

# GUÍA DE REFERENCIA DE BLOCKCHAIN

PARA LA ADOPCIÓN E IMPLEMENTACIÓN  
DE PROYECTOS EN EL ESTADO COLOMBIANO



El futuro digital  
es de todos

MinTIC

Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones  
Karen Abudinen Abuchaibe – Ministra

Consejería Presidencial de Asuntos Económicos y Transformación Digital  
Víctor Muñoz – Consejero Presidencial

Viceministerio de Transformación Digital  
German Rueda - Viceministro de Transformación Digital

Aura María Cifuentes - Directora de Gobierno Digital  
Juan Carlos Noriega – Coordinador de Política  
Alexander Castilblanco – Asesor Viceministerio de Transformación Digital – MinTIC  
Juan Pablo Salazar – Asesor de Gobierno Digital y Transformación Digital - MinTIC

Autor:  
Sergio Espinosa – Asesor Blockchain del Banco de Desarrollo de América Latina – CAF

Esta guía contó con el apoyo del Banco de Desarrollo de América Latina - CAF

Versión	Observaciones
Versión 1 Diciembre / 2020	Título Guía de Referencia para la adopción e implementación de proyectos con tecnología blockchain para el Estado colombiano.

Comentarios, sugerencias o correcciones pueden ser enviadas al correo electrónico: [gobiernodigital@mintic.gov.co](mailto:gobiernodigital@mintic.gov.co)

Guía de Referencia para la adopción e implementación de proyectos con tecnología blockchain para el Estado colombiano.



Esta guía de la Dirección de Gobierno Digital se encuentra bajo una Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional.

# Contenido

Introducción .....	7
PARTE I: CONOCER BLOCKCHAIN.....	10
Capítulo 1. Antecedentes .....	11
Capítulo 2. Blockchain – La cadena de bloques.....	16
2.1 ¿Por qué aplicar tecnologías emergentes como blockchain? .....	20
2.2 Identificación de los tipos de blockchain .....	23
2.3 Arquitecturas de blockchain.....	25
2.3.1 Arquitectura centralizada y distribuida.....	25
2.3.2 Arquitecturas pública, privada, federada y permissionada .....	28
2.4 Configuración de permisos de red blockchain .....	29
2.5 ¿Cómo hacer una integración blockchain? .....	32
2.6 Blockchain para la creación de contratos inteligentes .....	33
2.7 ¿Cómo se validan los datos en blockchain? .....	35
2.7.1 Prueba de trabajo (PoW) .....	35
2.7.2 Prueba de participación (PoS).....	35
2.7.3 Prueba de participación delegada (DPoS).....	35
2.7.4 Prueba de participación alquilada (LPoS) .....	36
2.7.5 Prueba de tiempo transcurrido (PoET).....	36
2.7.6 Tolerancia práctica de fallos bizantinos (PBFT) .....	36
3. Gobierno Abierto y blockchain .....	38
3.1 Transparencia .....	38
3.1.1 Trazabilidad.....	39
3.1.2 Soberanía de los datos.....	40
3.1.3 Zero Knowledge Proof -ZKP (Prueba de Conocimiento Cero).....	40
3.2 Colaboración.....	43
3.2.1 Interoperabilidad .....	43
3.3 Participación .....	47
3.3.1 Identidad digital.....	47
3.4 Desarrollo de capacidades y recursos .....	49
3.4.1 Red UXTIC.co .....	49
3.4.2 Universidad Jorge Tadeo Lozano.....	49

3.4.3 SENA Innova .....	50
3.4.4 Fundación Universitaria del Área Andina.....	50
3.4.5 Bogotá Aprende TIC .....	50
3.4.6 Cámara de Comercio de Bogotá.....	51
3.4.7 Universidad Nacional de Colombia.....	51
3.4.8 Universidad Javeriana.....	51
3.4.9 Universidad Eafit .....	51
3.4.10 Universidad de los Andes .....	52
3.4 Ejemplos en la implementación de blockchain en el mundo .....	53
3.4.1 En el mundo .....	53
3.4.1.1 Norte América.....	53
3.4.1.1.2 Sur América .....	54
3.4.1.1.3 Europa.....	54
3.4.1.1.4 África.....	57
3.4.1.1.5 Asia.....	57
3.4.2 En Colombia .....	61
3.4.2.1 Lucha anticorrupción utilizando Blockchain.....	61
3.4.2.1.1 Descripción y alcance del proyecto .....	62
3.4.2.1.2 Posibles vulnerabilidades a tener en cuenta.....	62
3.4.2.1.3 Consideraciones y orientación sobre gobernanza del proyecto.....	62
3.4.2.2 Blockchain Tierras.....	64
3.4.2.3 RITA.....	65
3.4.2.4 Banco de la República.....	66
3.4.2.5 XM del Grupo ISA.....	66
4. Posibles casos de uso en blockchain aplicables en Colombia.....	69
4.1 Servicios de gobierno .....	69
4.1.1 Salud.....	69
4.1.2 Sistemas de votación .....	69
4.1.3 Educación.....	71
4.1.4 Sistemas de registro de propiedad .....	71
4.1.5 Uso de la Identidad Digital con aplicaciones blockchain.....	71
4.1.14 Blockchain para la economía naranja.....	71
PARTE II: IMPLEMENTAR BLOCKCHAIN.....	73

5. ¿Cómo implementar un proyecto blockchain?.....	74
Tome pequeños pasos, evite los cambios de alcance .....	75
Conecte todas las ideas y contrólelas .....	75
Construya un plan completo.....	75
Probar, probar y probar.....	76
Colaborar con otros involucrados.....	76
Conforme el equipo adecuado para la tarea .....	76
Escoja preferentemente tecnologías de código abierto .....	76
5.1 Conozca los principios y buenas prácticas aplicables a blockchain.....	77
5.1.1 Conozca los Principios Presidio para blockchain y prepárese para aplicarlos.....	77
Los 16 principios:.....	78
5.1.2 Conozca el kit de herramientas blockchain del Foro Económico Mundial	79
5.1.2.1 Ecosistema.....	80
5.1.2.2 Formación de alianzas .....	80
5.1.2.3 Gobernanza de la alianza .....	81
5.1.2.4 Identidad Digital en cadenas de abastecimiento .....	82
5.1.2.5 Interoperabilidad .....	82
5.1.2.6 Estructura: Pública / Privada .....	83
5.1.2.7 Protección de los Datos .....	83
5.1.2.8 Integridad de los datos .....	83
5.1.2.9 Tratamiento de datos personales.....	84
5.1.2.10 La seguridad cibernética o ciberseguridad .....	84
5.1.2.11 Cumplimiento legal y regulatorio .....	84
5.1.2.12 Implicaciones fiscales.....	85
5.1.2.13 Informes y controles financieros.....	85
5.1.2.14 Factores de riesgo .....	86
5.2 Cuestionario previo .....	87
5.3 Planifique el proyecto blockchain .....	89
5.3.1. Establezca la estrategia.....	89
5.3.2. Identifique los casos de uso de las tecnologías emergentes.....	89
5.3.3. Verifique la viabilidad.....	89
5.3.4. Establezca los requisitos previos.....	89
5.3.5. Establezca el marco de gobierno .....	90

5.3.6. Defina la estrategia de apropiación .....	90
5.4 Identifique las necesidades y problema a resolver .....	92
5.5 Documente los casos de uso .....	93
5.6 Elección de Estándares técnicos .....	94
5.6.1 Seleccionando una red blockchain .....	94
5.6.2 Tenga en cuenta la futura escalabilidad de blockchain.....	94
5.7 Prepare la prueba de concepto, antes de programar.....	96
5.8 Construya el prototipo de blockchain.....	100
5.8.1 Escoger el blockchain.....	100
5.8.2 Escoger la plataforma de Blockchain .....	100
5.8.3 Requerimientos Funcionales .....	101
5.8.4 Requerimientos No-Funcionales .....	101
5.8.5 Especificación de Interfaz .....	102
5.8.6 Desarrollo de APIs .....	102
5.8.7. Interfaz de usuario: el desarrollo de la experiencia .....	102
5.8.8 Implementación de Red .....	102
5.8.9 Integración.....	103
5.8.10 Despliegue de los contratos .....	103
5.8.11 Despliegue de APIs de alto nivel.....	104
5.8.12 Pruebas (testeo intensivo y validación del estado).....	104
5.8.13 Documentación y manuales de usuario.....	104
5.8.14 Sistema de registro de proyectos.....	105
5.9 Escale el producto mínimo viable.....	107
5.10 Gestión del riesgo y elementos para la mejora continua.....	108
5.10.1 Cuente con el apoyo de las directivas.....	108
5.10.2 Defina el problema a resolver, antes de elegir o implementar una tecnología .....	108
5.10.3 Tome decisiones basadas en datos y no por instinto.....	108
5.10.4 Cultura organizacional ágil y seguridad .....	109
5.10.5 Orientación hacia el ciudadano y otros actores.....	109
5.10.6 Descentralizar el diseño de las arquitecturas y tecnologías blockchain	109
5.10.7 Gestión del cambio .....	109
Bibliografía .....	111

# Introducción

Durante los últimos años se ha discutido la importancia del uso de las tecnologías emergentes (TE) en la sociedad, como aquellas que buscan la mejora de la calidad de vida de las personas y facilitan la gestión de sus tareas en el día a día.

La incorporación de la Cuarta Revolución Industrial (4RI) y la adopción de políticas, se ha configurado como necesaria para el logro de los retos sociales, económicos y políticos del presente y del futuro, su implementación se torna relevante para desatar los procesos de innovación social que requieren nuestros países.

Es un hecho, que el uso de tecnologías emergentes como blockchain, encaja sin fricciones dentro de la ya generalizada y aceptada política de gobierno abierto, cuyos preceptos son los de transparencia, colaboración y participación. De hecho, estos se ven afianzados y desplegados completamente dentro de las características de la mencionada tecnología.

Lo anterior tiene como pilar fundamental, la posibilidad de resolver el problema de comprender cómo la tecnología, como blockchain, ofrece respuestas eficaces a la solución de problemas sociales, económicos y políticos, de forma que coadyuve en mitigar las brechas existentes que desencadenan sistémicamente problemas en estas áreas del desarrollo.

Para lograr la implementación de proyectos tecnológicos, se requiere de la sumatoria de capacidades técnicas para materializar los proyectos de innovación a través de alianzas público-privadas entre las instituciones proveedoras de servicios, las entidades públicas, la industria, la academia, y las entidades financieras, la sociedad civil y otros actores, de manera que estos pongan toda su disposición en lograr los propósitos para generar valor de lo público y dinamizar el ecosistema de emprendimiento para la solución de retos públicos. De allí, resulta necesario promover el enfoque de govtech para el fomento de emprendimientos que dinamicen el uso de tecnologías emergentes como blockchain.

Un análisis integral de entorno nos ayudará por tanto a consolidar proyectos realizables, relevantes y útiles para nuestras instituciones y ciudadanía en la que los sectores participen activamente mejorando así las dinámicas sociales, económicas y políticas que hoy día necesitan el amparo de la tecnología para la consolidación de un modelo país acorde a la realidad y necesidades locales y que este en armonía a nivel mundial.

En esta guía, se presentan los lineamientos que deberán observar las entidades públicas para el desarrollo de proyectos de blockchain en la gestión pública, para diseñarlos y operarlos de forma organizada, escalonada y estructurada, a partir de

las recomendaciones y buenas prácticas, permitiendo la mejora general del bienestar de la ciudadanía y de los servicios a cargo del Estado.

Además, en la guía se expondrán las características fundamentales y diferenciadoras de la tecnología Blockchain, como pilar para desarrollo y la mejora de procesos e interacción con el ciudadano. Para lo cual, será necesario abordar, entre otros, los siguientes atributos que caracterizan esta tecnología:

- Inmutabilidad de los registros: dada la naturaleza de esta tecnología, los datos permanecen almacenados de forma cifrada o encriptada (es importante tener presente que la criptografía en blockchain es opcional) e irreversible (no se puede alterar o cambiar), en términos prácticos ofrece a la entidad que la adopta, y a los beneficiarios de los procesos, una característica que fomenta la transparencia en sus procesos misionales.
- Seguridad de la Información: se evita la pérdida de los datos, si se presenta fallas de disponibilidad en la infraestructura de tecnologías de la información. Además, los datos se almacenan de forma cifrada y la interacción con estos se dan a partir del consentimiento por su titular con relación a los datos personales, generando la adecuada trazabilidad de dichas interacciones, quedando registradas en la cadena de bloques.
- Eliminación de intermediarios: instituciones y ciudadanos pueden interactuar directamente, sin la necesidad de terceros que validen sus transacciones, eliminando así la fricción y las demoras asociadas a la intervención de más actores en un proceso.
- Trazabilidad: una de las características más importantes de la tecnología blockchain, dada su inmutabilidad de los registros y almacenamiento de los eventos que suceden con un elemento almacenado en ella, es la posibilidad de conocer la traza completa de un elemento de información desde el primer momento que éste se almacena en la red blockchain. Esto permite, por ejemplo, que un título de propiedad de un predio pueda estar plenamente identificado y que sus atributos asociados se conozcan, dentro de éstos, cuando y quienes intervinieron en las transferencias, y demás operaciones jurídicas permitidas por la ley frente a inmuebles.
- Base de Datos Descentralizada: otra de las características distintivas de blockchain frente a otras tecnologías de gestión de la información, es que las bases de datos están descentralizadas al no estar en un único servidor o centro de datos, lo cual, proporciona resiliencia a los datos (los datos no se pierden). Lo anterior, se logra dado que no dependen de un registro único como fuente de información. Los registros distribuidos permiten que la

inmutabilidad de los datos y la confiabilidad del sistema sean únicas, sobre las bases de datos convencionales.

En el 2020 se han presentado importantes noticias en la implementación de proyectos blockchain. Uno de los pilotos más importantes para el Foro Económico Mundial (WEF en inglés) tienen como protagonista a Colombia<sup>1</sup>, en donde ya menciona los proyectos específicos para la gestión del Programa de Alimentación Escolar - PAE, en el marco de la iniciativa liderada por la Procuraduría General de la Nación, en asocio con el Centro de la Cuarta Revolución Industrial de Colombia y otros actores. Este proyecto busca mitigar la corrupción en dicho programa ofreciendo transparencia en los procesos, cuidando así los recursos públicos y el bienestar de los beneficiarios.

Otro aspecto relevante en la implementación de proyectos blockchain es el de fomentar proyectos para el desarrollo de la economía y la inclusión financiera. En septiembre del 2020, la Superfinanciera, a través de su iniciativa de Sandbox regulatorio ha definido las reglas para el desarrollo de pilotos para la habilitación de intercambio legal de criptoactivos para viabilizar sus implementaciones asociadas a la tecnología blockchain.

La presente guía tiene el propósito de posibilitar a las entidades públicas, entregar insumos y herramientas que les permitan entender para qué sirve y como se pueden implementar casos de uso sencillos de blockchain, en su contexto de gestión, que apoye la transformación digital requerida en el Estado.

Además, se pretende que las entidades públicas desarrollen e implementen proyectos de blockchain, de forma que Colombia pueda ser pionera y líder en la región en la implementación de iniciativas con el uso de tecnologías emergentes.

---

<sup>1</sup> Foro Económico Mundial (2020).

[http://www3.weforum.org/docs/WEF\\_Blockchain\\_Government\\_Transparency\\_Report\\_Supplementary%20Research.pdf](http://www3.weforum.org/docs/WEF_Blockchain_Government_Transparency_Report_Supplementary%20Research.pdf)

# PARTE I: CONOCER BLOCKCHAIN

# Capítulo 1.

## Antecedentes

Para iniciar, resulta interesante exponer que en la Constitución Política de Colombia se definieron los principios esenciales para el desarrollo de la función administrativa, la cual, conforme lo establece el artículo 209, *“está al servicio de los intereses generales y se desarrolla con fundamento en los principios de igualdad, moralidad, eficacia, economía, celeridad, imparcialidad y publicidad, mediante la descentralización, la delegación y la desconcentración de funciones”*

En 1991, uno de los propósitos constitucionales que se lograron en nuestro país fue la incidencia de la descentralización como pilar esencial en la estructura del Estado. A su vez, la moralización como parte de la búsqueda de la transparencia de los procesos y la democratización en el acceso a los servicios se convirtieron en elementos que son parte de los principios rectores de la función pública.

Hoy, casi 30 años después, la descentralización, la transparencia en los procesos digitales y la democratización en el acceso a servicios digitales, se convierten en uno de los elementos esenciales sobre los cuáles se cimenta tecnologías como las de distribución de contabilización (Distributed Ledger Technology), dentro de las cuales se incluye a blockchain.

Para el Gobierno Nacional, resulta de suma importancia el impulso a la transformación digital del Estado y el impulso de las tecnologías emergentes para la generación de valor de lo público, de allí que, en el Plan Nacional de Desarrollo, se defina la Transformación Digital como uno de los ejes de mayor trascendencia para generar cambios en el Estado. En su artículo 147 de la Ley 1955 del 2019 (se define que las entidades del orden nacional deben desarrollar planes de transformación digital, incorporando componentes asociados a tecnologías emergentes y a la Cuarta Revolución Industrial, definiendo que dichos proyectos estratégicos de transformación digital se orientarán por los siguientes principios:

1. Uso y aprovechamiento de la infraestructura de datos públicos, con un enfoque de apertura por defecto.
2. Aplicación y aprovechamiento de estándares, modelos, normas y herramientas que permitan la adecuada gestión de riesgos de seguridad digital, para generar confianza en los procesos de las entidades públicas y garantizar la protección de datos personales.
3. Plena interoperabilidad entre los sistemas de información públicos que garantice el suministro e intercambio de la información de manera ágil y eficiente a través de una plataforma de interoperabilidad. Se habilita de forma plena, permanente

y en tiempo real cuando se requiera, el intercambio de información de forma electrónica en los estándares definidos por el Ministerio TIC, entre entidades públicas. Dando cumplimiento a la protección de datos personales y salvaguarda de la información.

4. Optimización de la gestión de recursos públicos en proyectos de Tecnologías de la Información a través del uso de los instrumentos de agregación de demanda y priorización de los servicios de nube.
5. Promoción de tecnologías basadas en software libre o código abierto, lo anterior, sin perjuicio de la inversión en tecnologías cerradas. En todos los casos la necesidad tecnológica deberá justificarse teniendo en cuenta análisis de costo-beneficio.
6. Priorización de tecnologías emergentes de la Cuarta Revolución Industrial que faciliten la prestación de servicios del Estado a través de nuevos modelos incluyendo, pero no limitado a, tecnologías de desintermediación, DLT (Distributed Ledger Technology), análisis masivo de datos (Big data), inteligencia artificial (AI), Internet de las Cosas (IoT), Robótica y similares.
7. Vinculación de todas las interacciones digitales entre el Estado y sus usuarios a través del Portal Único del Estado colombiano.
8. Implementación de todos los trámites nuevos en forma digital o electrónica sin ninguna excepción, en consecuencia, la interacción del Ciudadano-Estado sólo será presencial cuando sea la única opción.
9. Implementación de la política de racionalización de trámites para todos los trámites, eliminación de los que no se requieran, así como en el aprovechamiento de las tecnologías emergentes y exponenciales.
10. Inclusión de programas de uso de tecnología para participación ciudadana y Gobierno abierto en los procesos misionales de las entidades públicas.
11. Inclusión y actualización permanente de políticas de seguridad y confianza digital.
12. Implementación de estrategias público-privadas que propendan por el uso de medios de pago electrónicos, siguiendo los lineamientos que se establezcan en el Programa de Digitalización de la Economía que adopte el Gobierno nacional.
13. Promoción del uso de medios de pago electrónico en la economía, conforme a la estrategia que defina el gobierno nacional para generar una red masiva de aceptación de medios de pago electrónicos por parte de las entidades públicas y privadas.

Para desarrollar la transformación digital, el Estado ha desarrollado diversas iniciativas. Por su parte, en el Conpes 3920 del 2018 se aprueba la Política Nacional de Explotación de Datos, Big Data, cuyo propósito central es aumentar el aprovechamiento de datos en Colombia, mediante el desarrollo de condiciones para que estos sean gestionados como activos generadores de valor social y económico en el país. Esta política ha habilitado el uso intensivo de datos y su aprovechamiento en Colombia.

En el 2019 se expide el Conpes 3975 que define la Política de Transformación Digital e Inteligencia Artificial cuyo objetivo es potenciar la generación de valor social y económico en el país a través del uso estratégico de tecnologías digitales en el sector público y el sector privado, para impulsar la productividad y favorecer el

bienestar de los ciudadanos, así como generar los habilitadores transversales para la transformación digital sectorial, de manera que Colombia pueda aprovechar las oportunidades y enfrentar los retos relacionados con la Cuarta Revolución Industrial (4RI). Esta política se ha convertido en la hoja de ruta para impulsar la Cuarta Revolución Industrial y fomentar el uso de tecnologías emergentes en el país.

En el 2020, se expide el Marco de Transformación Digital para el Estado, el cual contiene los lineamientos para orientar a las entidades públicas en el desarrollo los planes de transformación digital. Este lineamiento contiene, además, el kit de transformación digital, compuesto, por la guía para el uso de tecnologías emergentes, la guía para automatización robótica de procesos, la guía para el desarrollo de servicios digitales, entre otros.

En coherencia con lo anterior, resulta de suma importancia para el Gobierno Nacional, continuar con la expedición de lineamientos que permitan habilitar el uso de las tecnologías emergentes para la gestión y la función pública, bajo la cual, el desarrollo de blockchain debe ser una de las prioridades.

En agosto del 2020 se publicó para comentarios una primera versión de los lineamientos de blockchain para el Estado Colombiano, denominado “*Guía para el uso y la implementación de tecnología de registros distribuidos (DLT/Blockchain) en el sector público*”, documento en el que se desarrollaron bases teóricas y se evidenciaron algunos ejemplos implementados en el sector público en países como Emiratos Árabes Unidos, Estonia, China, Unión Europea, Canadá y Estados Unidos. Estos elementos, fueron sujeto a comentarios de diversos actores interesados que han dado como resultado que del primer ejercicio publicado resulte la presente Guía de Referencia para la adopción e implementación de proyectos con tecnología blockchain en el Estado colombiano, bajo la cual, se busca el desarrollo de capacidades para que las entidades desarrollen o impulsen proyectos bajo esta tecnología.

De esta forma, se avanza en la disminución de barreras identificadas que ralentizan o impiden el avance masivo del blockchain en el sector público, por la existencia de barreras o brechas de tipo conceptual, culturales, y tecnológicas.

Adicionalmente, la presente versión de la Guía busca trascender de los conceptos teóricos para brindar componentes que apunten a la generación de valor de lo público para impulsar la transformación digital de las entidades, a través de una aproximación pragmática y realista del contexto nacional, en la que se debe consideran aquellos aspectos de mejora para fomentar cambios a través del uso de la tecnología.

