethereum) junto con la confirmación de requisitos cumplidos para cada proponente¹⁰.
- **Congelar Información, descentralizada:** En la realización de este paso, el sistema desarrollado en la plataforma de blockchain (Ethereum), ejecuta los códigos o script (clausulas) generales y las reglas establecidas en cada contrato y para cada oferta en específico, utilizando los datos enviados por los proponentes en cada transacción. Todo esto sin la intervención humana en el proceso.
- **Cierre recepción:** Bajo los plazos del cronograma establecido en los requisitos de la oferta, se estableció una fecha de cierre y recepción, en la cual se evidencia que se cumplió con el acta de cierre y de recepción de ofertas en las fechas acordadas, con las especificaciones requeridas por ley y la asistencia de los representantes de todas las partes.

⁹ Detalle del Proceso Número: LIC-PUB-001-2017, (Documentos: Proyecto de pliego de condiciones, Observaciones 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, Respuestas de observaciones 1, 2, 3 4, Pliego definitivo), (<https://www.contratos.gov.co/consultas/detalleProceso.do?numConstancia=17-1-168013>)

¹⁰ Detalle del Proceso Número: LIC-PUB-001-2017, (Documentos: Oferta, Pliego definitivo) (<https://www.contratos.gov.co/consultas/detalleProceso.do?numConstancia=17-1-168013>)

La programación realizada en el sistema y los parámetros ingresados para cada oferta, almacenaran la información enviada y aplicaran la regla de “cierre” en la fecha establecida desde la publicación de la oferta, evitando así la intervención de las partes involucradas y ayudado a su vez a minimizar fallas o alteraciones sobre los documentos¹¹.

Etapa 3-Asignación:

- **Análisis de propuestas:**

De acuerdo con la información contenida para esta licitación, la alcaldía de Cartagena basándose en el documento de pliego de condiciones definitivo, donde se estipulan cada uno requisitos solicitados, se evidencia que el comité evaluador cumplió con la realización de la evaluación jurídica¹², financiera¹³, técnica¹⁴ y cumplió con la realización de la ponderación de los proponentes que se encontraba habilitados. Con base a lo anterior es posible ejecutar los scripts diseñados para esta etapa y automáticamente realizar la ponderación para los proveedores que cumplieron la evaluación jurídica, financiera, técnica y asignar los puntajes de cada una de las categorías.

Este documento debe ser reposar en la plataforma de blockchain (Ethereum), con sus respectivas evaluaciones, adicionalmente esta plataforma está en la capacidad de validar los resultados de acuerdo a script diseñados, con objetivo de minimizar la interacción humana en la generación de evaluaciones.

- **Audiencia de Adjudicación:**

Para este proceso el distrito prepara un informe de evaluaciones realizadas a cada uno de los proponentes y los resultados de la ponderación para los proveedores que se encuentran habilitados.

Se evidencia que el comité evaluador cumplió realizando el informe en el cual detalla la información de análisis de las propuestas, posteriormente se genera el orden de elegibilidad de acuerdo a los puntos obtenidos¹⁵. La información que reposa en este documento deberá ser diligenciada en la plataforma de blockchain (Ethereum), adjuntar sus Anexos, y aprobados con las firmas digitales de los entes de control, para que el sistema de blockchain pueda

¹¹ Detalle del Proceso Número: LIC-PUB-001-2017, (Documentos: Cierre)
(<https://www.contratos.gov.co/consultas/detalleProceso.do?numConstancia=17-1-168013>)

¹² Detalle del Proceso Número: LIC-PUB-001-2017, (Documentos: Estudio Jurídico, Pliego definitivo)
(<https://www.contratos.gov.co/consultas/detalleProceso.do?numConstancia=17-1-168013>)

¹³ Detalle del Proceso Número: LIC-PUB-001-2017), (Documentos: Estudio Financiero, Pliego definitivo)
(<https://www.contratos.gov.co/consultas/detalleProceso.do?numConstancia=17-1-168013>)

¹⁴ Detalle del Proceso Número: LIC-PUB-001-2017), (Documentos: Estudio Técnica, Pliego definitivo)
(<https://www.contratos.gov.co/consultas/detalleProceso.do?numConstancia=17-1-168013>)

¹⁵ Detalle del Proceso Número: LIC-PUB-001-2017, (Documentos: Acta de Adjudicación, Pliego definitivo),
(<https://www.contratos.gov.co/consultas/detalleProceso.do?numConstancia=17-1-168013>)

realizar todas estas tareas de manera autónoma y automática, evitando así cualquier tipo de fraude o corrupción en el proceso. Los entes de control podrán revisar que los resultados de este punto estén correctos y aprobar para proseguir con la siguiente fase.