Bajo lo expuesto, la presente guía establece la forma cómo se debe implementar la tecnología blockchain para el Estado, desarrollando desde el dominio técnico, una aproximación cualitativa con enfoque sistémico, tendiente a generar capacidades

para impulsar su transformación digital a partir del desarrollo de proyectos de blockchain.

Hoy, algunas entidades públicas en Colombia se encuentran desarrollando iniciativas de blockchain que vale la pena resaltar. Por ejemplo<sup>2</sup>, en agosto de 2019 la Procuraduría General de la Nación (PGN) con recursos del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), inició el desarrollo de proyectos con la tecnología blockchain, para lo cual, desarrolló importantes alianzas público – privadas con la Universidad Nacional de Colombia para el desarrollo tecnológico, específicamente con el laboratorio digital Vivelab Bogotá, operado por el grupo de investigación InTIColombia; acuerdos de cooperación con Colombia Compra Eficiente, y la Alcaldía de Medellín, y el apoyo articulador del Centro de la Cuarta Revolución Industrial de San Francisco y de Colombia bajo el cual, se buscó aplicar la tecnología blockchain en la contratación estatal para “contribuir en reducir la corrupción a través de transparencia en el proceso de licitación pública y de alertar por parte de la sociedad civil, organizaciones y ciudadanía dirigidas a la Procuraduría General de la Nación, a través de un piloto utilizando tecnología blockchain y “contratos inteligentes” para poder contar con registros de información inmodificables durante el proceso de licitación pública”. Los principales componentes del proyecto desarrollado se resumen en el siguiente cuadro.

## Tecnología blockchain en licitaciones públicas *(Articulado con el FEM)*

### Rol del C4IR.co – Articulador

<b>¿EN QUÉ CONSISTE?</b>	Contribuir a reducir la corrupción a través de transparencia en el proceso de licitación pública y de alertas por parte de la sociedad civil, organizaciones y ciudadanía dirigidas a la PGN, a través de un piloto utilizando tecnología blockchain y “contratos inteligentes” para poder contar con registros de información inmodificables durante el proceso de licitación pública, para la presentación de ofertas y la evaluación de las mismas.
<b>¿QUÉ SE QUIERE LOGRAR?</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Generar evidencias sobre los beneficios o no del uso de blockchain y “contratos inteligentes” para mejorar la transparencia en licitaciones públicas.</li><li>2. Generar un prototipo y recomendaciones de política pública en el uso del Blockchain en licitaciones públicas.</li><li>3. Estructurar, de acuerdo con los resultados observados, un proyecto que permita escalar el impacto a diferentes entidades gubernamentales o aplicacione</li></ol>
<b>¿CON QUIEN?</b>	FEM, Procuraduría General de la Nación, Universidad Nacional, Alcaldía de Medellín, Quanstamp, Colombia Compra Eficiente

**6 MESES**

Fuente: DOCUMENTO ESTRATEGICO BLOCKCHAIN, C4RI

<sup>2</sup> La información del proyecto puede ser consultada en los siguientes links: <https://www.weforum.org/agenda/2019/05/heres-how-blockchain-stopped-corrupt-officials-stealing-school-dinners/> y [http://www3.weforum.org/docs/WEF\\_Blockchain\\_Government\\_Transparency\\_Report.pdf](http://www3.weforum.org/docs/WEF_Blockchain_Government_Transparency_Report.pdf)

*Figura 1- Resumen del proyecto de tecnología Blockchain en licitaciones públicas*

Creemos firmemente que este caso de éxito debe servir de ejemplo para otras instituciones y entidades públicas, para que tomen decisiones orientadas a implementar proyectos de transformación digital con tecnología blockchain.

A lo largo de la presente guía, se desarrollan los principios que deben regir los proyectos bajo tecnología blockchain, dentro de los cuáles, se impulsa la observancia de los Principios Presidio para blockchain del Foro Económico Mundial, en los que Colombia se ha adherido.

# Capítulo 2.

## Blockchain – La cadena de bloques

Según el Foro y Observatorio de la Unión Europea para Blockchain<sup>3</sup>, blockchain es uno de los principales avances tecnológicos de la última década. Una tecnología que permite a grandes grupos de personas y organizaciones, llegar a un acuerdo y registrar permanentemente información sin una autoridad central, posibilitando la construcción de un sistema digital justo, inclusivo, seguro y democrático.

Blockchain, como serie encadenada de registros de transacciones confiable, presenta varias ventajas, así mismo, cuenta con una fortaleza desde la seguridad digital y de la información, dado que un registro blockchain puede ser difícil de hackear (incluso algunos mencionan que puede ser imposible, dado que se estima que para alterar un blockchain que no tenga el código fuente corrupto, se necesitaría de 10 veces la capacidad computacional existente en el planeta<sup>4</sup>). No obstante, es importante tener en cuenta que dicha frase puede dar un falso sentido de seguridad digital, por lo que es relevante contemplar desde el diseño todos los controles de seguridad digital y de seguridad de la información adecuadas para la solución blockchain.

Blockchain se basa “en tecnología de Registros Distribuidos, que toma información de manera segura a través de una red *peer-to-peer* (de igual a igual) sin intermediarios”<sup>5</sup>.

Hoy el uso y aplicación de blockchain es mucho más que el intercambio de valor de criptoactivos, para lo que fue inicialmente diseñado. Las cadenas de bloque son usadas en diversos tipos de proyectos y aplicaciones como elemento que permite la trazabilidad de registros o de activos, por ejemplo, en temas inmobiliarios, financieros, registros que requieran la identidad de la persona u organización, aplicaciones en logística, cadena de suministro, o cualquier tipo de cosa o título

---

<sup>3</sup> Blockchain Forum. Información disponible en: <https://www.euBlockchainforum.eu/>

<sup>4</sup> Cálculos a partir de panel de expertos consultados para la presente Guía.

<sup>5</sup> SAP. Blockchain explicado desde una perspectiva empresarial  
<https://www.sap.com/latinamerica/insights/what-is-blockchain.html>

valor. El potencial de impacto de blockchain es prometedor tanto en proyectos públicos como privados.

¿Cómo funciona blockchain?

Un blockchain “registra datos a través de una red *peer-to-peer*. Cada participante, entendido como un nodo de la red, puede visualizar los datos y verificarlos o rechazarlos usando algoritmos de consenso. Los datos aprobados se ingresan al libro contable como una colección de "blocks" (bloques) y se almacenan en una "chain" (cadena) de forma cronológica y de manera que no puede ser modificada”<sup>6</sup>.

En esta guía se hace referencia a la Tecnología de Registros Distribuidos (DLT, por su sigla en inglés que significa Distributed Ledger Technology), en el que blockchain, es considerado como un tipo de DLT. Lo anterior, dado que ya existen globalmente múltiples casos de uso DLT, para aplicaciones industriales y de sector gobierno, sobre los cuales es pertinente que las organizaciones que incursionen en el uso de esta tecnología, tengan una amplia gama de referencias para documentar sus casos de uso.

En pocos años, blockchain ha evolucionado incluso al denominado blockchain 3.0<sup>7</sup> que busca generar eficiencias y rapidez en las transacciones generando un modelo horizontal en el que la escalabilidad, el rendimiento y la velocidad de las transacciones dependen de nodos fuertes. Este tipo de evolución no será tratado en la presente guía, no obstante, en la cita se puede observar hacia dónde puede continuar la evolución tecnológica de Blockchain.

¿Cuál es el estado de la tecnología Blockchain?

El siguiente gráfico denominado Gartner Hype Cycle for Blockchain Technologies 2019, presenta diferentes estados de desarrollo y adopción de la tecnología Blockchain según diferentes casos de uso. Dicha gráfica indica que la mayoría de las soluciones están a 5 y 10 años de alcanzar la estabilidad productiva y un impacto transformador, lo que sugiere un bajo nivel de madurez de la tecnología. A la fecha, Blockchain no ha alcanzado madurez en algunos ecosistemas empresariales, y según la consultar Gartner, en el 2018, se indicó que podría lograrse un adecuado estado en el uso y desarrollo de la tecnología en el año 2028, cuando la cadena de bloques se vuelva totalmente escalable.

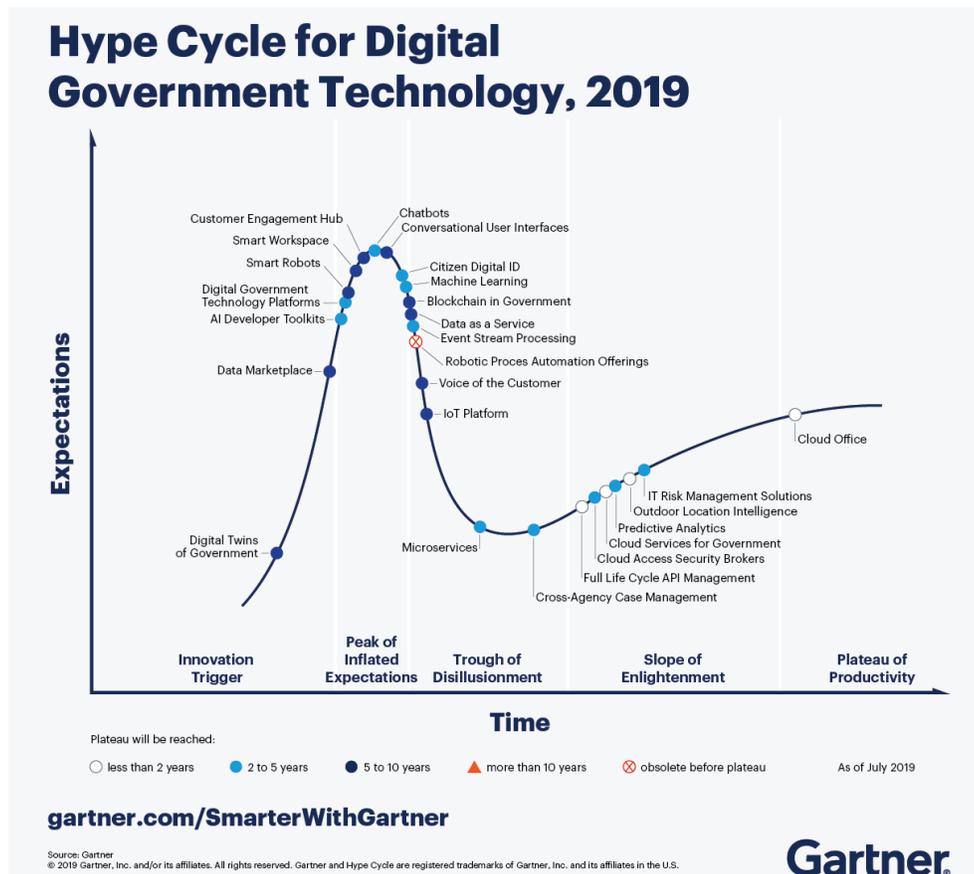
No obstante, en los últimos dos años el desarrollo de la tecnología ha tenido una actividad vertiginosa que ha puesto a gobiernos, banca e industria a trabajar conjuntamente piloteando y haciendo implementaciones Blockchain. Así pues, la

---

<sup>6</sup> SAP. Op.cit.

<sup>7</sup> Para mayor información, se sugiere consultar el siguiente link:  
<https://www.blockchaines.tech/tutoriales/blockchain-3-0-el-futuro/>

tecnología Blockchain se encuentra en etapa de experimentación a nivel global, generando grandes oportunidades para Colombia, si se promueve de forma decidida la generación y adopción de conocimiento relacionado. (C4RI Colombia, 2019).



Source: Gartner, (2019<sup>[4]</sup>), *Top Trends From Gartner Hype Cycle for Digital Government Technology, 2019* (<https://blogs.gartner.com/smarterwithgartner/top-trends-from-gartner-hype-cycle-for-digital-government-technology-2019>)

Figura 2- Ciclo de las Tecnologías Digitales en Gobierno 2019

En el análisis de Gartner 2019 se muestra un avance en el desarrollo de la tecnología, lo cual, evidencia que es el momento oportuno para iniciar procesos de implementación bajo blockchain.

Blockchain tiene el potencial de transformar los servicios gubernamentales al proporcionar un registro transparente y autorizado de las transacciones gubernamentales y reducir la fricción entre los ecosistemas del sector público y privado. Es probable que transforme muchas funciones gubernamentales, como registros públicos, adquisiciones y supervisión regulatoria del riesgo de la cadena de suministro.

Se puede concluir de estas diferencias entre las dos gráficas, que la atención puesta en el desarrollo de aplicaciones blockchain está a punto de alcanzar su masa crítica, lo que muestra la importancia de que los gobiernos impulsen iniciativas de blockchain.

## 2.1 ¿Por qué aplicar tecnologías emergentes como blockchain?<sup>8</sup>

La tecnología blockchain cuenta con indudables beneficios para las operaciones y la gestión de procesos diarios en las organizaciones. Algunas de sus características son únicas, y permiten generar confianza digital, así como eficiencia y eficacia en el desarrollo de los procesos organizacionales. A continuación, se presentan las características diferenciadoras de la tecnología blockchain:

- Inmutable: los registros almacenados en ella, no se pueden alterar ya que toda la red tiene una copia del 100% de los registros y se pueden validar por consenso.
- Seguridad mejorada: dado que todos los nodos de la red tienen una copia de los registros, no hay forma de cambiarlos y no es posible emitir una nueva versión de un registro ya existente que cumpla con los criterios de validación por la red de nodos. No se requiere una autoridad central validadora. Adicionalmente la información almacenada puede estar encriptada o cifrada.
- Registros distribuidos: se reduce dramáticamente la necesidad de una alta capacidad de cómputo, excepto en la minería de un criptoactivo.
- Eliminación de intermediarios: las transacciones son entre los participantes de la red. Por ejemplo, la autenticación de un título universitario sucede entre quien lo consulta y el dueño del título, o de un usuario mediante autorización del titular.
- Transparencia y trazabilidad de la información: es posible ir hasta el origen de la primera transacción realizada sobre un elemento o documento, de manera que se puede conocer con claridad el histórico de la cadena de información contenida en un bloque.
- Anonimato: se puede gozar de total anonimato dependiendo de la necesidad puntual de la aplicación.

---

<sup>8</sup> Esta sección ha sido desarrollada a partir de notas del autor y tomando como referencia el siguiente artículo: <https://101blockchains.com/es/caracteristicas-tecnologia-blockchain/>

- Democratización de acceso a servicios: blockchain posibilita el acceso de más personas e instituciones al sistema. Tal y como se mostrará más adelante, blockchain puede servir como tecnología para crear herramientas de inclusión financiera y de esta forma acelerar el acceso a servicios.

A partir de las características anteriores, los activos principales que surgen y se deben aprovechar con esta tecnología, en lo que compete a una visión sistémica del Estado, se fundamentan en los siguientes aspectos:

- Confianza en las instituciones: se genera confianza al tener transparencia en las transacciones, y en la disponibilidad de la información para agilizar los trámites.
- Interoperabilidad: todas las instituciones pueden utilizar la misma autopista de información para acceder a los datos, usando arquitecturas comunes y de más fácil integración.
- Soberanía de los datos: Los ciudadanos son los dueños de sus datos, de sus documentos y en general de todo tipo de transacción con el Estado. Estos activos digitales se pueden intercambiar, presentar y compartir con las instituciones y los ciudadanos.
- Gestión de la identidad digital: es uno de los elementos más importante en el escenario de las implementaciones blockchain en el Estado. El ciudadano utiliza la Identidad digital, para su interacción con el Estado dando agilidad y transparencia a los trámites.

El uso de tecnologías como blockchain puede traer los siguientes beneficios para formar una ciudadanía digital:<sup>9</sup>

- El control recae en el usuario: en la transacción por blockchain únicamente intervienen los usuarios y los desarrolladores. Esto evita la presencia de terceros que puedan acceder a los datos, comercializarlos o cederlos a otras entidades con fines lucrativos.
- Descentraliza el almacenamiento de la información: la información se distribuye en servidores individuales de todo el mundo. Por lo tanto, si el sistema sufriese algún tipo de ataque o hackeo, solo comprometería alguno de los nodos involucrados, lo cual no rompería con el consenso de la red.

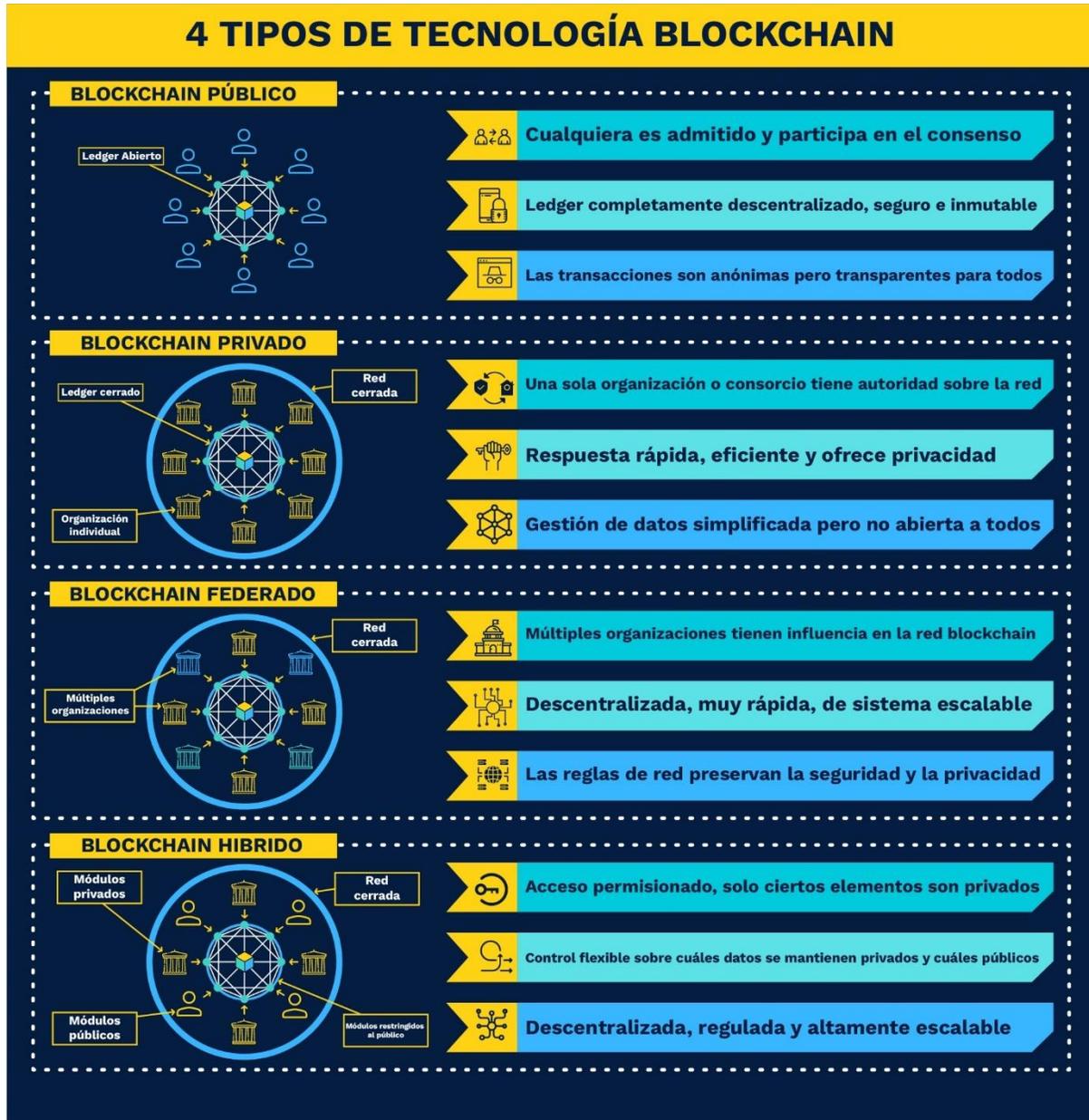
---

<sup>9</sup> Esta sección ha sido desarrollada a partir del artículo de:  
<https://www.esic.edu/rethink/tecnologia/blockchain-la-guia-definitiva>

- **Transparencia tecnológica:** la tecnología de blockchain casi siempre es de código abierto. Eso significa que otros usuarios o desarrolladores tienen la oportunidad de auditarlo, modificarlo y mejorarlo con total libertad para crear nuevas aplicaciones.
- **Reduce los costos de las transacciones:** las operaciones se completan sin que sea necesaria la mediación de un tercero. Por lo tanto, la ausencia de intermediarios puede reducir el pago de comisiones entre particulares y empresas.
- **Agiliza las operaciones.** A diferencia de otras operaciones o transacciones que pueden tardar días en completarse y donde las entidades están sujetas a horarios laborales y a diferentes franjas horarias en función de su ubicación geográfica, blockchain opera las 24 horas, los 365 días del año, a distintas velocidades (minutos o segundos) dependiendo del tipo de blockchain que se esté utilizando.

## 2.2 Identificación de los tipos de blockchain

Se han identificado varios tipos de blockchain, que en la siguiente gráfica se describen:



Fuente: Elaboración Mintic a partir de 101Blockchains.com

Figura 3 – Tipos de blockchain

A continuación, se presentan<sup>10</sup> los tipos de blockchain más comunes:

#### Blockchain de consorcio o federados

En los blockchain de consorcio, el proceso de consenso es controlado por un grupo preseleccionado, un grupo de empresas o instituciones, por ejemplo, el derecho a leer el blockchain y enviarle transacciones puede ser público o restringido a los participantes. Los blockchain de consorcio se consideran "blockchain autorizados".

#### Blockchain semiprivados o híbrido

Los blockchain semiprivados son operados por una sola empresa que le otorga acceso a cualquier usuario que satisfaga los criterios preestablecidos. Aunque no esté verdaderamente descentralizado, este tipo de blockchain autorizado es atractivo para los casos de uso business-to-business (negocios dirigidos a empresas) y aplicaciones de gobierno.

No obstante, es importante tener en cuenta que los híbridos son los que combinan redes privadas y públicas. A su vez, pueden tener operaciones en modo privado que eventualmente se registran en la red pública.

#### Blockchain privados

Los blockchain privados son controlados por una única organización o consorcio que determina quién puede leerlos, presentar transacciones en él y participar en el proceso de consenso. Dado que están 100% centralizados, los blockchain privados son además útiles como entornos de prueba.

#### Blockchain públicos

Cualquiera puede leer un blockchain público, enviarle transacciones o participar en el proceso de consenso. Se los considera "sin permiso". Todas las transacciones son públicas y los usuarios pueden mantenerse anónimos en algunas aplicaciones. Bitcoin y Ethereum son ejemplos destacados de blockchain públicos.