- **Reevaluar licitación:**

De acuerdo a la información mostrada en la audiencia de adjudicación, no se reevaluará la licitación dado a que cuenta con proponentes que cumplen los requisitos solicitados luego de realizar la evaluación de acuerdo a lo planteado por pliego de condiciones definitivo establecido anteriormente¹⁶.

- **Asignación Proponente:**

La alcaldía de Cartagena basándose en la recomendación realizada por el comité evaluador decide adjudicar la licitación pública no. 001-2017, al proponente favorecido “Seguridad ONCOR LTDA”, y fue comunicada a cada uno de los participantes, posteriormente a la comunicación se realizó la publicación del acta en las plataformas oficiales¹⁷.

Con esta información más los resultados obtenidos en las fases anteriores, es posible diseñar los scripts necesarios que deberán estar diligenciadas en el sistema de blockchain, para que esté de manera autónoma pueda ejecutarse, para analizar y definir un proponente, los entes de control deberán realizar la verificación de los resultados propuestos y dar su aprobación o rechazo con la argumentación válida en la plataforma.

Etapa 4-Ejecución:

- **Contrato:**

Basados en el proceso realizado por la alcaldía de Cartagena, luego de la asignación del proponente, procede a realizar la generación del contrato y en este se detalla cada una de las obligaciones que tiene el contratista con el ente gubernamental y los derechos por el correcto cumplimiento¹⁸. Con esta información cumplen con todo lo necesario para diligenciarla en la plataforma de blockchain (Ethereum) y permitir que se modele el contrato de acuerdo a los detalles del mismo, creando así las reglas, cláusulas y demás, permitiendo su correcto funcionamiento y la aceptación de las partes, usando firmas digitales para su posterior publicación.

¹⁶ Detalle del Proceso Número: LIC-PUB-001-2017, (Documento: Audiencia de Aclaración de pliegos y distribución de riesgos), (<https://www.contratos.gov.co/consultas/detalleProceso.do?numConstancia=17-1-168013>)

¹⁷ Detalle del Proceso Número: LIC-PUB-001-2017, (Documentos: Acta de Adjudicación, Resolución de Adjudicación), (<https://www.contratos.gov.co/consultas/detalleProceso.do?numConstancia=17-1-168013>)

¹⁸ Detalle del Proceso Número: LIC-PUB-001-2017, (Documento: Contrato), (<https://www.contratos.gov.co/consultas/detalleProceso.do?numConstancia=17-1-168013>)

- **Inicio Proyecto:** Con base al contrato publicado y firmado, más el documento de pago del primer mes vencido “adicional 1”, se confirmaría en la plataforma de blockchain (Ethereum) para que inicie con el desarrollo de la fase.
- **Plazo de ejecución:** Según lo estipulado por la alcaldía de Cartagena se definió que la duración del contrato sería siete (7) meses, dividido por siete fases cada plazo de ejecución de un mes calendario¹⁹.
Estos plazos deberán ser establecidos en las reglas de la plataforma de blockchain (Ethereum), para su correcta aplicación de la siguiente fase.
- **Desembolso Inicial:** De acuerdo a lo estipulado en el contrato realizado entre la alcaldía de Cartagena y el contratista Seguridad ONCOR LTDA, se definió que no se contraría con anticipo previo y el pago se realizaría mes vencido²⁰.
En el caso de que se establezca en el contrato la ejecución de este punto, deberá ser realizado a través de Bancos y cuentas registradas o en el mejor de los casos usar monedas electrónicas.
- **Fases:** De acuerdo a lo establecido en el contrato, se definió un plazo de ejecución de siete (7) meses, los mismos serán las fases en que se dividirá el proyecto.
Cada una de estas fases, serán definidas en la plataforma de blockchain (Ethereum), por medio de los scripts que se establecieron con base al contrato y con sus correspondientes condiciones y restricciones.
- **Despliegue Fase:** Esta fase se encuentra principalmente a cargo del contratista, para el desarrollo de la misma, basándose en los tiempos definidos en el cronograma del contrato.
En el portal del Secop para esta licitación no se encontraron los documentos probatorios correspondientes a las entregas de cierre o finalización de cada una de las siete fases, solo se adjuntaron los documentos correspondientes a los pagos realizados “adicional”²¹
Cuando el contratista finaliza cada fase, debe ingresar a la plataforma de blockchain (Ethereum) para notificarlo, la cual habilitara y notificara al organismo de control para que realice el siguiente paso (Revisión y validación) en todas que se haya dividido el proyecto.
- **Revisión y validación:** De acuerdo con lo estipulado en el contrato de la licitación evaluada, al finalizar cada fase se debe presentar la siguiente documentación, la cual soportará el