---

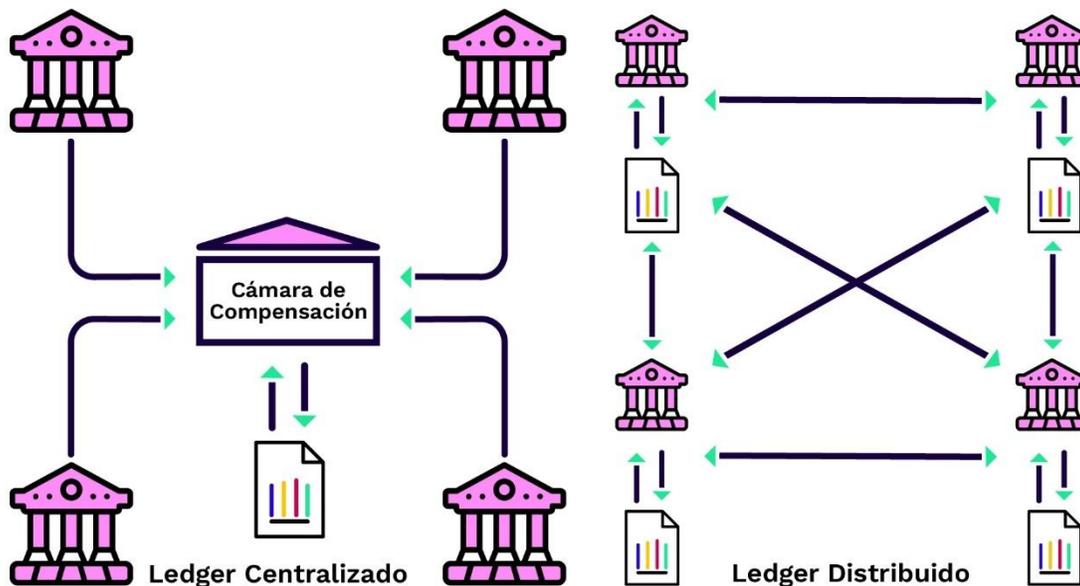
<sup>10</sup> Definiciones desarrolladas a partir de SAP Op.cit.

## 2.3 Arquitecturas de blockchain

Blockchain cuenta con diferentes tipos de arquitectura que se deben considerar en la adopción de una solución, existen arquitecturas públicas, privadas, federadas, permissionadas, y así mismo, se contemplan las centralizadas o las distribuidas. A continuación, se desarrolla una breve exposición sobre los tipos de arquitectura blockchain:

### 2.3.1 Arquitectura centralizada y distribuida

Por su parte, existen otros dos tipos de arquitectura que impactan el desarrollo de las tecnologías actuales y emergentes, la centralizada y la distribuida. A continuación, se desarrollan cada una de estas.



Fuente: Elaboración MINTIC a partir de Bitcoin

Figura 4 - Arquitecturas Centralizadas y Distribuidas

Las redes de datos centralizadas y las redes de datos distribuida o descentralizada se diferencian por lo siguiente:

Una red de datos centralizada es aquella<sup>11</sup> que mantienen todos los datos en una única computadora, ubicación y para acceder a la información se debe acceder a la computadora principal del sistema, conocida como “servidor”. En este tipo de redes, la escalabilidad puede verse reducida dada la necesidad que el servidor central soporte toda la capacidad de tráfico de datos.

Por otra parte, una red de datos distribuida o descentralizada “funciona como una única red de datos lógica, instalada en una serie de computadoras (nodos) ubicadas en diferentes lugares geográficos y que no están conectadas a una única unidad de procesamiento, pero sí están totalmente conectadas entre sí para proporcionar la integridad y accesibilidad a la información desde cualquier punto. En este sistema todos los nodos contienen información y todos los clientes del sistema están en condición de igualdad”<sup>12</sup>. En este tipo de redes la escalabilidad es mayor dado que los nodos distribuidos pueden soportar la carga de tráfico, no obstante, el reto en cada uno de éstos es mantener el almacenamiento requerido para soportar el tráfico progresivo y en aumento. A su vez, este tipo de redes permite suministrar servicios a una mayor velocidad, dado que es menos probable que suceda el efecto de “cuello de botella” debido que es posible soportar el tráfico desde cualquiera los nodos.

Para explicar, cómo se evidencian las diferencias entre la arquitectura centralizada y la distribuida en un proyecto blockchain, a continuación, se presenta una tabla que muestra un comparativo<sup>13</sup> en el que se analizan las dimensiones de seguridad, disponibilidad, accesibilidad y ciberseguridad, tasas de transmisión de datos, y escalabilidad:

Seguridad	
CENTRALIZADA	DISTRIBUIDA
Si un usuario tiene acceso a la información contenida en el servidor, cualquier dato podría agregarse, modificarse y eliminarse	Todos los datos se distribuyen entre los nodos de la red. Si se agrega, edita o elimina un dato en cualquier servidor de la red, se reflejará en todos los demás servidores de la red. Si se aceptan algunas enmiendas legales, se difundirá nueva información entre otros usuarios de toda la red. De lo contrario, los datos se copiarán para coincidir con los otros nodos. Por lo tanto, el sistema es autosuficiente y autorregulador. Las bases de datos están protegidas contra ataques deliberados o cambios accidentales de información

<sup>11</sup> iCommunity.io, (2019). Redes centralizadas VS distribuidas. Medium.

<https://medium.com/@helloicomunity/redes-centralizadas-vs-distribuidas-2fc50c51f284>

<sup>12</sup> iCommunity.io (2019), Op.cit.

<sup>13</sup> Tomdo de iComunity.io (2019, Op.cit.

Disponibilidad y resiliencia	
CENTRALIZADA	DISTRIBUIDA
Si se presentan varias solicitudes, el servidor puede presentar indisponibilidad y no responder adecuadamente.	Pueden soportar la presión significativa sobre la red. Todos los nodos de la red tienen los datos y las solicitudes se distribuyen entre los nodos. Por lo tanto, la presión no recae en una computadora, sino en toda la red. En este caso, la disponibilidad total de la red es mucho mayor que en la centralizada
Accesibilidad y ciberseguridad	
CENTRALIZADA	DISTRIBUIDA
Si el almacenamiento central tiene problemas, no se podrá obtener su información a menos que se resuelvan los problemas. Además, si los usuarios tienen necesidades de acceso diferenciales, pero dada la centralización los procesos son uniformes y homogéneos, es posible que se pueda presentar problemas de accesibilidad para cierto tipo de clientes.	Dado que la cantidad de computadoras en la red distribuida es grande, ataques de denegación de servicios (DDoS por sus siglas en inglés) son posibles solo en caso de que su capacidad sea mucho mayor que la de la red.
Tasas de transferencia de datos	
CENTRALIZADA	DISTRIBUIDA
En redes centralizadas el usuario no puede elegir un nodo de conexión.	En redes distribuidas, el cliente puede elegir el nodo de conexión y trabajar con toda la información requerida, y en el punto de localización geográfica de su preferencia.
Escalabilidad	
CENTRALIZADA	DISTRIBUIDA
Las redes centralizadas son difíciles de escalar ya que la capacidad del servidor puede ser limitada y el tráfico no puede ser infinito.  En un modelo centralizado, todos los clientes están conectados al servidor. Por lo tanto, todas las solicitudes para recibir, cambiar, agregar o eliminar datos pasan por la computadora principal. En consecuencia, es capaz de llevar a cabo su trabajo de manera efectiva solo para el número específico de participantes. Si la cantidad de clientes es mayor, la carga del servidor puede exceder el límite de disponibilidad durante el tiempo en que se presente dicho incremento.	Los modelos distribuidos no presentan problemas de escalabilidad, ya que la carga se comparte entre varias computadoras.

Fuente: loCommunity.io

*Tabla 1 – Comparación entre arquitecturas centralizadas y descentralizadas*

### 2.3.2 Arquitecturas pública, privada, federada y permissionada

En el siguiente cuadro, se se presentan las principales características de cuatro tipos de arquitecturas, como son la pública, privada, federada y permissionada:

Pública	Privada
Empoderamiento del usuario Inmutabilidad Inmutabilidad Estructura verdaderamente descentralizada. Mayor transparencia Ofrece anonimato	Preserva la privacidad Rendimiento más rápido No ofrece anonimato Energéticamente eficiente Red menos volátil Empoderamiento organizacional
Federada	Permissionada
Ahorra muchos costos Energéticamente eficiente Ofrece tarifas de transacción más bajas Altamente escalable Regulaciones de red Rendimiento extremadamente más rápido Sin acceso criminal Autoridad distribuida	Adecuado para las organizaciones Relativamente más rápido Las tasas de transacción son bajas Entorno de confianza No se requiere tener un activo nativo Descentralización variable

Fuente: 101Blockchains.com

*Tabla 2 – Tipos de Blockchain y sus ventajas para proyectos específicos*

## 2.4 Configuración de permisos de red blockchain

Las redes blockchain pueden tener configuraciones de permisos en diversos niveles de acceso, por ejemplo, las configuraciones autorizadas indican acceso solo por invitación, privado o restringido. Las configuraciones sin permiso están completamente abiertas con acceso público. Las tres principales configuraciones de permisos en la red blockchain, son las siguientes:

- Acceso de lectura (capacidad para ver transacciones e información)
- Acceso de escritura (capacidad para enviar transacciones e información)
- Acceso a la participación por consenso (capacidad para servir como un nodo de validación de transacciones).

A continuación, se exponen las ventajas y desventajas de la configuración de la red blockchain sin permisos, partiendo de la construcción desarrollada por el Foro Económico Mundial para el uso de blockchain aplicado a licitaciones públicas:

Ventajas y desventajas de la configuración de red blockchain sin permisos, aplicado a licitaciones publicas	
Acceso de lectura: Sin permiso (con esquemas de confidencialidad de ofertas cuando corresponda).	Acceso de escritura: sin permiso (excepto para la participación de proveedores autorizados)
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Toda la información sobre transacciones y licitaciones es pública, lo que permite registros públicos permanentes y escrutinio en tiempo real. La legibilidad pública es fundamental para que los ciudadanos apropien la plataforma.</li> <li>- Todas las ofertas públicas son visibles públicamente a partir del anuncio de la subasta. Nunca están encriptados y deben estar disponibles para acceso público inmediato.</li> <li>- Todas las ofertas de los proveedores son públicas, pero están cifradas para todas las partes desde el momento en que se envían, hasta después del cierre del período de licitación, cuando se pueden descifrar. Una vez que el licitador concluye cada ronda de evaluación de ofertas, publica para el registro público toda la información de la oferta que se le reveló durante esa ronda de evaluación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- El acceso de escritura pública permite a los ciudadanos y otros actores que están monitoreando el proceso, puedan comentar dentro del sistema y generar alertas sobre posibles comportamientos sospechosos. El público puede presentar comentarios y quejas dentro del sistema durante períodos preestablecidos para comentarios públicos.</li> <li>- La presentación de ofertas de proveedores está parcialmente "autorizada" en la solución. Cualquiera puede enviar ofertas, pero solo se revisan las ofertas de cuentas pre registradas oficialmente y que se registren mediante su propia contraseña. Todas estas ofertas están documentadas y el licitador no puede eliminarlas ni "censurarlas".</li> <li>- La capacidad de un gobierno para realizar una oferta pública dentro de la solución blockchain también está "autorizada", de forma que los participantes que inician y realizan subastas en el sistema deben ser</li> </ul>

Ventajas y desventajas de la configuración de red blockchain sin permisos, aplicado a licitaciones publicas	
- Las decisiones de licitación y las evaluaciones por parte del licitador son siempre visibles al público y permanecen en registros permanentes tan pronto como se toman las decisiones. El público puede comentar sobre decisiones y evaluaciones durante períodos preestablecidos en el proceso de contratación.	aprobados previamente por la institución a cargo de la licitación.
Acceso de participación por consenso (participación en la verificación de la transacción): Sin permiso	Desventajas de una configuración de blockchain sin permisos:
<p>- El consenso sin permisos proporciona un alto grado de seguridad de red, medido en términos de la tasa de hash de la red para redes de prueba de trabajo como Ethereum. A través de varios tipos de algoritmos de consenso descentralizados más allá de la prueba de trabajo, la seguridad de la red es generalmente más alta en los sistemas sin permiso, ya que permiten más participantes de nodos, lo que a su vez aumenta los costos y la dificultad de un ataque de "doble gasto", donde un actor malintencionado o corrupto puedan dominar el poder computacional o de voto de la red, ya sea mediante prácticas ilegales o colusión con otros nodos con el fin de comprometer transacciones y registros.</p> <p>- En general, la mayor seguridad de red que ofrece la descentralización maximizada del proceso de consenso solo se puede lograr en redes blockchain de consenso sin permiso. Es particularmente valioso para los casos de uso de anticorrupción, ya que aumenta el costo y aumenta la dificultad de los actores corruptos para afectar indebidamente las transacciones y los registros en el sistema.</p> <p>- Para las instituciones que organizan una nueva aplicación o servicio descentralizado, la participación por consenso sin permiso, generalmente tiene menores costos de configuración y mantenimiento, ya que no es necesario</p>	<p>- Rendimiento y escalabilidad de las transacciones: en igualdad de condiciones, las redes blockchain con participación de consenso sin permiso tienen una menor escalabilidad y rendimiento de transacciones, ya que sus algoritmos de consenso tienen requisitos de aprobación de transacciones más altos. La mayoría de las principales redes blockchain sin permisos tienen un rendimiento de transacciones, hoy limitado. La red principal de Ethereum actual puede procesar aproximadamente 15 transacciones por segundo para todos los participantes globales, y, por lo tanto, actualmente no es adecuado para una implementación a gran escala. Con la congestión de la red, incluida la que podría ser causada por la propia aplicación de adquisiciones, las velocidades de transacción de la solución podrían ralentizarse.</p> <p>- Tarifas de transacción: las redes de blockchain de consenso sin permisos requieren tarifas de transacción, por realizar la verificación de la transacción, para compensar a los nodos o a los mineros. Las tarifas de transacción generalmente se envían junto con las transacciones en el sistema El uso de tarifas de transacción plantea varios problemas:</p> <p>(i) Si bien las tarifas de transacción son generalmente muy bajas en las redes Blockchain, son variables y pueden aumentar rápidamente en tiempos de congestión o estrés de la red.</p> <p>(ii) El uso de criptoactivos para tarifas de transacción puede ser problemático en</p>

Ventajas y desventajas de la configuración de red blockchain sin permisos, aplicado a licitaciones publicas	
<p>que ciertos participantes configuren nodos para operar la red.</p> <p>Por el contrario, en una red de consenso autorizado, los nodos prediseñados, u otras partes en su nombre, tendrían que asumir los costos de configuración y mantenimiento continuo, seguridad y actualización del software. También puede ser difícil identificar entidades adecuadas y confiables para operar los nodos.</p>	<p>jurisdicciones donde su uso es ilegal o no permitido explícitamente.</p> <p>(iii) Las tarifas de transacción pueden comprometer el anonimato del proveedor durante el período de licitación, ya que es posible que los proveedores deban pagar una tarifa de transacción rastreable al presentar su oferta.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Puede que no sea legal que los proveedores paguen costos adicionales (es decir, tarifas de transacción) para utilizar un sistema de adquisición electrónica.</li> <li>- Consumo de energía: un sistema basado en Blockchain de prueba de trabajo, como el actual Ethereum, requiere un consumo y un costo de electricidad sustanciales. Los algoritmos de consenso alternativos, como la prueba de participación, consumen significativamente menos electricidad.</li> </ul>

Fuente: Foro Económico Mundial Piloto de Transparencia con Procuraduría de Colombia

Tabla 3 - Ventajas y desventajas de la configuración de red Blockchain sin permisos

## 2.5 ¿Cómo hacer una integración blockchain<sup>14</sup>?

Blockchain, como red distribuida con unas características especiales, está soportada por sus nodos que son independientes, por lo tanto, inicialmente no sería necesario llevar la red de blockchain a los servicios de nube, no obstante, si los nodos de esta red son inestables se puede generar demoras en el procesamiento de los servicios.

En caso de que se requiera la escalabilidad de los servicios de blockchain, los servicios dispuestos en la nube, entre otros criterios, pueden brindar la estabilidad requerida, de esta forma una integración entre nube y blockchain puede ser una solución que permite escalar y asegurar la disponibilidad de los servicios.

Es importante evaluar los casos en los que tiene sentido una integración en la nube para la operación de servicios blockchain, de forma que este tipo de solución se use para aquellas organizaciones que requieren aumentar las capacidades y evitar posibles dificultades con la tecnología existente.

Para realizar una integración blockchain, las entidades deben centrarse en los siguientes tres aspectos: la integración técnica, transaccional y organizativa.

**Integración técnica:** es importante entender cómo pueden desarrollarse la integración y operación con las tecnologías de la información existentes, y ver su engranaje con las transacciones blockchain.

**Integración transaccional:** se debe tomar decisiones de qué tipo de registros se requieren incluir en la cadena de bloques. Al respecto es importante tener de referencia los lineamientos sobre Lenguaje Común de Intercambio del MinTIC.

**Integración organizacional:** Se debe contemplar la integración de cada participante en las transacciones de la cadena de bloques.

---

<sup>14</sup> Esta sección ha sido desarrollada a partir de Allen, Eddie (2017), El profundo impacto de la integración de blockchain, IBM, <https://www.ibm.com/blogs/systems/mx-es/2017/07/profundo-impacto-la-integracion-blockchain/>

## 2.6 *Blockchain para la creación de contratos inteligentes*<sup>15</sup>

El concepto de los “Smart Contracts” o Contratos Inteligentes, “lo definió en 1997 un criptógrafo y jurista llamado Nick Szabo. Por aquel entonces no pasó de ser pura teoría porque no existía la tecnología “blockchain”. La aparición de la “cadena de bloques”, que permite ejecutar ciertas acciones programadas en un “libro mayor” que es compartido y que es validado por varios participantes para garantizar la seguridad, es precisamente lo que ha hecho posible convertir ese concepto en una realidad”<sup>16</sup>.

Los contratos inteligentes toman las cláusulas e información de los contratos surgidos de relaciones jurídicas o legales, para que a través del código se permita el desarrollo de la transacción almacenándola en la cadena de bloques, incluso sin necesidad de intermediarios y logrando que se genere consistencia en la información de manera que no se permita modificaciones no autorizadas.

Un ejemplo de cómo opera un Contrato Inteligente, “es el caso en el que un arrendatario y un propietario de un inmueble pueden firmar el contrato de forma digital, en el cual, el documento contiene las reglas acordadas como son el costo del canon de arrendamiento, la regularidad del pago, las formas de terminación del contrato y otros detalles; una vez culmine la transacción se genera el registro en el que queda en el blockchain, a partir de ese momento la cadena de bloques no se puede alterar, pero si permite su consulta de manera simple mostrando solo la información relevante y protegiendo los datos personales según sea el caso”<sup>17</sup>.

Un sistema de contratos inteligentes trabaja “bajo la premisa de “If – then”, (Si pasa X, ENTONCES ocurrirá Y), por lo que cualquier condición que esté contemplada, supondrá que se ejecuta una acción. Un ejemplo, puede ser una fecha de expiración o un precio que se ha alcanzado, o cualquier otro evento clave, que hará que automáticamente se ejecute lo que se estipulaba que tenía que pasar, que se cargue un pago en cuenta, que caduque la validez de un contrato, etc.”<sup>18</sup>.

---

<sup>15</sup> Sección basada en el artículo Guía Rápida de Smart Contracts o Contratos Inteligentes, disponible en el siguiente link: <https://www.vass.es/blockchain-guia-rapida-de-smart-contracts-o-contratos-inteligentes/>

<sup>16</sup> Vass Company, 2017. Blockchain, guía rápida de ‘Smart Contracts’ o contratos inteligentes

<https://www.vass.es/blockchain-guia-rapida-de-smart-contracts-o-contratos-inteligentes/>

<sup>17</sup> *Ibidem*.

<sup>18</sup> *Ibidem*.

## VENTAJAS DE LOS SMART CONTRACTS<sup>19</sup>

A continuación, se exponen las ventajas de los contratos inteligentes de acuerdo la guía rápida de smart contracts de Vass Company (2017):

- Autonomía: Existe facilidad de firmar un contrato o acuerdo que cuenten con cláusulas generales pre validadas jurídicamente.
- Confianza: Los documentos son encriptados y validados por varios agentes, lo que hace casi imposible que se puedan perder o cambiar.
- Seguridad: La garantizan el encriptado y la misma información que esté validada en varios bloques a la vez.
- Rapidez: Al ser autoejecutables no se necesita la intervención de terceros o acciones manuales, por lo que hay inmediatez.
- Ahorro: No tener que pagar un “árbitro” para garantizar que se cumple lo que está recogido en el contrato.
- Exactitud: Saber que lo que se ejecuta es exactamente lo que dice el contrato, no hay errores al evitar que intervengan personas para llevar a cabo las acciones que conllevan.
- Backup: No hay posibilidad de que se pierda la información al estar almacenada en varios bloques diferentes.

---

<sup>19</sup> *Ibidem.*

## 2.7 ¿Cómo se validan los datos en blockchain?

La validación de la información se lleva a cabo mediante un mecanismo llamado *consenso*. Este mecanismo es el que define si un registro o información se puede inscribir en un bloque.

Una red blockchain puede “ponerse de acuerdo” en una transacción de muchas formas, dependiendo del ámbito de aplicación del proceso que esté sucediendo, a continuación, solo se desarrollarán<sup>20</sup> los “consensos” más usados, sin embargo, en las referencias citadas se pondrá a disposición información adicional relevante respecto de los aspectos técnicos en la validación de los datos.

### 2.7.1 Prueba de trabajo (PoW)<sup>21</sup>

Es uno de los de consensos más populares, y especialmente usado en criptoactivos. Los nodos muestran su esfuerzo (proof-of-work) compitiendo por resolver un complicado problema criptográfico que exige muchos cálculos y, por ende, muchísima energía en computación.

### 2.7.2 Prueba de participación (PoS)<sup>22</sup>

La prueba de participación es una alternativa al PoW para blockchain públicas. En este caso, los nodos validan los nuevos bloques de la cadena en una especie de lotería, en donde los boletos serían el token de turno. Este tipo de mecanismos es muy ágil, pero puede tener una desventaja, por ejemplo, en quiénes tengan más criptoactivos, más criptoactivos ganan.

### 2.7.3 Prueba de participación delegada (DPoS)<sup>23</sup>

Es una versión del PoS en el que los propietarios del criptoactivo eligen testigos (de allí su denominación delegada), permitiendo una gran descentralización que puede beneficiar potencialmente a pequeños propietarios, pero puede facilitar posibles prácticas anticompetitivas que podría promover la cartelización, lo cual, iría en contra de la libre y sana competencia.

---

<sup>20</sup> La validación de blockchain y sus tipos de prueba de consenso, se tomaron como referencia a Zamorano, Víctor (2020). Protocolos de consenso para blockchain; PoW, PoS y más

<http://www.blockchainservices.es/uncategorized/protocolos-de-consenso-para-blockchain-pow-pos-y-mas/>

<sup>21</sup> Tomado de Zamorano, Víctor (2020).

<sup>22</sup> Ibidem.

<sup>23</sup> Ibidem.

### 2.7.4 Prueba de participación alquilada (LPoS)<sup>24</sup>

Waves diseñó este refinado protocolo para resolver problemas de centralización y vulnerabilidades a ciertos ataques. Los pequeños propietarios “alquilan” o agrupan sus tokens para tener más opciones de generar un nuevo bloque y ganar la recompensa.

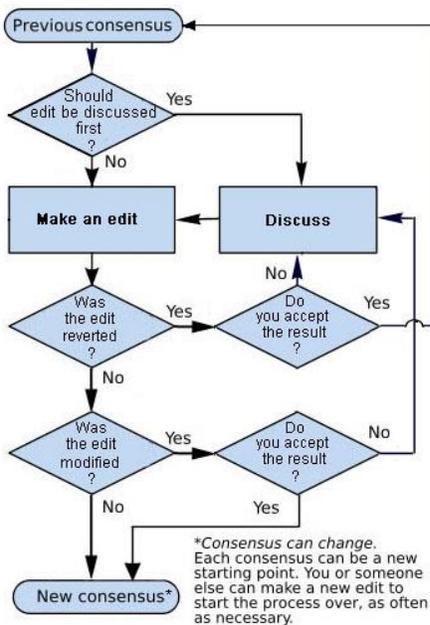
### 2.7.5 Prueba de tiempo transcurrido (PoET)<sup>25</sup>

Este algoritmo, desarrollado por Hyperledger Sawtooth, sirve para redes públicas o privadas; define tiempos de espera aleatorios para generar nuevos bloques por nodos estocásticamente elegidos. Es muy imparcial, pero depende del nivel de procesamiento que tengan los nodos de la red.

### 2.7.6 Tolerancia práctica de fallos bizantinos (PBFT)<sup>26</sup>

Hace su nombre en referencia al cuento de los generales bizantinos. En este caso, los generales se conocen y confían los unos en los otros, simplemente para generar conceptos se generan votaciones en varias rondas.

Esta modalidad es ideal para sistemas permisionados (entre otros usados por Hyperledger Fabric, y NEO). La figura adjunta presenta el flujo del proceso de consenso.



Fuente: Tomado de Zamorano, Víctor (2020). Blockchainservices.es

Figura 5 - Proceso de consenso basado en PBFT

<sup>24</sup> Ibidem.

<sup>25</sup> Ibidem.

<sup>26</sup> Ibidem.

Existen muchos otros algoritmos distribuidos que se pueden consultarse en el siguiente enlace adjunto: <https://www.verypossible.com/insights/pros-and-cons-of-different-Blockchain-consensus-protocols>

# 3. Gobierno Abierto y blockchain

El gobierno abierto es una nueva forma de actuar mediante la que las administraciones públicas, a través de planes de acción, ofrecen información sobre su gestión bajo acciones de transparencia, rendición de cuentas, promover la participación de los ciudadanos en la gestión de los asuntos públicos.

Este concepto está sustentado por los siguientes tres pilares básicos: la transparencia, ya que la administración debe poner a disposición del ciudadano toda la información sobre lo que está haciendo y cómo lo está haciendo, en cumplimiento de la normativa establecida; la colaboración para facilitar el trabajo conjunto entre la sociedad civil, las empresas y la administración; y la participación, directa o indirecta, de la ciudadanía, lo que requiere un acceso a una información que las administraciones públicas deberán poner a su disposición.

## 3.1 *Transparencia*<sup>27</sup>

Los gobiernos han desarrollado normas sobre transparencia como aspecto esencial para fomentar un gobierno abierto y en garantía de los derechos de las personas.

Mediante las medidas de transparencia, los datos deben ponerse a disposición del ciudadano, y además, el control del acceso a esa información tiene que estar regulado conforme con el consentimiento de los datos personales autorizados por el titular de acuerdo con la normativa de protección de datos.

La transparencia está directamente relacionada con el deber de los poderes públicos de poner a disposición de los ciudadanos la información y los datos relacionados con su gestión.

En desarrollo de dicho derecho y principio, en Colombia se expidió la Ley Estatutaria 1712 del 2014, que obliga a las entidades públicas y otros sujetos obligados a contar con lugares en su sitio web para el acceso a los contenidos y a la divulgación de información pública. Así mismo, el MinTIC en el marco de sus competencias expidió

---

<sup>27</sup> Ver link: <https://compolitica.com/tecnologia-blockchain-un-nuevo-modelo-de-accion-de-gobierno/>

la Resolución 1519 del 2020 que define los lineamientos aplicables para el acceso y divulgación de información pública en los sitios web y sedes electrónicas de los sujetos obligados.

Para la garantía en materia de transparencia, “la tecnología blockchain permitiría contar con sistemas de registro que facilite la consulta y su seguimiento de las operaciones del Estado, favoreciendo un cambio en el ejercicio de la práctica institucional que promueva una mayor apertura a la información, permitiendo la generación de controles ciudadanos y facilitando una mayor eficiencia en la gestión de los entes de control. A través de dichos registros, se creará una identidad digital propia de cada elemento u operación que permitirá conocer su historia y realizar su seguimiento en función de los niveles de transparencia que se establezcan y los permisos que se otorguen”<sup>28</sup>.

Para impulsar el Gobierno Abierto, a través de blockchain, es necesario desarrollar los siguientes componentes:

### *3.1.1 Trazabilidad*

La trazabilidad es la capacidad de “verificar el historial, la ubicación o su estado mediante una identificación documentada. La fusión de la serialización, es decir, la asignación de identificadores únicos a productos que van desde bienes de consumo hasta dispositivos médicos complejos, con fabricación inteligente y trazabilidad es el primer paso hacia una visibilidad completa de extremo a extremo de las cadenas de suministro, entre otros usos. A medida que se realiza el seguimiento de los productos, los datos resultantes general alto valor y brindan una gran cantidad de información que las organizaciones y la ciudadanía pueden utilizar para tomar mejores decisiones”<sup>29</sup>.

“Un caso en el que el uso de blockchain en la trazabilidad en la cadena de suministro, podría haber permitido un seguimiento exhaustivo y la identificación instantánea de todas las lechugas romanas infectadas durante los brotes de E. coli de en el año 2017<sup>30</sup>, según lo informado por la Agencia de Salud Pública de Canadá. En el caso concreto, se tuvieron que retirar todas las lechugas contaminadas, lo que demostró deficiencia del proceso de seguimiento y rastreo. Un sistema de trazabilidad más completo, preciso y responsable habría ofrecido una visibilidad sustancial de los productos y habría ayudado a que toda la cadena de suministro fuera más segura”<sup>31</sup>.

---

<sup>28</sup> Lucas, Miguel. Tecnología blockchain. Un nuevo modelo de acción de gobierno.

<https://compolitica.com/tecnologia-blockchain-un-nuevo-modelo-de-accion-de-gobierno/>

<sup>29</sup> WEF (2019). 5 ways traceability technologies can lead to a safer, more sustainable world <https://www.weforum.org/agenda/2019/09/5-ways-traceability-technology-can-lead-to-a-safer-more-sustainable-world/>

<sup>30</sup> Consultar el link: <https://www.itbusiness.ca/news/could-blockchain-have-prevented-the-romaine-lettuce-e-coli-outbreak/107481>

<sup>31</sup> Ibidem.

Recurso:

Para conocer más sobre el referido caso de uso entre el Foro Económico Mundial y el Centro de Comercio Internacional – ITC, consultar el siguiente link:

[http://www3.weforum.org/docs/WEF\\_Accelerating\\_Digital\\_Traceability\\_for\\_Sustainable\\_Production\\_2019.pdf](http://www3.weforum.org/docs/WEF_Accelerating_Digital_Traceability_for_Sustainable_Production_2019.pdf)

### 3.1.2 Soberanía de los datos

La soberanía de los datos se desarrolla “a partir de lo que se conoce como identidad soberana, también conocida como autosoberana (SSI por sus siglas en inglés)<sup>32</sup>, en el que la descentralización es posible dando a los usuarios el control, no solo de sus identificadores, sino también de los datos asociados con ellos”<sup>33</sup>.

En un enfoque SSI posibilita que la información se controle mediante elementos identificadores, de forma que se almacene los datos de la identidad a través del historial de las transacciones de los datos asociados a la identificación del sujeto que realiza la transacción, incluso, permitiendo que los usuarios controlen cuántos datos comparten; además, se posibilita que el uso de los datos pueda monetizarse si esto es autorizado por el usuario.

### 3.1.3 Zero Knowledge Proof -ZKP (Prueba de Conocimiento Cero)

La tecnología ‘Zero Knowledge Proof’, o Prueba de Conocimiento Cero, “una técnica que emplea algoritmos criptográficos para que varias partes puedan verificar la veracidad de una información sin necesidad de compartir los datos que la componen”<sup>34</sup>. En la figura a continuación, se muestran los atributos y usos de esta metodología de gestión de la información.

---

<sup>32</sup> Consultar el link:

[https://www.eublockchainforum.eu/sites/default/files/report\\_identity\\_v0.9.4.pdf](https://www.eublockchainforum.eu/sites/default/files/report_identity_v0.9.4.pdf)

<sup>33</sup> EU Blockchain (2019), Blockchain and digital identity.

[https://www.eublockchainforum.eu/sites/default/files/report\\_identity\\_v0.9.4.pdf](https://www.eublockchainforum.eu/sites/default/files/report_identity_v0.9.4.pdf)

<sup>34</sup> Alameda, Teresa, ‘Zero Knowledge Proof’: cómo preservar la privacidad en un mundo basado en datos, BBVA. <https://www.bbva.com/es/zero-knowledge-proof-como-preservar-la-privacidad-en-un-mundo-basado-en-datos/>

# INTRODUCCIÓN A ZKP (PRUEBA DE CONOCIMIENTO CERO)



Fuente: Elaboración MinTIC a partir de 101Blockchains.com

Figura 6 – Diagrama de atributos del Zero Proof Knowledge

Una prueba de conocimiento cero debe tener tres propiedades diferentes para describirse completamente<sup>35</sup>:

<sup>35</sup> Anwar, Hazib (2018), What is ZKP? A Complete Guide to Zero Knowledge Proof, 101Blockchains.com

<https://101blockchains.com/zero-knowledge-proof/#prettyPhoto/1/>

- Integridad: si la afirmación es realmente cierta y ambos usuarios siguen las reglas correctamente, el verificador quedaría convencido sin ninguna ayuda artificial.
- Solidez: En caso de que la declaración sea falsa, el verificador no estaría convencido en ningún escenario (el método se verifica probabilísticamente para garantizar que la probabilidad de falsedad sea igual a cero).
- Conocimiento cero: El verificador en todos los casos no conocería más información.

## 3.2 Colaboración

Un gobierno colaborativo “implica un compromiso de brindar escenarios de cooperación abierta entre la ciudadanía y demás agentes en la gestión de la Administración Pública. La apertura hacia la colaboración, también debe brindarse al interior de las entidades públicas entre sus servidores, así como entre éstos y las entidades”<sup>36</sup>.

Para facilitar la colaboración, en la tecnología blockchain se requiere impulsar la interoperabilidad. A continuación, se exponen los principales elementos que componen un proyecto blockchain interoperable:

### 3.2.1 Interoperabilidad

En la tecnología blockchain, la interoperabilidad es uno de los elementos base que permite su desarrollo y operación. La Interoperabilidad es “la capacidad de las organizaciones para intercambiar información y conocimiento en el marco de sus procesos de negocio para interactuar hacia objetivos mutuamente beneficiosos, con el propósito de facilitar la entrega de servicios digitales a ciudadanos, empresas y a otras entidades, mediante el intercambio de datos entre sus sistemas TIC”<sup>37</sup>.

La crisis por efecto del coronavirus Covid-19 ha mostrado la necesidad de incrementar el intercambio de información entre las entidades y organizaciones, de forma que se faciliten los procedimientos y la operación de las mismas. Lograr la interoperabilidad, es un aspecto clave para que los usos de la tecnología blockchain puedan ser percibidos por los usuarios, de forma que la gestión y operación de los sistemas interoperen en forma segura y estable.

Para lograr la interoperabilidad, el MinTIC, ha dispuesto del Marco de Interoperabilidad (figura 10) como un enfoque común para la prestación de servicios de intercambio de información de manera interoperable. Este marco define el conjunto de principios, recomendaciones y lineamientos que orientan los esfuerzos políticos y legales, organizacionales, semánticos y técnicos de las entidades con el fin de facilitar el intercambio seguro y eficiente de información.

El diagrama adjunto describe institucionalmente como se alinean los distintos elementos y actores que deben existir para garantizar la interoperabilidad de los sistemas creados por parte de las organizaciones del sector público.

---

<sup>36</sup> Cordero Valdavia, Magdalena (2019), Blockchain en el sector público, una perspectiva internacional, Revista Vasca de Gestión de Personas y Organizaciones Públicas <https://www.euskadi.eus/t59auUdaWar/t59aMostrarFicheroServlet?R01HNoPortal=true&t59aldRevista=3&t59aTipoEjemplar=R&t59aSeccion=51&t59aContenido=2&t59aCorrelativo=2&t59aVersion=1&t59aNumEjemplar=16>

<sup>37</sup> Ver recurso disponible en: <https://mintic.gov.co/arquitecturati/630/w3-article-9375.html>



Fuente: Marco de interoperabilidad para Gobierno Digital. Agosto de 2019. Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, Viceministerio de Economía Digital

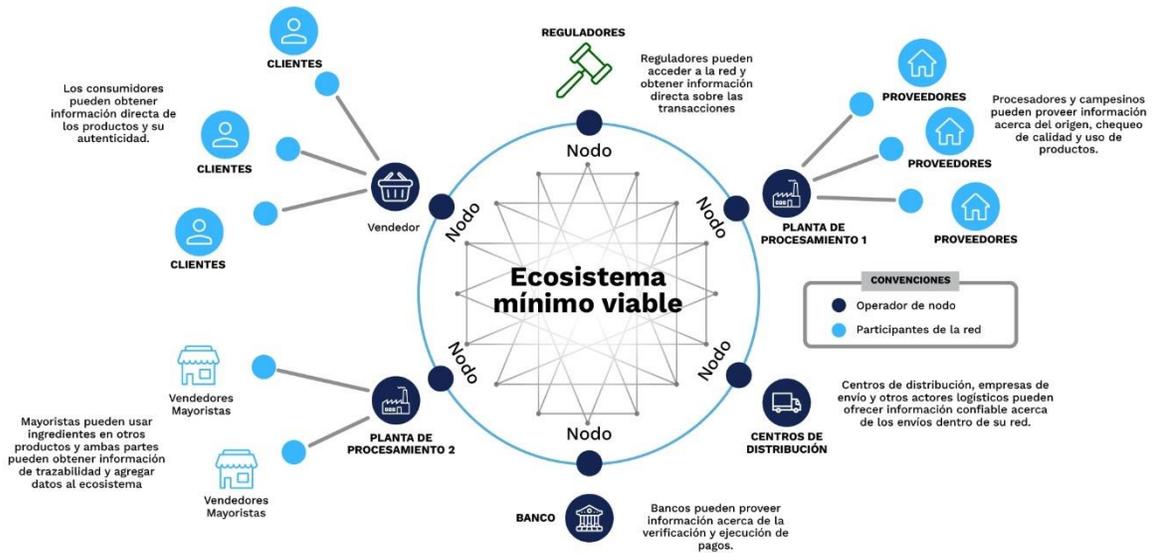
*Figura 7- Modelo Conceptual del marco de Interoperabilidad concebido desde el gobierno colombiano.*

El Marco de Interoperabilidad ofrece un modelo de madurez, una serie de actividades que pueden ser usadas como referentes por las entidades para compartir datos a través de servicios de intercambio de información vinculados a los servicios digitales a la ciudadanía, con el propósito de facilitar la prestación de sus trámites y servicios a los ciudadanos, empresas y otras entidades públicas en el país.

#### RECURSO

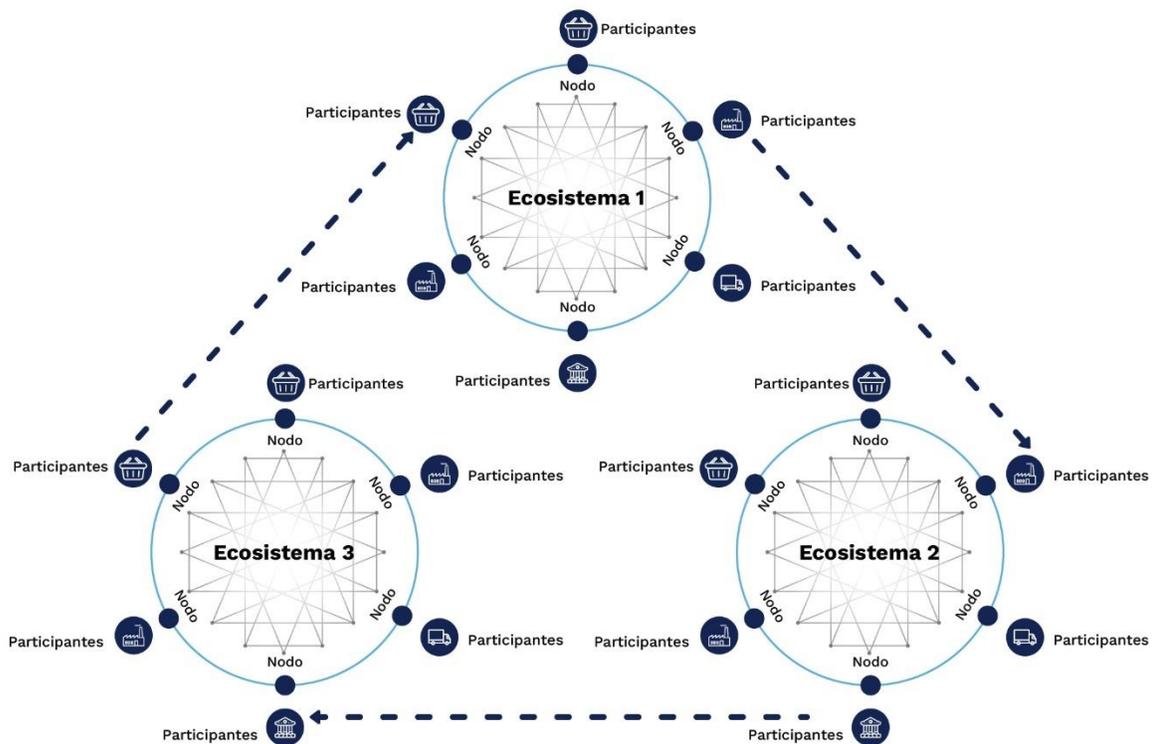
El documento completo del Marco de Interoperabilidad vigente (agosto 2019) se encuentra en este enlace: [https://www.mintic.gov.co/arquitecturati/630/articles-9375\\_recurso\\_4.pdf](https://www.mintic.gov.co/arquitecturati/630/articles-9375_recurso_4.pdf)

Por su parte y siguiendo la necesidad de implementar la interoperabilidad de los servicios blockchain, el Foro Económico Mundial, ha puesto a disposición de la ciudadanía una caja de herramientas detallada que comprende todas las aristas de una implementación blockchain aplicada en el contexto de Interoperabilidad, como aparece en la siguiente figura.



Fuente: Elaboración Mintic a partir de Foro Económico Mundial, Marco de Referencia de Interoperabilidad  
 Figura 8 – Marco de Interoperabilidad en ecosistemas de suministro Blockchain limitados

Una implementación de blockchain, se integrará e interoperará tal y como se visualiza a continuación:



Fuente: Elaboración Mintic a partir de Foro Económico Mundial – Marco de Interoperabilidad  
 Figura 9 – Intersección de Ecosistemas Globales de Cadenas de Abastecimiento

Los diferentes escenarios de interoperabilidad, traen consigo 3 capas diferentes que a continuación se se listan los aspectos que las componen:

Capa	Aspecto
Modelo de negocio	Modelo de Gobernanza
	Estandarización de Datos
	Modelo Comercial
	Marco Legal
Plataforma	Mecanismo de consenso
	Contrato Inteligente
	Autenticación y Autorización
Infraestructura	Nube Híbrida
	Blockchain Gestionado
	Componentes propietarios

Fuente: Foro Económico Mundial – Modelo de Interoperabilidad

*Tabla 4 – Interoperabilidad blockchain – Desagregación de 3 capas*

#### RECURSO

Se recomienda consultar el marco de interoperabilidad blockchain en el documento elaborado por el Foro Económico Mundial, que se encuentra en este link:

[http://www3.weforum.org/docs/WEF\\_A\\_Framework\\_for\\_Blockchain\\_Interoperability\\_2020.pdf](http://www3.weforum.org/docs/WEF_A_Framework_for_Blockchain_Interoperability_2020.pdf)

## 3.3 Participación

Blockchain puede facilitar la participación de la ciudadanía a través de “un sistema de acceso sencillo y libre a la información, bajo el cual, se podrá impulsar la participación de los ciudadanos como elemento clave de este modelo de gobernanza basado en la democratización de la información”<sup>38</sup>.

Con el fin de incrementar la participación ciudadana, el uso del blockchain permitirá aportar modelos innovadores de intercambio de información pública a través de mecanismos disponibles en formatos abiertos y accesibles.

La participación ciudadana es un elemento esencial para asegurar la democracia, y para impulsar la colaboración activa en los gobiernos.

Los mecanismos de participación ciudadana “están estrechamente ligados a las nuevas tecnologías que se están implantando para mejorar las vías democráticas y los procesos conjuntos instituciones-sociedad”<sup>39</sup>. De este modo, se pretende desarrollar herramientas eficaces y accesibles a la participación mejorando la comunicación entre ambas partes. Una de las formas de participación política tradicional son las elecciones. Y es un reto para el gobierno encontrar soluciones seguras para el voto electrónico, digital o virtual. Una consecuencia del gobierno abierto es la apertura de datos públicos a los ciudadanos, lo que implica la publicación de información del sector público en formatos que permitan su reutilización por terceros para generar nuevo valor. Toda la información que se facilita —que debe ser completa, accesible para todos, gratuita y no restringida, es decir, legible, no discriminatoria y libre— constituye el insumo para la innovación, además de incrementar la transparencia del gobierno y la rendición de cuentas a la ciudadanía”<sup>40</sup>.