¹⁹ Detalle del Proceso Número: LIC-PUB-001-2017, (Documento: Contrato), (<https://www.contratos.gov.co/consultas/detalleProceso.do?numConstancia=17-1-168013>)

²⁰ Detalle del Proceso Número: LIC-PUB-001-2017, (Documento: Contrato), (<https://www.contratos.gov.co/consultas/detalleProceso.do?numConstancia=17-1-168013>)

²¹ Detalle del Proceso Número: LIC-PUB-001-2017, (Documento: Adicional 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, Modificatorio), (<https://www.contratos.gov.co/consultas/detalleProceso.do?numConstancia=17-1-168013>)

desarrollo de las actividades realizadas por parte del contratista y estas serán verificadas por un ente de control²².

- Certificaciones de paz y saldo de la seguridad social del personal.
- Relación de los respectivos pagos al personal.
- Presentar certificación de servicio prestado, aprobación por parte de cada rector de las instituciones educativas.

Se realizó seguimiento a cada uno de los documentos registrados en la plataforma tecnológica y no se encuentran información que soporte ninguno de requerimientos solicitados desde el momento de la contratación, por consiguiente, este ítem no cumple con los requisitos necesarios para evaluarlo con el método propuesto.

- **Publicación Fase:** Este punto del método no se realiza actualmente en la contratación tradicional, por lo cual no es posible aplicar el método propuesto con la documentación adjunta en las licitaciones publicadas en el portal de Secop. Sin embargo, el sistema blockchain debe estar en la capacidad de administrar, publicar y salvaguardar los documentos de publicación en cada fase, con permisos de acceso público.

Etapa 5-Finalización:

- **Cierre de proyecto:** La plataforma de blockchain (Ethereum) permitirá que las entidades públicas y los contratistas diligencien mediante un formulario diseñado para este fin, la información necesaria solicitada por ley para generar un cierre administrativo, posterior a la elaboración, este se debe someter a validación mediante firmas digitales por ambas partes, posteriormente almacenados y publicados con permisos de acceso público.
- **Calificación:** Este punto es una propuesta nueva en el proceso de contratación pública, con el que se generara una referencia de los contratistas que se postulan a nuevas ofertas, por lo cual se debe dar una calificación, que será referencia para posteriores ofertas, donde tendrán más peso o mayor relevancia los proveedores con mejor calificación al momento de la audiencia de adjudicación.
- **Publicación de resultados:** Con la información adjunta en la licitación evaluada, no es posible realizar una publicación de resultados en la plataforma de blockchain (Ethereum), y de acuerdo con la normativa vigente no es obligatorio realizarla.