### 3.3.1 Identidad digital<sup>41</sup>

Una identidad digital es “una presencia en línea que representa la voluntad y consentimiento de un usuario en un ecosistema tecnológico. Una identidad podría pertenecer a una entidad legal, un intermediario financiero o un objeto físico. Idealmente, una identidad digital se verifica mediante un elemento de confianza que confirme la legitimidad de un actor, de modo que aquellos que interactúan con la identidad digital de ese actor tengan confianza en que el actor es quién y lo que dice ser”<sup>42</sup>.

---

<sup>38</sup> Lucas, Miguel. Tecnología blockchain. Un nuevo modelo de acción de gobierno. <https://compolitica.com/tecnologia-blockchain-un-nuevo-modelo-de-accion-de-gobierno/>

<sup>39</sup> (Shermin, 2017)

<sup>40</sup> Cordero Valdavia, Magdalena (2019), Op.cit.

<sup>41</sup> Esta sección ha sido desarrollada a partir de <https://widgets.weforum.org/blockchain-toolkit/digital-identity/>, traducido al español

<sup>42</sup> Ibidem.

La identidad digital, requiere de una suma de atributos de identidad para asegurar que quién se representa en el ecosistema digital sea la persona que manifiesta su voluntad para la realización de una transacción. Existen diferentes atributos que deben evaluarse al momento de identificar digitalmente una persona:

- Atributos biométricos como el rostro, huella, voz, entre otros.
- Atributos de conocimiento del usuario: claves, correo electrónico.
- Atributos de comportamiento: patrones de uso de los sistemas de información y plataformas, formas de cómo nos comportamos en un espacio o con una máquina, transacciones que se realizan, entre otros.
- Atributos sociales o civiles: tales como identificación nacional, número de pasaporte, número de licencia de conducir, nombre y apellidos, fecha de nacimiento, domicilio o estado, entre otros.

## 3.4 *Desarrollo de capacidades y recursos*

Para impulsar proyectos de blockchain en el marco de un gobierno abierto se requiere el desarrollo de las capacidades y generar recursos para implementar proyectos de blockchain.

A continuación, se enumeran algunas ofertas disponibles en el país para la formación de capacidades en el desarrollo de proyectos de blockchain:

### 3.4.1 *Red UxTIC.co*

A través de la Red UxTIC.co, las universidades se han unido para formar un grupo de trabajo blockchain, con el propósito de incrementar los niveles de adopción y transferencia de conocimientos desde la academia. Dentro de las actividades desarrolladas por este grupo, fue la realización de un tour universitario, en el que participaron 12 universidades, para hacer el levantamiento de los proyectos en la academia o en colaboración con el sector privado o público; dentro de los resultados se encontraron más de 20 proyectos realizados por investigadores y alumnos, varios de ellos en alianza con otras universidades o empresas en Colombia o el exterior.

Además, en la red se encuentran comunidades como Token Partner<sup>43</sup>, quienes han realizado un levantamiento de las empresas que están trabajando en el sector. Lo que observa Token Partner es que las empresas luchan por reclutar talento, y que se requiere fomentar la formación profesional para responder a las necesidades del sector a nivel nacional e internacional.

Para más información sobre el Tour, referirse al enlace:

<https://uxtic.co/spip/?-Tour-Universitario-Blockchain-2019->

### 3.4.2 *Universidad Jorge Tadeo Lozano*

Las facultades de ingeniería, derecho y de ciencias económicas han creado cursos o módulos dedicados a blockchain, contratos inteligentes y criptoactivos entre otros.. La primera universidad en dictar una asignatura Blockchain en la carrera de Ingeniería de sistemas fue la Universidad Jorge Tadeo Lozano, quien ofrece esta temática desde segundo semestre del 2018. Desde esta asignatura, se han realizado clases abiertas al público en general interesado en el tema, con el objeto de involucrar a los ponentes que hacen parte de las diferentes comunidades blockchain.

---

<sup>43</sup> Ver información en: <https://www.meetup.com/es/tokenpartner/>

La clase abierta que ofrece la universidad, en ciclo permanente, se encuentra en este enlace:

<https://www.utadeo.edu.co/es/evento/academicos/clase-abierta-introduccion-la-Blockchain/home/1>

### **3.4.3 SENA Innova**

SENA Innova - Productividad para las empresas es una convocatoria que en el año 2020 apoya el desarrollo de aplicaciones para empresas. En la convocatoria se tiene la posibilidad de presentar dos tipos de proyectos: para renovar la oferta de las empresas a través del desarrollo de nuevos productos o servicios o la sofisticación de los existentes; y para mejorar procesos administrativos, de producción o comercialización, con el fin de llevar al cliente el producto o servicio a tiempo, sin sobrecostos y con mejor calidad.

Con los recursos de la convocatoria se pueden cofinanciar materiales, personal técnico, servicios tecnológicos y arrendamiento de equipos, entre otros gastos.

Más información:

<https://www.sena.edu.co/es-co/Empresarios/Paginas/SENA%20INNOVA%202020/Nuestro-Proceso.aspx>

### **3.4.4 Fundación Universitaria del Área Andina**

Esta institución universitaria, ofrece un diplomado denominado blockchain, fundamentos de una tecnología disruptiva. El objetivo es conocer el funcionamiento, el marco legal y la tecnología en el que se encuentra inmerso esta tecnología, así como también su aplicación y uso estratégico.

El enlace a este diplomado se encuentra aquí: [areandina.edu.co/es/content/curso-en-Blockchain-fundamentos-de-una-tecnologia-disruptiva](http://areandina.edu.co/es/content/curso-en-Blockchain-fundamentos-de-una-tecnologia-disruptiva)

### **3.4.5 Bogotá Aprende TIC<sup>44</sup>**

La Alcaldía de Bogotá ha lanzado un programa comprehensivo de formación de capacidades TIC 4.0. Este contenido virtual ofrecerá de forma fácil el significado de blockchain, sus ventajas y desventajas, las áreas en las que ejerce con mayor fuerza, la entrada en el mercado financiero, el uso del Bitcoin y los impactos en los procesos de transformación en las empresas del ámbito digital.

---

<sup>44</sup> Ver el link del programa: <http://www.bogotaaprendetic.gov.co/cur3.html>

### 3.4.6 Cámara de Comercio de Bogotá

Ofrece un seminario virtual facilita una aproximación guiada a estas nuevas tecnologías de la Cuarta Revolución Industrial C4RI, sus implicaciones, y recomendaciones para su comprensión y uso.

### 3.4.7 Universidad Nacional de Colombia

Esta universidad ha desarrollado varios cursos que se enuncian a continuación:

#### Tecnología Blockchain y aspectos económicos<sup>45</sup>

El curso busca generar en los participantes entendimiento y conocimientos sólidos sobre cómo funciona blockchain, bitcoin, ethereum. Desde sus fundamentos económicos hasta sus bases tecnológicas.

#### Blockchain – Creación de contratos inteligentes<sup>46</sup>

Por medio de conferencias magistrales con participación itinerante, talleres y actividades prácticas se da una introducción al desarrollo de aplicaciones sobre blockchain evidenciando el potencial de esta tecnología y presentando posibles aplicaciones en diferentes sectores de la economía.

### 3.4.8 Universidad Javeriana<sup>47</sup>

La Universidad Javeriana tiene este curso virtual que se enuncia a continuación:

#### Fundamentos de la Tecnología Blockchain

En este curso se explica con detalle qué es el bitcoin y en qué consiste la tecnología blockchain, así como sus principales aplicaciones y los retos para lograr su adopción. La importancia de este curso está en los contenidos que desarrolla, ya que además de poner en contexto las circunstancias bajo las cuales surge la tecnología blockchain y la manera cómo funciona, abre el panorama a las aplicaciones y posibilidades de esta tecnología en usos reales, tanto actuales como futuros.

### 3.4.9 Universidad Eafit

La facultad de Economía y Finanzas adelanta el curso de Introducción al blockchain e impacto en el mercado financiero.

---

<sup>45</sup> La información se encuentra disponible en el siguiente link:

[https://bogota.unal.edu.co/noticias/actualidad/curso-tecnología-Blockchain-y-aspectos-economicos/?tx\\_news\\_pi1%5Bcontroller%5D=News&tx\\_news\\_pi1%5Baction%5D=detail&cHash=3969354d6c0cbe442d15c8c89730ce44](https://bogota.unal.edu.co/noticias/actualidad/curso-tecnología-Blockchain-y-aspectos-economicos/?tx_news_pi1%5Bcontroller%5D=News&tx_news_pi1%5Baction%5D=detail&cHash=3969354d6c0cbe442d15c8c89730ce44)

<sup>46</sup> La información se encuentra disponible en el siguiente link:

<https://ingenieria.bogota.unal.edu.co/uec/?p=9749>

<sup>47</sup> La información se encuentra disponible en el siguiente link:

<https://educacionvirtual.javeriana.edu.co/fundamentos-de-la-tecnolog%C3%ADa-Blockchain>

### *3.4.10 Universidad de los Andes*

Desde la Facultad de Economía, propone el siguiente curso:

Blockchain: más allá de Bitcoin

El desarrollo tecnológico de los métodos de encriptación de datos a través de sistemas no centralizados, conocido como blockchain, ha permitido que el problema de la confianza sea resuelto por fuera de las instituciones tradicionales.

Blockchain eX Innovation Center

Su misión es acelerar y facilitar la adopción de tecnologías, articulando y creando iniciativas junto al sector público, privado, la academia y la sociedad en general a través de sus pilares de Innovación y transformación empresarial, transformación exponencial y el llamado Journey 4.0 que se basa en los principios de mentalidad digital, entendimiento estratégico de la cuarta revolución industrial - 4RI y cómo tomar acciones para materializar las iniciativas.

## 3.4 Ejemplos en la implementación de blockchain en el mundo

### 3.4.1 En el mundo

Los gobiernos pueden aprovechar la tecnología blockchain para ofrecer ciberseguridad, optimización de procesos, integrar servicios de forma 'hiperconectada' al mismo tiempo de estar robusteciendo la confianza y la responsabilidad. Además, plataformas de registros distribuidos pueden aprovecharse para soportar una serie de aplicaciones en el sector público, incluyendo dinero digital, pagos, registro de tierras, gestión de identidad, trazabilidad de cadena de abastecimiento, salud, registro de transacciones, impuestos, votación, y gestión de entes legales.

A continuación, se muestran algunas buenas prácticas internacionales sobre el uso de blockchain en el gobierno, ejecutados entre los años 2017 a 2020:<sup>48</sup>

#### 3.4.1.1 Norte América

##### Canadá

- El Consejo Nacional de Investigación de Canadá (NRC) anunció que había construido un explorador de blockchain de Ethereum para experimentar con la administración transparente de los contratos gubernamentales y compartir datos de manera confiable con el público.
- El Gobierno de Canadá (GC) está utilizando la tecnología blockchain para emitir a los empleados, un currículo o hoja de vida digital, que proporciona "un registro permanente, propio y seguro de sus habilidades y experiencias".

##### México

- El gobierno mexicano planea realizar un procedimiento de contratación pública en una red blockchain.

---

<sup>48</sup> Los siguientes casos son tomados de Consensys, Zug Digital ID: Blockchain Case Study for Government Issued Identity,

<https://consensys.net/blockchain-use-cases/government-and-the-public-sector/zug/>  
[https://consensys.net/blog/enterprise-blockchain/which-governments-are-using-blockchain-right-now?\\_ga=2.43621152.461112524.1598642409-1754052997.1598642409](https://consensys.net/blog/enterprise-blockchain/which-governments-are-using-blockchain-right-now?_ga=2.43621152.461112524.1598642409-1754052997.1598642409),

Which Governments Are Using Blockchain Right Now?,

- La Unidad de Gobierno Digital - Secretaría de la Función Pública de México lanzó HACKMX, un proyecto que aprovecha la tecnología blockchain para rastrear y validar licitaciones de contratos públicos.

#### Estados Unidos

- La Agencia de Proyectos de Investigación Avanzada de Defensa (DARPA) está creando un escudo de ciberseguridad blockchain, una plataforma basada en blockchain para transmitir mensajes seguros o procesar transacciones que se pueden rastrear a través de numerosos canales. La aplicación se utilizará de diferentes maneras para facilitar la comunicación entre las unidades y el cuartel general para transmitir información entre los oficiales de inteligencia y el Pentágono.
- La Fuerza Aérea de los Estados Unidos implementó el proyecto Blockchain Approach for Supply Chain Additive Manufacturing Parts (BASECAMP) para asegurar largas cadenas de valor con tecnología de contabilidad distribuida.
- El Servicio Postal de los Estados Unidos (USPS) presentó una patente para incorporar tecnología blockchain y certificados digitales para autenticar la información del usuario y más recientemente propuso facilitar la jornada.
- La Administración de Alimentos y Medicamentos (FDA) lanzó un proyecto piloto que explora la utilidad de blockchain en el seguimiento seguro y la verificación de prescripciones médicas.
- En 2014, el Servicio de Impuestos Internos de los Estados Unidos clasificó la moneda digital como propiedad.

#### *3.4.1.1.2 Sur América*

##### Argentina

- En Argentina se anunció un proyecto de identidad digital para la inclusión basado en blockchain, con el objetivo de mejorar el acceso de los ciudadanos a los servicios gubernamentales.

#### *3.4.1.1.3 Europa*

##### Alemania

- La Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH estableció un 'Blockchain Lab' para aprovechar el potencial de blockchain y tecnologías relacionadas en los esfuerzos por alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas.

## Austria

- El gobierno austriaco inauguró el nuevo Instituto de Investigación de Criptoconomía, que apoyará proyectos de investigación de blockchain a través de un fondo de € 8 millones.

## Estonia

- El gobierno de Estonia ya ha estado probando la tecnología desde 2008 y fue el primer país en utilizar blockchain a nivel nacional.
- El programa e-Estonia creado por el gobierno cuenta con el 99% de los servicios que se ofrecen en línea, el 44% de los estonios usan el voto en línea, el 98% de las declaraciones de impuestos se presentan en línea y el 98% de Estonia tiene una identificación digital, con más de 700 millones de firmas digitales. El 99% de los datos de salud se digitalizan y almacenan en una cadena de bloques,

## Georgia

- La República de Georgia lanzó el primer sistema de registro de tierras en cadena de bloques con el objetivo de fortalecer los derechos de los propietarios, mejorar la confianza de los ciudadanos en el gobierno y reforzar la seguridad de los datos. En la actualidad hay más de 1,5 millones de títulos de propiedad registrados, con un tiempo promedio de realización del registro de 3 minutos.

## Lituania

- El Banco Central de Lituania lanzó un sandbox para desarrollar productos y soluciones basados en blockchain.

## Luxemburgo

- El proyecto Infrachain crea un marco de gobernanza que permite que las aplicaciones blockchain se vuelvan operativas en el entorno regulatorio actual.

## Malta

- El registro de empresas de Malta adoptará la tecnología blockchain con el objetivo de aumentar la eficiencia y modernizar los procesos de negocios.
- El gobierno de Malta puso a prueba un programa de credenciales basado en blockchain que verifica instantáneamente las credenciales académicas.

## Países Bajos

- La ciudad de Groningen lanzó una prueba de concepto para ayudar a los ciudadanos a recuperar el control financiero sobre sus deudas a través de

una variedad de servicios, que incluyen asistencia para deudas, prevención de deudas y administración de ingresos. El proyecto almacena los cambios de estado financiero de los clientes de GKB en un blockchain privado, junto con facturas e información de pago de ingresos de socios externos.

#### Eslovaquia

- Cuenta con un portal de licitaciones públicas basado en tecnología blockchain.

#### España

- El Ministerio de Energía, Turismo y Agenda Digital cofinancia el proyecto TrustForWills, una plataforma de Smart contracts para la gestión de activos digitales usando blockchain.
- El gobierno de Cataluña puso en marcha un proyecto de identidad autónoma, denominado IdentiCAT. El "IdentiCAT" puede ser gestionado de forma privada por los ciudadanos.

#### Suecia

- El registro de la propiedad sueco (Lantmäteriet) está probando transferencias de bienes raíces y otras transacciones de "multipartita" sobre blockchain.

#### Suiza

- En asociación con el uPort de ConsenSys, el municipio de Zug probó una identidad soberana emitida por el gobierno en el blockchain de Ethereum. La referencia al caso de uso completo en inglés se encuentra en este link: <https://consensys.net/Blockchain-use-cases/government-and-the-public-sector/zug/>

#### Ucrania

- El Ministerio de Finanzas de Ucrania puso a prueba subastas de prueba utilizando tecnología blockchain.

#### Reino Unido

- La Agencia de Normas Alimentarias (FSA) del Reino Unido completó un piloto para rastrear la distribución de carne en un matadero de ganado utilizando blockchain. Esta prueba marcó la primera vez que la tecnología blockchain de trazabilidad, se ha utilizado como una herramienta reguladora para garantizar el cumplimiento en la industria alimentaria.

#### 3.4.1.1.4 África

##### Ghana

- El gobierno de Ghana, en asociación con Bitland, lanzó un proyecto piloto para registrar tierras en un blockchain. Más del 78% de la tierra de Ghana no está registrada. El proyecto se había probado ahora en 20 comunidades de Kumasi en el año 2018.

##### Mauricio

- El gobierno de la isla de Mauricio ha creado una Licencia Regulatory Sandbox (RSL), que permite a los inversionistas externos desarrollar soluciones basadas en blockchain bajo la supervisión de la Junta de Inversiones de Mauricio.

##### Sierra Leona

- El gobierno de Sierra Leona, en cooperación con la organización sin fines de lucro Kiva, lanzó una plataforma blockchain para el historial crediticio.

##### Sudáfrica

- El gobierno sudafricano ha establecido un grupo de trabajo regulador de criptoactivos para investigar conceptos relacionados con blockchain.
- La Alianza Nacional de Blockchain de Sudáfrica (SANBA) se formó para establecer una asociación entre el gobierno, las empresas, la academia y la sociedad civil para apoyar el uso de las tecnologías de blockchain en el contexto sudafricano.

##### Tanzania

- El gobierno de Tanzania eliminó a 10,000 trabajadores fantasmas del sector público utilizando tecnología blockchain para auditar la nómina pública.

#### 3.4.1.1.5 Asia

##### China

- Xiong'an lanzó un proyecto de forestación de 6.667 hectáreas. Una plataforma en línea basada en blockchain, big data y otros rastros de alta tecnología y gestiona el ciclo de vida de los árboles.
- El Centro de Información del Estado, Union Pay, China Mobile y otras tres organizaciones lanzaron Blockchain Services Network (BSN), un proyecto de infraestructura de blockchain a nivel nacional que se concibió como el "sistema IOS de Android o Apple" para blockchain.

## RAE de Hong Kong

- El departamento financiero de Hong Kong publicó nuevas reglas para que los intercambios de criptoactivos obtengan licencias. Una regla estipula que los intercambios de cifrado no necesitan una licencia de la Comisión de Valores y Futuros (SFC) para operar si no comercializan ningún producto definido como valor.

## India

- El Ministro de Estado de Electrónica y Tecnología de la Información ha identificado la tecnología Blockchain como un área de investigación esencial en dominios como gobernanza, banca y finanzas, y ciberseguridad en un borrador de documento de enfoque. El documento también presenta un marco blockchain a nivel nacional, que analiza el potencial de la tecnología de contabilidad distribuida y la necesidad de una infraestructura compartida para diferentes casos de uso.
- El gobierno de Maharashtra y el Departamento de Ingresos se asociaron con una plataforma de cadena de bloques híbrida de código abierto para completar una prueba de concepto para los registros de tierras en la cadena de bloques.

## Malasia

- La Corporación de Economía Digital de Malasia (MDEC) anunció que está poniendo a prueba un programa de visas de trabajo para que los autónomos tecnológicos trabajen en Malasia a corto plazo, a fin de satisfacer la demanda de talentos con capacidad de inteligencia artificial, blockchain y ciberseguridad.

## Corea del Sur

- El servicio de Aduanas de Corea del Sur lanzó un sistema de compensación basado en blockchain para la gestión de envíos de importación y exportación.

## Tailandia

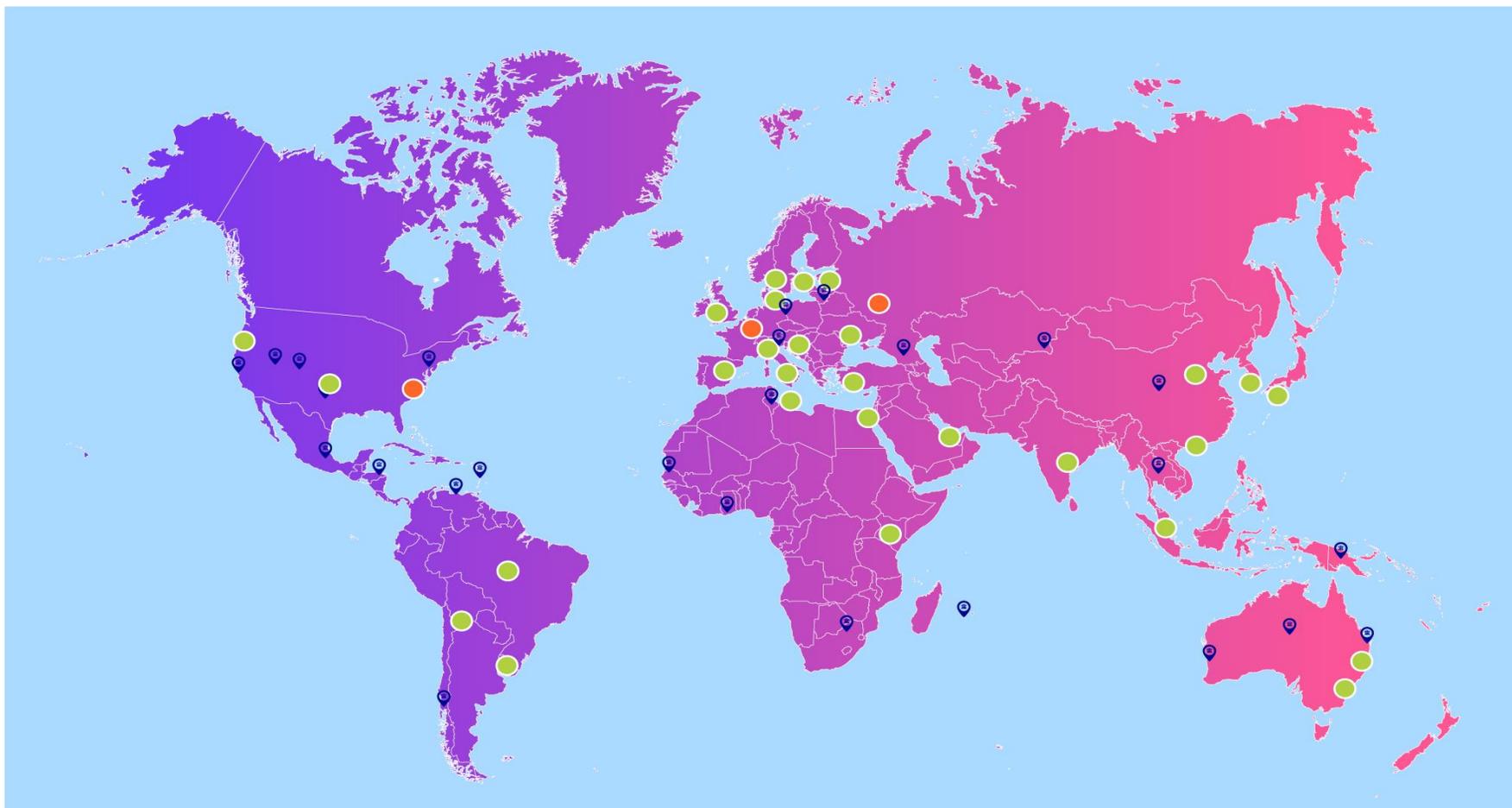
- El Ferrocarril Estatal de Tailandia y el Correo de Tailandia desarrollarán y aplicarán la tecnología de Internet de las cosas (IoT) para rastrear las llegadas y salidas de trenes y la tecnología blockchain para rastrear paquetes de alto valor.