²² Detalle del Proceso Número: LIC-PUB-001-2017, (Documento: Contrato), (<https://www.contratos.gov.co/consultas/detalleProceso.do?numConstancia=17-1-168013>)

7. RESULTADOS

Una vez aplicado el método de contratación inteligente diseñado, en el caso de estudio, se describirán los hallazgos encontrados a lo largo de la investigación realizada:

- El método propuesto puede contribuir para llevar un mayor control sobre la contratación.
- Carencia y ausencia en el uso de la tecnología blockchain en diferentes sectores de la economía colombiana.
- Se podría acoplar este modelo en otros tipos de contrataciones del sector privado.
- Falta mejorar el monitoreo y las auditorías de las etapas del proceso que hoy se realizan, porque se demostró que hay inconsistencias en estas y se le suma la ausencia de documentos, los cuales certifican que el proyecto se desarrolló siguiendo los parámetros establecidos en la ley y el contrato
- Es posible que en esta licitación se halla presentado fraudes o corrupciones, debido a que no fue adjuntado todos los documentos requeridos y los que certifican que se cumplió correctamente cada una de las condiciones del contrato
- Aunque existe un portal virtual “Secop” para que las entidades estatales puedan publicar y dar un seguimiento a todo tipo de contratación pública, este no está siendo bien usado por las diferentes partes existen muchas inconsistencias en diferentes módulos del sistema.

8. CONCLUSIONES

Según los resultados encontrados de acuerdo la elaboración del anterior modelo, con base al objetivo de este proyecto que es evaluar el posible uso y aplicación de la tecnología blockchain como una solución para la gestión de licitaciones públicas en Colombia, con el fin de superar los problemas actuales de corrupción, confianza, competencia y transparencia en el sector público y siendo probado bajo un caso de estudio de licitación ya ejecutado, podemos concluir lo siguiente:

- Blockchain tiene la posibilidad de apoyar a los gobiernos a descentralizar la información y generar mayor fiabilidad y confianza entre sus ciudadanos creando bases de datos transparentes que ayuden a minimizar la corrupción.
- La tecnología Blockchain permite compartir la información con diferentes nodos a nivel global, para que pueda ser analizada por quien lo requiera.
- El modelo propuesto permite que exista una contratación transparente cumpliendo con los requisitos legales, sin generar sobrecostos y atendiendo las necesidades de los ciudadanos.
- El uso de la tecnología blockchain permitiría centralizar en una sola plataforma tecnológica, la información y los procesos que actualmente se encuentran dispersos en diferentes sistemas gubernamentales.
- Actualmente no existe una ley que regule la calificación de los proveedores, siendo esta en el momento una opción no diligenciada por todos los entes.
- No existe un sistema implementado para proporcionar a las entidades públicas la información necesaria para evaluar correctamente la elegibilidad de un solicitante en una licitación pública u otro proceso de contratación.

9. TRABAJO FUTURO

Dado a que actualmente se avanza con el uso de las tecnologías, y crece la necesidad de garantizar la transparencia, la integridad y el manejo correcto de los datos, se plantean los siguientes trabajos futuros con el fin de ampliar el alcance de esta metodología en otros sectores.

- Desarrollar un sistema para el modelo propuesto.
- Implementación del método en otros casos futuros.
- Aplicar el modelo desarrollado en otros tipos de contrataciones del sector privado.