## Australia

- El Commonwealth Bank de Australia emitió un bono criptográfico para Queensland Treasury Corporation.

- La Comisión Australiana de Valores e Inversiones (AISC) publicó una hoja de información regulatoria INFO 219 para empresas que consideren operar la infraestructura del mercado o que brinden servicios financieros o de crédito al consumidor, utilizando tecnología de contabilidad distribuida.

Por su parte, el Foro y Observatorio de la Comisión Europea EUBlockchain, tiene un mapa de iniciativas públicas muy interesante que se puede consultar en línea. Se deja el enlace para mapa interactivo aquí: <https://www.euBlockchainforum.eu/initiative-map>



Fuente: Elaboración MinTIC a partir de EUBlockchain

Figura 10 – Iniciativas de Gobierno Apoyadas por el Foro y Observatorio EUBlockchain de la Comisión Europea

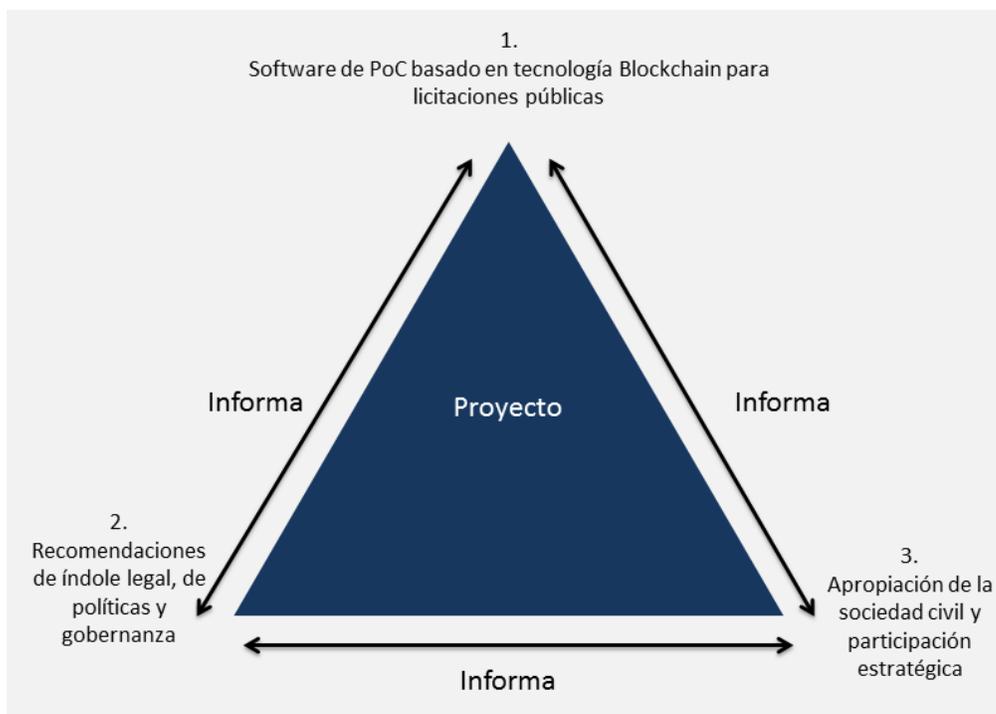
### 3.4.2 En Colombia

#### 3.4.2.1 Lucha anticorrupción utilizando Blockchain<sup>49</sup>

En Colombia se ha realizado un proyecto piloto que reunió a varios actores de nivel internacional y global y es caso de éxito en el marco del Foro Económico Mundial - FEM, en donde la tecnología blockchain se propone como solución efectiva contra corrupción<sup>50</sup> en los procesos de licitación en un trabajo conjunto con la Procuraduría General de la Nación.

En asociación con el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y la Procuraduría General de Colombia, el Foro Económico Mundial ha liderado un equipo de múltiples partes interesadas para investigar, diseñar y probar el uso de la tecnología blockchain para procesos gubernamentales susceptibles de corrupción, estableciéndose en el caso de uso de la contratación pública. En la figura adjunta se plantea el enfoque del proyecto, con 3 componentes fundamentales:

- Software de PoC (Prueba de Concepto) basado en tecnología blockchain para licitaciones públicas
- Recomendaciones de índole legal, de políticas y gobernanza
- Apropiación de la sociedad civil y participación estratégica



Fuente: Foro Económico Mundial – WEF\_Blockchain Transparency Report

Figura 11 – Enfoque del proyecto

<sup>49</sup> Esta sección ha sido desarrollada a partir de; [http://www3.weforum.org/docs/WEF\\_Blockchain\\_Government\\_Transparency\\_Report.pdf](http://www3.weforum.org/docs/WEF_Blockchain_Government_Transparency_Report.pdf)

<sup>50</sup> Se sugiere consultar el siguiente link: <https://www.weforum.org/reports/exploring-Blockchain-technology-for-government-transparency-to-reduce-corruption>

El software PoC fue desarrollado durante la segunda mitad de 2019 por un equipo de ingenieros de blockchain dentro del Grupo de Investigación InTIColombia de la Universidad Nacional de Colombia. Se desarrolló para reflejar especificaciones y directrices técnicas, políticas y de participación cívica que fueron cuidadosamente diseñadas conjuntamente por la diversa comunidad de expertos globales de múltiples partes interesadas del proyecto. Al mismo tiempo, el desarrollo técnico del PoC en sí mismo provocó varias preguntas con respecto a las políticas y la participación de la comunidad. Por lo tanto, si bien cada uno de los tres elementos del enfoque del proyecto es un aspecto distinto, los tres se informaron críticamente entre sí.

#### *3.4.2.1.1 Descripción y alcance del proyecto*

El Proyecto transparencia tiene sus raíces en el desarrollo de una prueba de concepto (PoC) de software para la adquisición del programa de comidas en las escuelas públicas PAE de Colombia. La información de antecedentes sobre el PAE se proporciona en el Informe de investigación complementario. Al estar arraigado en un PoC de software, el proyecto adopta un enfoque de abajo hacia arriba para investigar y descubrir las compensaciones, las posibilidades y las limitaciones de tecnología y gobernanza involucradas con un sistema de contratación pública basado en blockchain cuyos objetivos principales son aumentar la transparencia y la responsabilidad y, por lo tanto, para reducir los casos de corrupción

#### *3.4.2.1.2 Posibles vulnerabilidades a tener en cuenta*

El software de PoC (Prueba de Concepto) busca mejorar la fase de licitación y selección de proveedores de la contratación pública a través de canales específicos:

1. Mantenimiento de registros permanente y a prueba de manipulaciones
2. Transparencia y auditabilidad de los procedimientos en tiempo real
3. Funcionalidades automatizadas con "contratos inteligentes"
4. Menor dependencia de la toma de decisiones discrecional de entes y autoridades centralizados
5. Mayor participación ciudadana

El proyecto plantea la hipótesis de que al combinar estas cinco capacidades en una solución de software y emparentarlas con políticas y sistemas de gobernanza complementarios, los gobiernos pueden implementar un sistema de contratación electrónica más transparente y responsable que ayude a detener los casos generalizados de corrupción.

#### *3.4.2.1.3 Consideraciones y orientación sobre gobernanza del proyecto*

Se requiere de un marco legal claro basado en las mejores prácticas internacionales y la participación y supervisión efectivas de las partes interesadas. Si bien las particularidades de cada país y el contexto de la industria hacen que las propuestas de políticas detalladas sean imposibles, esta sección destaca las soluciones de políticas que pueden complementar y magnificar la capacidad anticorrupción de un sistema de contratación electrónica, ya sea que se base en blockchain o no. A continuación, se presentan algunas propuestas de políticas reflejan las mejores prácticas defendidas

por la Asociación de Contratación Abierta (OCA), la Carta de Datos Abiertos, la OCDE, las Naciones Unidas y la OMC.

Las políticas de gobernanza están destinadas a señalar algunas ideas e iniciativas concretas que capitalizarían la capacidad de difusión de información de las adquisiciones basadas en blockchain para aumentar la responsabilidad, la transparencia, la prevención de la corrupción y la equidad en todo el proceso de adquisiciones. El propósito del proyecto es construir un centro integral de compras electrónicas, para lograr los siguientes objetivos:

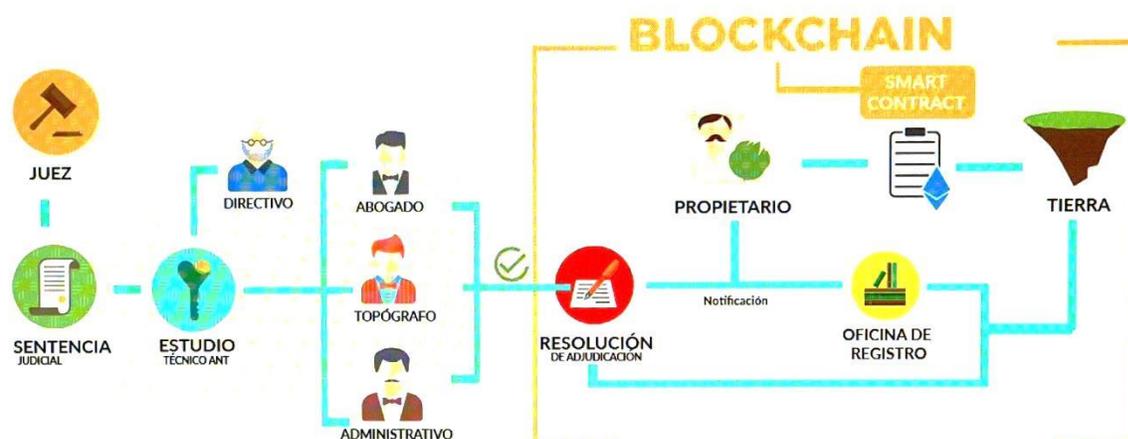
- i. Eliminar las barreras legales: se deben revisar las leyes que limitan de manera efectiva el uso de plataformas de contratación electrónica, como aquellas que requieren interacciones en persona entre licitador y proveedor, u obligan a presentar ofertas en papel.
- ii. Exigir el uso del hub: se debe propender por el uso de una nueva plataforma de adquisiciones electrónicas, de forma generalizada, la cual es factible para obligar al cambio de comportamiento lejos de los procesos de adquisiciones en persona y consolidar todas las transacciones en una única base de datos o sistema de registro.
- iii. Hacer que el hub sea integral: el sistema de adquisiciones electrónicas en sí o un sitio web afiliado debe contener toda la información relevante sobre el proceso de adquisiciones, incluidas las políticas de adquisiciones, los códigos de conducta del oficial de adquisiciones y los requisitos de divulgación de intereses especiales, avisos sobre las próximas subastas, documentos de licitación, proveedores ofertas, criterios de adjudicación y rechazo, avisos de adjudicación, detalles del contrato y "listas negras" y "listas blancas" de proveedores. Además de la subasta de adquisición inicial, todas las renegociaciones de contratos posteriores a la concesión deben documentarse en la plataforma blockchain.
- iv. Hacer que la información sea accesible: toda esta información debe ser libre y accesible para el público, tanto estructural como cognitivamente. No deberían existir costos de acceso o muros de registro, y el contenido del sitio debería poder buscarse y descargarse. Los sitios web de contratación electrónica existentes, como Open Public Contracts en Eslovaquia y Tender Monitor en Georgia, proporcionan planos para dicha plataforma. Ambos sitios web, desarrollados de los capítulos nacionales de Transparencia Internacional, ejemplifican el poder de los datos de adquisiciones concentrados y disponibles al público al permitir a los usuarios buscar signos clave de corrupción, como ganadores repetidos de licitaciones, subastas con un solo postor y detalles del contrato de adquisiciones. Así el público no visite con regularidad en un recurso de este tipo, la accesibilidad a los datos de informes de alta calidad impulsa las actividades de veeduría ciudadana.

### 3.4.2.2 Blockchain Tierras

Este proyecto se realizó entre abril y agosto de 2018, liderado por la Universidad Nacional de Colombia con el apoyo de Colciencias, el Ministerio de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, y la Agencia Nacional de Tierras (ANT).

El proyecto desarrolló un prototipo que permite el almacenamiento encriptado de documentación y soportes del proceso de adjudicación de predios de restitución, mitigando riesgos de manipulación, ajustes no consensuados u omisión de las resoluciones luego de su emisión por parte de la Agencia, convirtiéndose en la primera entidad del Estado en usar la tecnología blockchain en política pública.

El siguiente diagrama presenta la gobernanza detrás del proceso, muestra el flujo del procedimiento seleccionado y dónde el prototipo tiene impacto. Este inicia en la generación de la Resolución de Adjudicación por parte de la ANT y termina en la notificación de los beneficiarios y la consulta por parte de la Oficina de Registro de Instrumentos Públicos (ORIP):



Fuente: elaborado por el proyecto, 2018.

Figura 12 – Flujo del proceso y Gobernanza asociada

En el enlace adjunto, se encuentra el MockUp de la aplicación (simulador):

<https://www.agenciadetierras.gov.co/wp-content/uploads/2018/09/Mockup-Block-Chain-Tierras.pdf>

En sus conclusiones, se precisa que, en lo relacionado con la identidad digital, el prototipo estableció unas primeras pruebas que permiten conectar el reconocimiento facial, a través de un ID almacenado en blockchain, con los roles y permisos de abogados, administradores y propietarios para registrar o acceder a la información de cada resolución de adjudicación. Es efectivamente una capa de seguridad adicional que permite que funcionarios y ciudadanos se identifiquen de manera confiable, trazable y segura en relación con el procedimiento objeto del prototipo. Esto significa que, con roles muy bien definidos, para cada ámbito de aplicación de un proceso dado (lo cual

se programa en el Smart contract) la fricción se reduce y la eficiencia de la interacción crece exponencialmente, reduciendo costos y ampliando así los recursos disponibles para tener una mejor cobertura de los servicios.

El informe ejecutivo completo se puede encontrar en el link adjunto:

<https://www.agenciadetierras.gov.co/wp-content/uploads/2018/09/Informe-Ejecutivo-Block-Chain-Tierras.pdf>

### 3.4.2.3 RITA

Las posibles aplicaciones de esta nueva tecnología son amplias y diversas. A continuación, se encuentran una serie de proyectos desarrollados sobre la infraestructura de RITA, la Red de Investigaciones de Tecnología Avanzada de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Uno de los proyectos fue patrocinado por MinTIC.

Proyectos blockchain soportados por RITA

- Integridad de Diplomas con blockchain: Proyecto desarrollado con el apoyo del PNUD y MinTIC que permitió establecer los posibles usos de blockchain como medio para mejorar la seguridad en los actos administrativos ante el estado, incrementando los factores de seguridad en cuanto a integridad de documentos, autenticidad de personas y trazabilidad de operaciones.
- Sistema de seguimiento al programa de alimentación escolar asegurado con blockchain: Prototipo ganador en hackaton para establecer mecanismos de control, seguimiento y transparencia entorno al PAE mediante el uso de datos abiertos y blockchain.
- Sistema Notarial sobre blockchain: Diseño de prototipo de sistema Notarial Colombiano sobre blockchain para agilizar trámites Notariales a través de internet manteniendo altos estándares de seguridad y transparencia mediante el uso de esta tecnología.
- IoT con blockchain: Apoyo a la generación de artículos de investigación sobre la interacción de blockchain con las ciudades inteligentes y los dispositivos IoT, basados en desarrollos sobre la infraestructura de RITA en la Universidad Distrital.
- Laboratorio Blockchain: Creación de una red de nodos blockchain para investigación accesible desde las distintas sedes de la Universidad Distrital.
- Apoyo a estudiantes de pregrado, maestría y doctorado: Orientación, asesoría y capacitación en tecnologías blockchain a la comunidad académica de la Universidad Distrital, fortaleciendo el desarrollo de proyectos de grado en los distintos niveles de formación.

#### 3.4.2.4 Banco de la República

La compañía especializada en tecnología de Registros Distribuidos (DLT), R3 realizo<sup>51</sup> una alianza con el Banco de la República Colombia, para el desarrollo de la plataforma Blockchain Corda, enfocados en su uso para el intercambio de valores.

La compañía establece la necesidad de esta alianza con el ente público, confirmando el potencial de la tecnología blockchain para servicios financieros en Latinoamérica, el cual se basa en Un modelo colaborativo de trabajo público-privado es crucial para acelerar la implementación de plataformas empresariales de DLT, como lo es Corda.

#### 3.4.2.5 XM del Grupo ISA

##### EcoRegistry

EcoRegistry es una iniciativa privada autofinanciada y una plataforma de registro para proyectos de reducción de emisiones. Los usuarios de la plataforma registran el proyecto y pasan por los procesos de validación, verificación y certificación. Esto permite la emisión de créditos que se pueden transferir y retirar como compensaciones de carbono. Los usuarios finales pueden retirar estos créditos por compensación voluntaria de emisiones de GEI, impuesto al carbono o cualquier otra razón. EcoRegistry se basa en una tecnología de libro mayor distribuido (DLT) que permite la transparencia para la contabilidad de las compensaciones de carbono y soporta la seguridad y trazabilidad en la gestión de la información asociada a los proyectos de reducción de emisiones de CO2.

Se buscaba que la plataforma agregara transparencia, seguridad, trazabilidad y una implementación sólida de reglas para proporcionar la responsabilidad y la eficiencia transaccional requerida por los reguladores, inversores y participantes del mercado de créditos de carbono.

La forma en que EcoRegistry implementa DLT es a través de una red permisionada o privada que se ha implementado bajo el ecosistema Blockchain-Multichain de Microsoft Azure. El sistema tiene diferentes usos para esta tecnología. Primero, de la documentación que respalda cada paso de validación, verificación y certificación se obtiene el hash y se guarda como prueba de que la documentación no se modifica durante el ciclo de vida del registro. En segundo lugar, el hash se complementa con una firma digital basada en Blockchain del validador, verificador y certificador de acuerdo con cada paso. Cuando finaliza el proceso de certificación, se genera un número independiente de tokens, según la reducción de emisiones. Los tokens llegan a la billetera del propietario del proyecto, donde se pueden transferir a otra persona. Finalmente, durante el proceso de retiro, los tokens se envían a una dirección (Burn Address) donde no se pueden volver a retirar. Se desconoce la clave privada de esta dirección, pero el saldo se puede solicitar en cualquier momento para un proceso

---

<sup>51</sup> El Banco de La República de Colombia explorará intercambio de valores con Blockchain, octubre 2019

<https://www.colombiafintech.co/novedades/banco-republica-de-colombia-explorara-intercambio-de-valores-con-corda-de-r3>

contable detallado. Todo el proceso logra la redundancia y validación de la información asociada a los proyectos.

### EcoGox

EcoGox es un sistema de certificación, registro, monitoreo, rastreo, transferencia y redención de certificados de energía renovable, el cual puede describir el tipo de fuente de energía consumida por un cliente final. El reconocimiento de los atributos de generación para la emisión de certificados de energía renovable representa una oportunidad para que el cliente final pueda escoger conscientemente del tipo de fuente de la cual desea consumir su energía eléctrica.

A través de los siguientes puntos, los participantes de EcoGox reconocen los principios rectores que aportan claridad y confiabilidad en el ecosistema:

- Precisión
- Unicidad
- Inmutabilidad
- Trazabilidad
- Transparencia
- Implementación Tecnológica

Se buscaba una plataforma que permitiera la trazabilidad de cada atributo de generación por fuentes de energía renovable, garantizando la transparencia y confiabilidad en el sistema, cumpliendo así las exigencias del mercado de certificados de energía renovable.

EcoGox implementa tecnologías DLT mediante una red privada o permissionada con un comportamiento similar a la solución Blockchain que se encuentra en EcoRegistry. Se utiliza una red basada en Multichain, soportada por Microsoft Azure. Inicialmente toda empresa registrada en la plataforma recibe una billetera que le permitirá realizar transacciones con los Certificados de Energía Renovable (REC). Estas empresas cuentan con diferentes roles de usuario que permiten realizar diferentes procedimientos como transferir, generar o redimir. Un generador puede ingresar un nuevo proyecto anexando la información y documentación necesaria que luego pasará a verificación para asignar una identidad en la red Blockchain al proyecto, una vez hecho esto se puede ingresar la generación de dicho proyecto mes a mes, este proceso es verificado y posteriormente se crean tokens equivalentes a la cantidad de energía generada en ese mes en KWH. Estos nuevos tokens o seriales pueden ser transferidos a otros usuarios de la plataforma o se pueden redimir a clientes finales que desean certificar el origen de su consumo de energía eléctrica. Una vez que se redime una cantidad de CERs, estos se envían a una dirección (Burn Address) de la cual no se pueden recuperar, pero se puede acceder a su saldo para contabilidad y auditoría.

### CumblApp (Prototipo)

CumblApp es una plataforma cashless basada en la Blockchain de Ethereum, que busca implementar el pago de ayudas y programas gubernamentales de manera confiable, segura y transparente. Esta plataforma de compras y pagos mediante tokens con características propias permitirá que las empresas o entidades gubernamentales

puedan optimizar y controlar las compras que se hacen mediante recursos asignados por programas de ayuda económica como auxilios de alimentación, vivienda, medicamentos, entre otros para el caso del gobierno o sistemas de tokenización propios en el caso de empresas o entidades privadas. CumblApp se ayuda de la inteligencia artificial y la analítica para mejorar la asignación de los recursos, recomendaciones de compras en la aplicación, entre otros.

La App permite que los recursos o ayudas del gobierno entregados a los ciudadanos son asignados de manera transparente y segura, además de mantener una trazabilidad sobre el uso de estas, para evitar que sean utilizados de manera incorrecta o mal intencionada.

CumblApp utiliza la Blockchain de Ethereum para implementar contratos inteligentes que garanticen las propiedades de cada token que se emite en la plataforma. Cada usuario registrado en CumblApp recibe una billetera donde almacena sus tokens, los cuales son divididos en categorías de comercios (transporte, alimentación, medicamentos, vivienda, entre otros). Cada categoría tiene asociada una lista blanca de usuarios y establecimientos habilitados para usar los tokens, estas listas blancas son respaldadas por Smart Contracts en Ethereum que garantizan que solo se puedan usar los tokens en cierto grupo de productos y territorios para los cuales fueron diseñados en su emisión. Para la emisión de los tokens se utiliza el estándar ERC1155 de Ethereum, este estándar permite emitir tokens fungibles y no fungibles, además de optimizar el costo de las transacciones y habilitar la emisión de múltiples tokens en el mismo Smart Contract.

# 4. Posibles casos de uso en blockchain aplicables en Colombia

## 4.1 Servicios de gobierno

Las aplicaciones para gobierno bajo la tecnología blockchain son diversas y muy prometedoras. Si se tiene en cuenta que el gobierno se puede concebir como un gran gestor de información en la sociedad, se identifican algunos de los subsectores en los cuales blockchain tiene una posición preponderante en el juego. Los siguientes son solo algunos ejemplos de los muchos en los que esta tecnología puede traer grandes beneficios:

### 4.1.1 Salud

Los casos de uso en salud son muy diversos, uno de los más significativos es el de historia clínica hasta la protección de la cadena de suministro de medicinas protegiéndolas contra la falsificación.

De otro lado, existen proyectos para conectar directamente a pacientes con doctores, a través de sistemas de gestión basados en blockchain que manejan las citas de los especialistas, las PQRS (con la ayuda de inteligencia artificial) y la base de datos de pacientes para que se haga más eficiente la gestión en salud, aumentando la empleabilidad de los médicos y reduciendo los tiempos de atención a los usuarios

### 4.1.2 Sistemas de votación

Un sistema basado en blockchain ofrecer una transparencia única que limite las posibles prácticas y conductas ilegales en épocas de elecciones. Blockchain puede

ayudar a mejorar la democracia, a través del desarrollo de aplicaciones que permitan la transparencia electoral y las votaciones digitales.

La ubicuidad que provee blockchain para interactuar con un sistema de información que requiera el grado más alto de autenticación, es el ingrediente perfecto para la fusión de las normativas y prácticas tecnológicas que se instauren y el buen ejercicio de la democracia.

Un ejemplo práctico realizado en Bogotá en 2018, apoyado y galardonado por parte del MinTIC, se realizó con la elección de personeros en dos instituciones educativas, en el que se desarrolló el proceso electoral existente bajo la tecnología Blockchain.

La Alta Consejería Distrital de TIC y la Secretaría Distrital de Educación, a través de ViveLab Bogotá, desarrollaron un proceso experimental para el desarrollo de elecciones digitales de representante estudiantil, haciendo uso de blockchain.

La siguiente infografía, muestra el resumen del proceso:



Fuente: Premios Índigo a la Innovación Pública Digital

Figura 13 – Resumen proceso de elección de personeros

### *4.1.3 Educación*

En el ámbito educativo, se pueden mencionar los problemas existentes con los certificados y títulos de las universidades, en cuanto a la falsificación de estos. blockchain pone fin de tajo a esta práctica de manera definitiva.

Lo mismo puede suceder con los certificados de notas de los estudiantes, que, una vez puestos en el sistema por parte de los profesores, estos deberían no ser susceptibles de cambios posteriores.

### *4.1.4 Sistemas de registro de propiedad*

En Colombia se realizó un primer piloto con la Agencia Nacional de Tierras. Como se evidenció en la sección de casos de uso internacionales, en el mundo se está empezando a utilizar en muchos países la tecnología blockchain con fines de aseguramiento de la titulación de predios.

### *4.1.5 Uso de la Identidad Digital con aplicaciones blockchain<sup>52</sup>*

Las administraciones públicas no son solamente la fuente de información de identidad clave para la ciudadanía (desde el certificado de nacimiento al de defunción), sino que también necesitan identificarlos sin ambigüedad para ofrecerles servicios. Esto se aplica también a empresas o asociaciones y cada vez más a máquinas y otros agentes.

Lo ideal es que cada actor en la economía digital tenga un mecanismo de identificación digital única y verificable, segura y privada sin tener que recurrir a una autoridad externa.

Hoy los populares procedimientos de Reconocimiento de Cliente o KYC por su sigla en inglés (Know Your Customer) serían innecesarios para los trámites ante el Estado pues la identidad digital soberana y resguardada sobre el blockchain se convierte en el punto de referencia único para todo tipo de trámites entre el ciudadano y el sector público.

### *4.1.14 Blockchain para la economía naranja*

En el marco de la economía naranja se puede hacer buen uso de la tecnología blockchain para apoyar la protección de las creaciones musicales de nuestros artistas. Por la misma razón que la tecnología permite la eliminación de intermediarios.

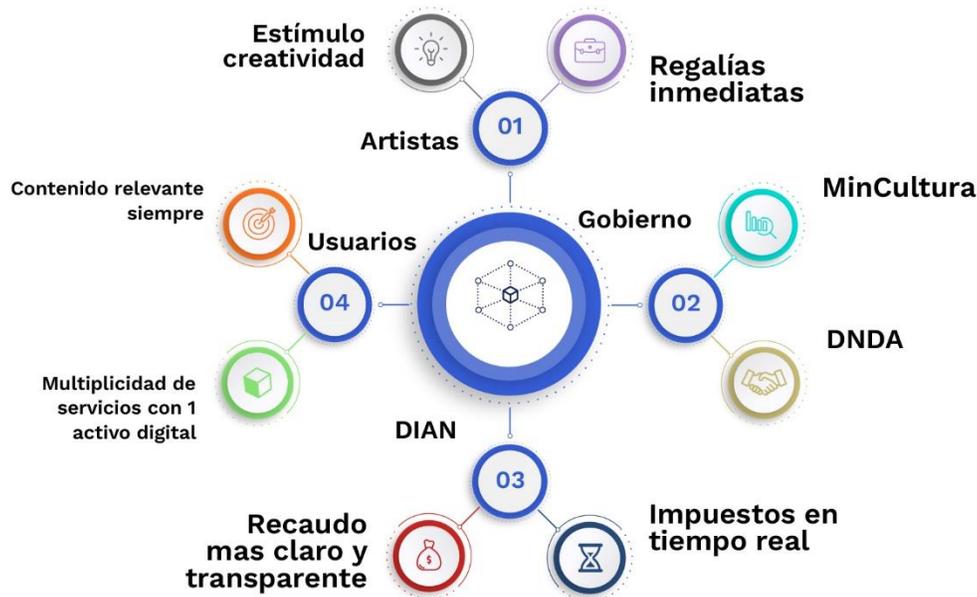
Los ejemplos vienen en este caso desde la empresa privada, en una disrupción como lo fueron los reproductores portátiles de música digital a la industria de los productores de medios físicos para escucharla.

---

<sup>52</sup> Caso tomado de Cordero Valdavia, Magdalena (2019), Op.cit.

Warner Music<sup>53</sup> se ha unido a una inversión de 11,2 millones de dólares en una nueva red de blockchain llamada Flow, creada por el jefe global de estrategias de iniciativas musicales en Apple y el ex vicepresidente principal de desarrollo de negocios de Warner Music, que opinan que "El objetivo principal es crear nuevas maneras donde los fanáticos de nuestros artistas puedan explorar (...) y relacionarse con los artistas de formas nuevas y diferentes que no han hecho antes"<sup>54</sup>.

## Coexistencia de los Actores Industria Musical



Fuente: Elaboración MinTIC a partir de datos del consultor

Figura 14 – Ejemplo de un ecosistema Blockchain simple

<sup>53</sup> Se sugiere consultar el siguiente link:

<https://www.forbes.com/sites/michaeldelcastillo/2019/09/12/exclusive-from-cryptokitties-to-cardi-b-warner-music-joins-11-million-investment-in-ethereum-replacement/#661b757b2b21>

<sup>54</sup> Madeira, Antonio (2020), Blockchain perturba la industria de la música y hace que cambie de tono

<https://es.cointelegraph.com/news/blockchain-to-disrupt-music-industry-and-make-it-change-tune>

# PARTE II: IMPLEMENTAR BLOCKCHAIN

# 5. ¿Cómo implementar un proyecto blockchain?

Esta guía tiene como fin permitir que las instituciones interesadas comiencen implementaciones bajo blockchain y piloteen procesos para transformar su gestión de forma positiva. Como todo proyecto, se requieren unos componentes esenciales para lograr este objetivo, que parte de la gestión de proyectos de los sistemas ágiles<sup>55</sup>, de forma que produzcan resultados de manera relativamente rápida.

Es necesario resaltar que la gestión de proyectos convencional, no es suficiente para englobar los conceptos y la forma en la que se realiza la transformación digital. Al implementar blockchain, se deben contemplar cuáles son los recursos existentes para desarrollarlos, e identificar las posibles barreras y las limitaciones que puedan presentarse en la implementación.

En este aparte abordaremos ambos aspectos de forma general, y se describirán en detalle cada una de las etapas de implementación para el desarrollo del ciclo de vida del proyecto de blockchain.

Antes de iniciar cada una de las etapas, a continuación, se desarrollarán unos pasos preliminares para implementar un proyecto de blockchain.

En primer lugar, para que el marco del PoC de blockchain sea exitoso, se debe plantear el problema específico que se debe abordar. Es relevante, desarrollar las ideas partiendo de aquellos beneficios que obtendría el usuario, y poniendo al usuario y al ciudadano en el centro del diseño.

---

<sup>55</sup> Roselló Villán, Vanessa (2019) Las metodologías ágiles más usadas y sus ventajas dentro de la empresa. <https://www.iebschool.com/blog/que-son-metodologias-agiles-agile-scrum/#:~:text=Por%20definici%C3%B3n%2C%20las%20metodolog%C3%ADas%20%C3%A1giles,las%20circunstancias%20espec%C3%ADficas%20del%20entorno.>

Al respecto, pregúntese ¿cuáles deberían ser los pasos para que la implementación de blockchain sería exitosa?, y examine los pasos que se indican a continuación:<sup>56</sup>

### *Tome pequeños pasos, evite los cambios de alcance*

Un aspecto importante a contemplar, es la necesidad que la solución sea de alcance progresivo.

Implementar un proyecto con un alcance mayor al requerido, no siempre significa un éxito del 100%. La clave es contar con una oficina de gestión de proyecto que busque conservar el alcance dentro de los límites estipulados del proyecto, para lo cual, es importante no perder de vista:

- Obtenga las características que realmente puede ofrecer, no los que no puede hacer.
- No intente hacer todo a la vez. De pequeños pasos. En realidad, dar pequeños pasos ayuda a evitar cualquier factor de riesgo.

### *Conecte todas las ideas y contrólelas*

Se requiere contar con un equipo que respalde la idea y ayude a encontrar una solución compacta, sin embargo, puede suceder que no todas las personas del equipo compartan la misma idea. No obstante, es necesario contemplar también la opinión de los que tienen diferentes ideas y visiones con respecto al desarrollo de blockchain.

Es por eso que, en lugar de enfocarse únicamente en una visión propia, es importante intentar ver la solución que contempla la idea desde el punto de vista de los demás también. Se debe crear un puente entre esas ideas y crear un modelo sólido de lo que desea lograr.

### *Construya un plan completo*

Otro obstáculo en el camino de una adecuada prueba de concepto es la mala interpretación de los desafíos de implementación de blockchain. La implementación de blockchain no es una tarea fácil, y es importante considerar que se podría tener muchas fallas que terminarían en posibles escenarios de falla.

Antes de presentar una idea a las partes interesadas, hay que profundizar en las raíces y descubrir los posibles puntos débiles. Además, realizar una lluvia de ideas con el equipo a lo largo de cada paso para encontrar las fallas en el plan y encontrar las soluciones.

Además, se deben analizar las limitaciones y cómo pueden superarse para que este proyecto de blockchain de prueba de concepto sea un éxito.

Revise las fortalezas del equipo, y calcule como mitigar los impactos en las debilidades para intentar superarlas.

---

<sup>56</sup> Tomado a partir de <https://101blockchains.com/blockchain-proof-of-concept/>, traducido al español

### *Probar, probar y probar*

Después de terminar el diseño, se deberá pasar a la fase de prueba. No efectuar las pruebas, puede provocar que el MVP (Producto Mínimo Viable) termine fallando. Se sugiere probar el MVP durante mucho tiempo antes de hacerlo accesible a los usuarios finales.

Esto no solo eliminará la posibilidad de un factor de riesgo, sino que también lo ayudará a comprender si el MVP está listo para implementarse. Además, nunca se puede predecir realmente cuánta carga transaccional tendría que soportar la red.

Por lo tanto, en el caso de MVP en la prueba de concepto de blockchain, se debe realizar pruebas hasta que se tenga la certeza de que no se presentan problemas de codificación.

### *Colaborar con otros involucrados*

La colaboración con otras instituciones, empresas, naciones podría ayudar a reducir el costo general de la prueba de concepto de blockchain. Además, si es una institución nueva, o de tamaño o cobertura geográfica mediano o pequeña, colaborar con otras partes podría ayudarlo con el costo de producción.

La colaboración debe estar sujeta a la función o del tipo de marco de PoC de blockchain en el que desee trabajar. Además, cuantas más funciones complejas agregue, más costoso puede resultar el proyecto

### *Conforme el equipo adecuado para la tarea*

Conforme el equipo con los roles necesarios para el desarrollo de la prueba de concepto, verificando cuáles son las fortalezas que requiere, así como verificar si se tiene el equipo adecuado para su desarrollo

Es importante, que se contrate el mejor talento, para lo cual se sugiere asesorarse bien y averiguar qué tipo de iniciativas se están manejando a nivel de formación en universidades, Mintic, SENA, RutaN, Centro de la 4ta Revolución Industrial, clústeres de emprendimiento, academias de formación con experiencia demostrable, en cualquier caso, las instituciones deben asegurarse de contratar al personal en consecuencia o de formar a sus equipos internos.

### *Escoja preferentemente tecnologías de código abierto*

De manera preferente, escoja tecnologías de código abierto, que permitan a la entidad pública escalar rápidamente la solución, de manera costo-eficiente, de forma que se eviten soluciones cerradas o lock-in.

Expuestos los aspectos preliminares, a continuación, se desarrollan cada una de las etapas que deben considerarse en el diseño e implementación de un proyecto de blockchain:

# 5.1 Conozca los principios y buenas prácticas aplicables a blockchain

## 5.1.1 Conozca los Principios Presidio para blockchain y prepárese para aplicarlos.

En el contexto tecnológico, además de las ventajas, existen los riesgos que están asociados a la protección de quienes consumen los servicios de una institución con implementaciones blockchain. Es necesario por tanto establecer las normas de coexistencia de los actores del ecosistema digital que se cree y que cada uno juegue un rol relevante en la cadena de valor.

El Foro Económico Mundial ha publicado los Principios Presidio<sup>57</sup>, adoptados por el Gobierno de Colombia, bajo los cuáles se busca que los mismos gobiernen el desarrollo de aplicaciones bajo tecnología blockchain.

¿Qué es lo que está en juego?

Las organizaciones enfrentan algunos de los siguientes retos al desarrollar tecnologías como blockchain:

- Riesgos para los usuarios: uno de los aspectos que debe tenerse en cuenta es la protección de los derechos de los usuarios, en especial la protección de sus datos personales. Las propiedades de blockchain como tecnología fundamental hacen que estas consideraciones sean particularmente importantes, dado el potencial daño y los efectos posteriores que pueden prevenir en la verificación de posibles riesgos en la implementación del proyecto.
- Ampliación de las brechas existentes: Es posible que el uso de tecnologías pueda ampliar brechas existentes, por ejemplo, a pesar de que se habla del potencial de la inclusión financiera, si no se diseña con cuidado, blockchain puede conducir a una mayor exclusión y explotación de poblaciones vulnerables.

¿Qué se puede hacer?

Al igual que con cualquier tecnología, las promesas y los peligros finales de la tecnología blockchain se reducirán a las decisiones individuales tomadas en su estrategia, desarrollo e implementación. Es imposible controlar todas estas opciones de diseño, pero hay espacio para asegurar la alineación entre los actores clave, entre estos definir cuáles deberían ser los estándares mínimos para la tecnología.

---

<sup>57</sup> Consulte los Principios en el siguiente link: <https://www.weforum.org/communities/presidio-principles>, Presidio Principles: Foundational Values for a Decentralized Future, WEF 2020

El Consejo Global de Blockchain del Foro Económico Mundial ha creado una "Declaración de Derechos Blockchain: Principios de Diseño para un Futuro Descentralizado", cuyo objetivo es alinear a los líderes del sector privado, los formuladores de políticas y los consumidores en una visión fundamental de cómo los usuarios pueden y deben ser protegidos a medida que se desarrolla la tecnología blockchain, particularmente en torno a los siguientes pilares:

- Agencia e interoperabilidad: el derecho a poseer y administrar datos.
- Privacidad y seguridad: el derecho a la protección de datos.
- Transparencia y accesibilidad: El derecho a la información sobre el sistema.
- Rendición de cuentas y gobernanza: el derecho a comprender los recursos disponibles.

### *Los 16 principios:*<sup>58</sup>

Las aplicaciones creadas sobre sistemas basados en blockchain deben conservar los siguientes derechos de participante. Un participante debe tener acceso a información que le permita:

- I. Comprender cómo se opera un servicio, incluidos los riesgos potenciales del servicio, la disponibilidad del código fuente y las reglas y estándares en los que se basa.
- II. Comprender los riesgos y beneficios potenciales del uso de la tecnología blockchain de un servicio.
- III. Comprender las expectativas de rendimiento del sistema y dónde reside la responsabilidad de la prestación del servicio dado.
- IV. Comprender los derechos y obligaciones de los diferentes participantes del sistema.

Un participante debe poder:

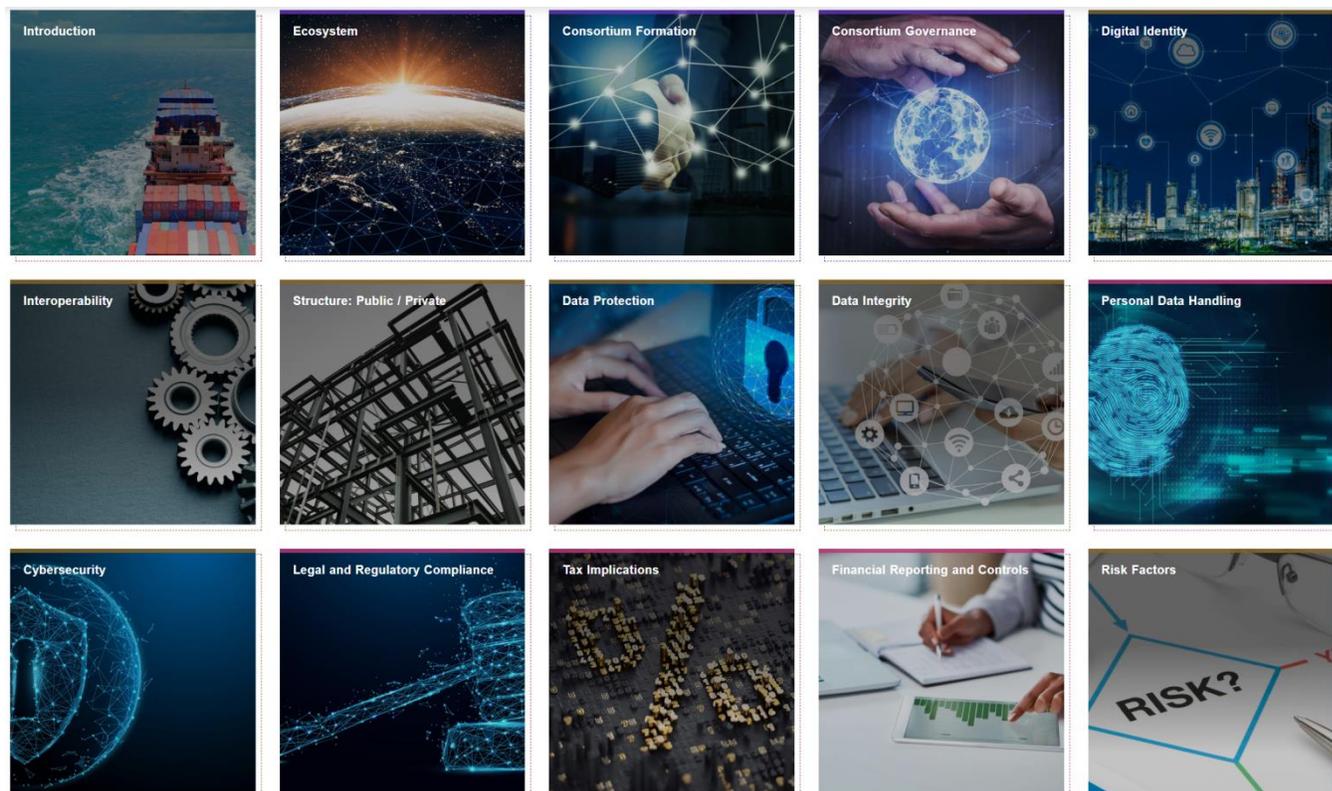
- V. Crear, administrar y almacenar de forma independiente claves criptográficas.
- VI. Gestionar el consentimiento de los datos almacenados en sistemas de terceros.
- VII. Transferir datos entre sistemas interoperables o partes de un sistema.
- VIII. Revocar el consentimiento para la recopilación de datos en el futuro.
- IX. Tener acceso a información suficiente para facilitar la interoperabilidad del sistema.
- X. Evaluar si sus datos están en riesgo mediante los procedimientos de divulgación adecuados, que pueden incluir, entre otros, un examen de los resultados de la auditoría, las certificaciones o el código fuente.

---

<sup>58</sup> <https://www.weforum.org/communities/presidio-principles>, Presidio Principles: Foundational Values for a Decentralized Future, Traducido al español.