REFERENCIAS

- Bit2me. (n.d.). Smart contracts, ¿Qué son, cómo funcionan y qué aportan? Retrieved November 24, 2018, from https://academy.bit2me.com/que-son-los-smart-contracts/#Los_primeros_contratos_inteligentes
- Cano M., J. J. (2018). Una mirada a los profesionales en seguridad de la información. *Revista SISTEMAS*, (147), 4–6. <https://doi.org/10.29236/sistemas.n147a1>
- Caracol. (2018). 100 puntos de la Corrupción. Retrieved November 6, 2018, from <http://caracol.com.co/descargables/2018/08/14/5d24b2aea54ad798addef498c7c1e357.pdf>
- Colombia compra Eficiente. (2015). Principios de la contratación estatal. Retrieved November 6, 2018, from <https://sintesis.colombiacompra.gov.co/sintesis/1-etapa-precontractual-principios-de-la-contratación-estatal>
- Colombia Compra Eficiente. (2017). Sistema Electrónico de Contratación Pública. Retrieved November 15, 2018, from <https://www.contratos.gov.co/consultas/detalleProceso.do?numConstancia=17-1-168013>
- ColombiaCompraEficiente. (n.d.). ¿Qué es el SECOP II? Retrieved November 6, 2018, from https://www.colombiacompra.gov.co/sites/cce_public/files/cce_documentos/20151216_guia_registro_secop_ii.pdf
- Deloitte. (n.d.). The Blockchain Practice | Deloitte UK. Retrieved October 17, 2018, from <https://www2.deloitte.com/uk/en/pages/innovation/solutions/deloitte-blockchain-practice.html>
- Eltiempo.com. (2018). Informe de la universidad Externado sobre la corrupción en Colombia - Investigación - Justicia - ELTIEMPO.COM. Retrieved November 6, 2018, from <https://www.eltiempo.com/justicia/investigacion/informe-de-la-universidad-externado-sobre-la-corrupcion-en-colombia-257572>
- Enrique Morales. (2017). Usando Blockchain en el Sector Público – Enrique Morales – Medium. Retrieved October 11, 2018, from https://medium.com/@emorales_egob/usando-blockchain-en-el-sector-público-7a82291482bf
- Ethereum. (n.d.). La moneda Ethereum (ETH): Lo que necesitas saber. Retrieved November 23, 2018, from <https://miethereum.com/ether/>
- Exonum. (n.d.). Blockchain de registro de la propiedad en la República de Georgia — Agencia nacional de registro público en la República de Georgia — Exonum. Retrieved October 18, 2018, from <https://exonum.com/es/napr>
- Imnovation. (2017). Qué es blockchain y cómo funciona esta tecnología | I'MNOVATION. Retrieved October 11, 2018, from <https://www.imnovation-hub.com/es/transformacion-digital/que-es-blockchain-y-como-funciona-esta-tecnologia/>

- indicedetransparencia.org.co. (2016). ITEP : 2015-2016 / Análisis / Alcaldías / Institucionalidad. Retrieved November 7, 2018, from <http://indicedetransparencia.org.co/2015-2016/ITM/Alcaldias/Institucionalidad>
- Johnny Giraldo López. (2018). La confianza en el Gobierno cayó ocho puntos por la corrupción. Retrieved November 24, 2018, from <https://www.asuntoslegales.com.co/actualidad/la-confianza-en-el-gobierno-cayo-ocho-puntos-por-la-corrupcion-2724523>
- Joseph Young. (2015). London Candidate Proposes MayorsChain, a Blockchain Created to ‘Throw City Hall’s Books Wide Open’. Retrieved October 18, 2018, from <https://cointelegraph.com/news/london-candidate-proposes-mayorschain-a-blockchain-created-to-throw-city-halls-books-wide-open>
- Juan Meleiro. (2018). Casos de uso dos Smart-Contracts – Mosaico University – Medium. Retrieved October 17, 2018, from <https://medium.com/mosaicouniversity/smart-contracts-60ddaa9f3b6a>
- Milenka Peña. (2018). Cómo la tecnología Blockchain podría involucrarse en el gobierno | Digital Trends Español. Retrieved October 11, 2018, from <https://es.digitaltrends.com/computadoras/tecnologia-blockchain-gobiernos/>
- Nakamoto, S. (2008). Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System. *Www.Bitcoin.Org*, 9. <https://doi.org/10.1007/s10838-008-9062-0>
- Oleksii Konashevych. (2016). e-Vox: Open e-Democracy Platform. Retrieved October 18, 2018, from <http://e-vox.org/>
- OroyFinanzas. (2016). ¿Qué es la tecnología blockchain de Ethereum? Retrieved November 17, 2018, from <https://www.oroynfinanzas.com/2016/04/que-blockchain-ethereum/>
- PortalOro. (2015). ¿Qué son los contratos inteligentes o smart contracts? Retrieved October 11, 2018, from <https://www.oroynfinanzas.com/2015/11/que-son-contratos-inteligentes-smart-contracts/>
- Signatura. (2016). Signatura | La plataforma de firma digital más segura y resiliente del mundo. Retrieved October 19, 2018, from <https://signatura.co/es/>
- Tomas Betin. (2018). Desde 2004 congresistas han recibido \$57 billones en ‘mermelada.’ Retrieved November 6, 2018, from <https://www.elheraldo.co/colombia/desde-2004-congresistas-han-recibido-57-billones-en-mermelada-contralor-504168>