- XI. Tener sus datos protegidos de acuerdo con estándares técnicos de seguridad reconocidos internacionalmente.
- XII. Limitar la recopilación de datos a lo que sea necesario y el uso de datos para el propósito para el que se proporcionaron.
- XIII. Verifique, a través de herramientas de terceros o creadas por usted mismo, que las operaciones se hayan completado y confirmado de acuerdo con las reglas del sistema.
- XIV. Acceder a la información necesaria para: (a) comprender la gobernanza y las reglas del sistema y (b) buscar mecanismos de recurso eficaces.
- XV. Desactive el uso de aplicaciones que no tratan los datos de acuerdo con los estándares de protección de datos y gobierno reconocidos internacionalmente.
- XVI. Rectifique los datos que demuestren ser falsos, inexactos o incompletos cuando sea necesario.

### 5.1.2 Conozca el kit de herramientas blockchain del Foro Económico Mundial



Fuente: Foro Económico Mundial Blockchain Toolkit

Figura 15 – Kit de herramientas formulado por el Foro Económico Mundial<sup>59</sup>

<sup>59</sup> WEF. Blockchain Toolkit. <http://widgets.weforum.org/Blockchain-toolkit/modules>

Blockchain tiene el potencial de revolucionar la forma en que las empresas compiten y las partes interesadas colaboran en el mundo de las cadenas de suministro. Dado que la tecnología es incipiente, el Foro Económico Mundial ha publicado este conjunto de herramientas para proporcionar orientación para el desarrollo y la implementación de nuevas soluciones blockchain.

La figura anterior, muestra los elementos constitutivos de ese kit de herramientas, diseñado para una organización que quiera integrar una solución de las características de blockchain.

En esta guía se presentarán de manera resumida algunos aspectos de los módulos del kit elaborado por el Foro Económico Mundial, se recomienda hacer una consulta de cada módulo y obtener un mejor entendimiento de todos los conceptos.

### *5.1.2.1 Ecosistema*

Blockchain es más efectivo cuando se usa para automatizar flujos de trabajo entre las organizaciones lo que permite impulsar los procesos de negocio y el intercambio de datos. Sin embargo, hacerlo de manera eficaz requiere un ecosistema con una estructura de gobernanza acordada que defina los roles y comportamientos de los participantes, cómo y qué información se compartirá entre los participantes, la propiedad de los datos, los criterios de entrada y salida y la también la financiación.

Un Registro Distribuido conlleva algunas ventajas notables, que incluyen descentralización, mayor flexibilidad, mayor transparencia, seguimiento de auditoría, independencia y más. Pero, como cualquier nueva tecnología implementada en la operación diaria de una organización, blockchain también conlleva consideraciones adicionales, como administrar qué información es apropiada para poner en la red y quién puede escribir esa información en la cadena compartida.

Más información, por favor visitar:

<http://widgets.weforum.org/Blockchain-toolkit/ecosystem/>

### *5.1.2.2 Formación de alianzas*

Uno de los aspectos que pueden ser claves en la exploración y adopción de blockchain es la de formar una alianza entre múltiples partes interesadas con la intención de crear, implementar, acelerar y escalar soluciones de blockchain para un sector específico. El modelo de alianza permite a los participantes aprovechar la tecnología blockchain al equilibrar los beneficios, que a menudo incluyen permitir que los competidores colaboren para crear soluciones descentralizadas en red para resolver problemas compartidos, al tiempo que protege su ventaja competitiva individualmente, manteniendo la confidencialidad de los datos sensibles.

A medida que esta tecnología continúa emergiendo, el enfoque de consorcio puede llevar la investigación y el desarrollo (I + D) al siguiente nivel más allá de lo que una empresa puede lograr por sí sola para desarrollar nuevas soluciones de blockchain que aborden casos de uso específicos de la cadena de suministro. Esta alianza puede evolucionar a medida que se implementan las soluciones para fomentar la adopción, crear estándares e interoperar con otras organizaciones comerciales y alianzas adicionales. Por ejemplo, una prueba de concepto (PoC) puede comenzar internamente en una sola empresa o con un pequeño grupo de participantes dentro de una industria, luego crecer con el tiempo en términos de participación vertical y horizontal, sofisticación técnica o ambos, en la que la participación del gobierno puede ser importante para que se aprenda más de esta tecnología y sus ventajas.

Más Información, por favor visitar:

<http://widgets.weforum.org/Blockchain-toolkit/consortium-formation>

### *5.1.2.3 Gobernanza de la alianza*

La buena gobernanza es un indicador clave del buen funcionamiento de una alianza. Crear el marco para que las entidades trabajen juntas de manera efectiva es tan importante como construir la solución tecnológica relacionada. Inevitablemente, los miembros de una alianza tendrán diferentes prioridades e intereses que deben conciliarse. Por lo tanto, antes de formar una alianza, es importante planificar de antemano cómo se tomarán las decisiones y cómo se resolverán las diferencias de opinión. Si bien no existe una solución única que permita dar cabida a todos los intereses dispares, establecer reglas de tránsito desde el principio puede ayudar en gran medida a suavizar los desacuerdos, o incluso a prevenirlos por completo.

Decidir sobre un modelo de gobernanza es importante en la misma formación de una alianza, ya que el modelo de gobernanza es clave para todas las demás tomas de decisiones. Las decisiones iniciales importantes incluyen quién financiará las operaciones, quién será responsable del desarrollo de nueva tecnología y quién será el propietario de esta tecnología. Sin embargo, tenga en cuenta que también es posible, e incluso probable, que el modelo de gobernanza de una alianza cambie con el tiempo a medida que la solución blockchain se vuelve más sofisticada, agregando nuevos participantes y funcionalidades.

Más información, por favor visitar:

<http://widgets.weforum.org/Blockchain-toolkit/consortium-governance>

#### *5.1.2.4 Identidad Digital en cadenas de abastecimiento*

Con la creciente complejidad de las cadenas de suministro, las identidades confiables de los pares en la red de suministro son fundamentales para operaciones eficientes. Una identidad confiable puede abarcar diferentes contextos, tanto físicos como digitales. Este módulo del Kit de Herramientas se centra en la última forma de identidad: una presencia en línea que representa y actúa en nombre de un actor externo.

Este módulo cubre consideraciones y preguntas para guiar el diseño de un sistema de identidad digital responsable. La información de este módulo asume que blockchain es la capacidad clave que permite la transformación en un caso de uso en la cadena de suministro.

Este módulo debe ser aprovechado por los diseñadores, propietarios y operadores de la red blockchain para enfocar la identidad digital como uno de los componentes clave de la capacidad blockchain. Contiene consideraciones generales sobre el diseño de un sistema de identidad digital, incluidos quiénes son los actores, decisiones tecnológicas, modelos comerciales, protección de datos de identidad, procesos y gobernanza. También incluye un área de enfoque específica destinada a informar el diseño de un sistema de identidad descentralizado.

Más información, por favor visitar:

<http://widgets.weforum.org/Blockchain-toolkit/digital-identity>

#### *5.1.2.5 Interoperabilidad*

Uno de los aspectos más mencionados a lo largo de esta guía ha sido la interoperabilidad. Sin lugar a dudas constituye un aspecto fundamental para el desarrollo de infraestructuras blockchain intragubernamentales, interinstitucionales e incluso internacionales.

La tecnología blockchain, por su propia naturaleza, se basa en interacciones entre pares en torno a Registros Distribuidos que son compartidos. Esto hace que la transformación de un enfoque aislado y fragmentado a la integración de la cadena de valor de un extremo a otro sea más alcanzable, pero también significa que la importancia de la interoperabilidad es imperativa.

En los términos más simples, la interoperabilidad exitosa permite al usuario confiar en “sé que lo que veo, es lo que tú ves”. Este módulo del Kit de Herramientas proporciona herramientas para analizar el desafío de hacer que las soluciones blockchain funcionen a la perfección en ese sentido y para elegir el enfoque de interoperabilidad correcto.

Más información, por favor visitar:

<http://widgets.weforum.org/Blockchain-toolkit/interoperability>

### 5.1.2.6 Estructura: Pública / Privada

Una de las consideraciones que debe gestionarse es qué modelos de permisos se requieren para el proyecto. Un blockchain pública, como la de Bitcoin, permite a cualquier persona en Internet leer o escribir en el Registro Compartido, mientras que una cadena de bloques administrada por un consorcio o alianza, por ejemplo, podría restringir el acceso a organizaciones asociadas.

En última instancia, la decisión de "público versus privado" afectará la funcionalidad, la seguridad, la compatibilidad con los sistemas de otros socios y, quizás lo más importante, el posicionamiento competitivo de las organizaciones en sus proyectos de cadena de suministro. Sin duda, no hay una única respuesta "correcta". Es vital comprender primero los beneficios y los inconvenientes únicos de cada tipo de cadena y luego elegir la que mejor se adapte a los requisitos de su proyecto en particular.

Más información, por favor visitar:

<http://widgets.weforum.org/Blockchain-toolkit/structure-public-private>

### 5.1.2.7 Protección de los Datos

La pérdida de control percibida sobre los datos es uno de los mayores obstáculos para la adopción de blockchain que enfrentan muchas organizaciones de cadenas de suministro. Sin embargo, con una buena planificación y comunicación del proyecto, este problema se puede mitigar en gran medida.

La tecnología blockchain nunca requiere que una organización revele más datos de los que se siente cómoda. Los datos en cadena también se pueden cifrar para que solo puedan utilizarlos las partes autorizadas. Por lo tanto, en el curso de la selección e implementación de una solución blockchain, una organización de cadena de suministro tiene una flexibilidad real para garantizar que aborda tanto sus preocupaciones de protección de datos y privacidad como las de otros socios de la cadena de suministro.

Más información, por favor visitar:

<http://widgets.weforum.org/Blockchain-toolkit/data-protection>

### 5.1.2.8 Integridad de los datos

La integridad de los datos es la propiedad de que los datos utilizados en una solución sean correctos, confiables y útiles para todos los participantes. El término "integridad de los datos" se utiliza aquí en el sentido más amplio y ubicuo en el mundo de la cadena de suministro, refiriéndose no solo a la resistencia a la modificación de datos no intencionada, sino también a la integridad, puntualidad y precisión de los datos durante toda su vida útil.

Este módulo cubre las consideraciones típicas para garantizar que los datos utilizados en una solución blockchain sean correctos, confiables, oportunos para todos los participantes y se conserven desde el punto de creación de datos hasta el punto de uso en blockchain. Este módulo enfatiza que la tecnología blockchain no

necesariamente garantiza la precisión de los datos ingresados en la cadena. Destaca que, de hecho, existen múltiples etapas y pasos en los que la integridad de los datos puede verse comprometida.

Más Información, por favor visitar:

<http://widgets.weforum.org/Blockchain-toolkit/data-integrity>

### *5.1.2.9 Tratamiento de datos personales*

El tratamiento en materia de datos personales, es un aspecto que debe conllevar al análisis de la normativa vigente de cada país.

Por ejemplo, el Reglamento General de Protección de Datos de la Unión Europea, impone obligaciones sobre lo que denomina controladores y procesadores de datos; sin embargo, cuando no hay un proveedor de servicios centralizado como en una red blockchain, ¿quién es responsable de supervisar el tratamiento de los datos personales? Y si una cadena registra datos de manera inmutable, ¿qué significa eso para las obligaciones de borrado si esos datos no se pueden eliminar? Si bien estas consideraciones no tienen por qué ser prohibitivas para comenzar un nuevo proyecto de blockchain, deben abordarse desde el principio, incluso, en algunas circunstancias, por organizaciones de la cadena de suministro que no se encuentran en la jurisdicción donde aplique a la cadena de blockchain.

Además, todos los aspectos relacionados con el tratamiento de datos personales, deben ser resueltos teniendo en cuenta las buenas prácticas internacionales, pero asegurando el cumplimiento de la normativa en Colombia.

Más información, por favor visitar:

<http://widgets.weforum.org/Blockchain-toolkit/personal-data-handling>

### *5.1.2.10 La seguridad cibernética o ciberseguridad*

Cualquier implementación de nueva tecnología debe incluir salvaguardas adecuadas contra estos escenarios de incidentes de seguridad digital o de la información.

Aunque la tecnología blockchain está evolucionando rápidamente, existen algunos conceptos de seguridad fundamentales que se pueden aplicar al espacio blockchain de manera efectiva. Después de cubrir estas áreas de enfoque, este módulo del Kit ofrece un marco de gestión de riesgos y un plan de implementación segura de 10 pasos que debería ser útil en una amplia gama de proyectos de la cadena de suministro.

Más información, por favor visitar:

<http://widgets.weforum.org/Blockchain-toolkit/cybersecurity>

### *5.1.2.11 Cumplimiento legal y regulatorio*

Existen algunas consideraciones comunes que los proyectos de blockchain deben abordar desde un punto de vista legal y regulatorio. En el módulo del kit se exponen, algunas recomendaciones para que los proyectos consideren las leyes y reglamentaciones específicas de la jurisdicción y de la industria.

Más información, por favor visitar: <http://widgets.weforum.org/Blockchain-toolkit/legal-and-regulatory-compliance>

Para Colombia, se han emitido algunas circulares al respecto del uso de criptoactivos, especialmente la Circular 52 del 2017 sobre riesgos potenciales asociados a operaciones relacionadas con “monedas electrónicas, criptomonedas o monedas virtuales”. Se pueden descargar directamente el comunicado de la Superfinanciera en este enlace: [https://www.superfinanciera.gov.co/descargas?com=institucional&name=pubFile1025022&downloadname=cc52\\_17.doc](https://www.superfinanciera.gov.co/descargas?com=institucional&name=pubFile1025022&downloadname=cc52_17.doc)

Además, es importante considerar que el Banco de la República ha conceptuado en el sentido que las criptomonedas no obedecen a ninguna regulación dado que no son ningún tipo de instrumento financiero reconocido oficialmente para la realización de transacciones. El pronunciamiento se puede encontrar bajo la referencia JDS-23920.

#### *5.1.2.12 Implicaciones fiscales*

Si bien las implicaciones fiscales rara vez se incluyen con el diseño y desarrollo temprano, este conjunto de herramientas fomenta un enfoque de base amplia para que ninguna parte del negocio sea una ocurrencia tardía. Las implicaciones fiscales se deben considerar desde la fase inicial de alcance y estrategia de una implementación de blockchain.

El propósito de este módulo del Kit es educar a los gerentes de implementación y a las organizaciones e identificar detalles y abordar las características para aplicar adecuadamente las diversas implicaciones fiscales del uso de blockchain. Para cálculos específicos de responsabilidad tributaria y requisitos de informes de cumplimiento, quien aplique la guía debe consultar con especialistas tributarios locales en la jurisdicción, ya que las leyes tributarias pueden variar según los hechos y jurisdicciones específicos. La planificación adecuada y la investigación fiscal pueden reducir la incertidumbre fiscal, cumplir con los requisitos reglamentarios, generar eficiencias con respecto a las operaciones y reducir la carga fiscal general.

Más información, por favor visitar: <http://widgets.weforum.org/Blockchain-toolkit/tax-implications>

#### *5.1.2.13 Informes y controles financieros*

Cualquier solución de blockchain diseñada e implementada para una cadena de suministro debe considerar los requisitos de los informes financieros de los participantes, los controles internos y sus partes interesadas, para que cualquier caso se aborde con éxito. Cuando se combina con formas más tradicionales de contabilidad empresarial, la información blockchain puede ayudar a las empresas a respaldar la preparación de estados financieros oportunos y confiables.

Es importante abordar los muchos desafíos que pueden existir cuando una organización se basa en la información obtenida de una cadena de bloques y la tecnología

subyacente como parte de su proceso de información financiera y sistema de control interno.

Más información, por favor visitar:

<http://widgets.weforum.org/Blockchain-toolkit/financial-reporting-and>

#### *5.1.2.14 Factores de riesgo*

Las nuevas tecnologías tienen posibles inconvenientes que deben identificarse y gestionarse. Esto es especialmente cierto, cuando esa tecnología no es simplemente una aplicación superpuesta, sino es parte central de la infraestructura de TI subyacente de la organización, como suele ser el caso de blockchain.

La lista de verificación incluida en este módulo del Kit cubre algunos posibles riesgos y errores comunes asociados con el despliegue de tecnologías blockchain. Sin embargo, hay que tener en cuenta que esta lista no pretende ser exhaustiva. Teniendo esto en cuenta, los gerentes de proyectos deben ver la información como una guía genérica y trabajar con las partes interesadas internas relevantes, como los equipos de seguridad cibernética, auditoría interna, finanzas, cumplimiento, legal, operaciones y tecnología de la información para identificar y priorizar los riesgos que son importantes para sus despliegue y desarrollo de mecanismos para gestionar los riesgos de forma proactiva.

Más información, por favor visitar:

<http://widgets.weforum.org/Blockchain-toolkit/risk-factors>

## 5.2 Cuestionario previo

En primer lugar, es necesario establecer cuál es la necesidad y el objetivo para abordar en el proyecto de blockchain. A continuación, se presenta un cuestionario desarrollado por el Banco Interamericano de Desarrollo<sup>60</sup> que busca responder si ¿es recomendable utilizar blockchain para resolver el problema identificado?

Es cuestionario, está dirigido a los servidores públicos que quieran saber si blockchain les puede ser útil. Antes de comenzar, se les pide que dejen de lado, por un momento la discusión tecnológica, y se concentren en el problema que quieren resolver. Las preguntas fueron desarrolladas para ayudarlos a entender si blockchain puede contribuir o no a solucionar el problema en cuestión.

1. ¿Necesitas que todos los involucrados guarden algún tipo de registro de información?  
A / Sí, todos los usuarios de las entidades involucradas van a generar información que necesita ser registrada.  
B / Sí, pero solo algunos usuarios de algunas entidades van a generar información que necesita ser registrada.  
C / No, solamente un grupo pequeño de una sola entidad generará información que necesita ser registrada.
2. ¿Necesitas que todos los involucrados accedan a este registro?  
A / Sí, todos los usuarios de muchas entidades van a acceder al registro.  
B / Sí, pero solo algunos usuarios de varias entidades van a acceder al registro.  
C / No, solamente un grupo pequeño de una sola entidad necesita acceder al registro.
3. ¿Alguno de los involucrados tiene incentivos para intentar falsificar la información del registro para sus propios intereses?  
A / Sí.  
B / No.
4. ¿Necesitas validar el registro de nueva información en tiempo real o casi real?  
A / No, puedo esperar más de 10 minutos para validar un registro.  
B / No, pero solo puedo esperar hasta 10 minutos para validar un registro.  
C / Sí, necesito que la validación sea inmediata.
5. ¿Qué piensas de la existencia de una entidad central que valide/verifique toda la información para confirmar que es legítima y confiable?  
A / No la quiero.

---

<sup>60</sup> BID (2019). Blockchain en la administración pública ¿Mucho ruido y pocos bloques? [https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Blockchain\\_en\\_la\\_administraci%C3%B3n\\_p%C3%BAblica\\_Mucho\\_ruido\\_y\\_pocos\\_bloques\\_es.pdf](https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Blockchain_en_la_administraci%C3%B3n_p%C3%BAblica_Mucho_ruido_y_pocos_bloques_es.pdf)

B / Idealmente no la quiero, pero no me molesta tenerla.  
C / Necesito y quiero una entidad así.

6. ¿Necesitas contar con registro histórico confiable de la información para auditarla o rastrearla?

A / Sí.  
B / No.

7. ¿Necesitas que para acceder a la información registrada se siga algún proceso de validación o se consiga algún permiso?

A / No.  
B / Sí.

A continuación, se presenta las reglas de cómo interpretar las respuestas a ll cuestionario.

- Si se respondió (A) en todas las preguntas, una solución sobre un blockchain público no permissionado puede ser la alternativa.
- Si las respuestas están entre (A) y (B), entonces otro tipo de blockchain podría ser apropiado.
- Si se tiene una respuesta con (C) en alguna pregunta, es probable que blockchain no sea de mucha utilidad en comparación a otras opciones.

## 5.3 Planifique el proyecto blockchain

### 5.3.1. Establezca la estrategia

El primer paso para desarrollar proyectos de blockchain es definir la estrategia en la que se definan los objetivos que se requieren lograr a través del uso de esta tecnología aplicada a los procesos, tramites, servicios o procedimientos de la entidad.

Es relevante que la estrategia de uso de blockchain, esté completamente alineada con el Marco de Transformación Digital, y las iniciativas, procesos y áreas de la organización priorizadas, así mismo estén articuladas con el PETI - Plan Estratégico de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones<sup>61</sup>.

### 5.3.2. Identifique los casos de uso de las tecnologías emergentes

Identifique y priorice los procesos, procedimientos, servicios o trámites en los cuáles es factible el uso de blockchain. Para el efecto, en primer lugar, se sugiere diseñar el servicio digital de acuerdo con la Guía de diseño de servicios digitales que podrá encontrarla en el Kit de Transformación Digital para el Estado que podrá ubicar en [gobiernodigital.mintic.gov.co](http://gobiernodigital.mintic.gov.co).

### 5.3.3. Verifique la viabilidad

La viabilidad de un proyecto de blockchain depende de varios factores, entre éstos los componentes jurídicos, técnicos y de aplicación de principios para blockchain.

La Ley 1955 del 2019, Plan Nacional de Desarrollo, define los lineamientos generales habilitadores para el uso de las tecnologías emergentes en proyectos de transformación digital y cuarta revolución industrial, para el efecto, se encuentra priorizada el uso de tecnologías emergentes de la Cuarta Revolución Industrial que faciliten la prestación de servicios del Estado a través de nuevos modelos incluyendo, pero no limitado a, tecnologías de desintermediación, DLT (Distributed Ledger Technology / Blockchain), análisis masivo de datos (Big data), inteligencia artificial (AI), Internet de las Cosas (IoT), Robótica y similares.

Además, es relevante verificar las necesidades de interoperabilidad, la existencia del consentimiento de los usuarios para tratar sus datos personales a través de aplicaciones blockchain, y finalmente, establecer los debidos tratamientos de los datos conforme con términos y condiciones específicos para el proyecto.

### 5.3.4. Establezca los requisitos previos

Los requisitos previos para la implementación de aplicaciones de blockchain parte de la definición del proyecto, identificar los requisitos previos necesarios antes de la contratación de una solución tecnológica particular. Para el efecto, se sugiere revisar

---

<sup>61</sup> Los documentos aquí referidos los puede encontrar en [gobiernodigital.mintic.gov.co](http://gobiernodigital.mintic.gov.co)

el Esquema para contratar proyectos de desarrollo de sistemas de información del MinTIC, el cual contempla diversos mecanismos para evaluar el proyecto a desarrollar, el cual podrá encontrarlo en el siguiente link: <https://www.mintic.gov.co/gestion-ti/Gestion-IT4+/Sistemas-de-Informacion/>

### *5.3.5. Establezca el marco de gobierno*

Defina el marco de gobierno del proyecto de blockchain, en especial, es importante definir quiénes son los responsables de tomar decisiones de diseño. Para el efecto involucre los responsables de las siguientes actividades:

- Seguridad Digital
- Seguridad de la información
- Cumplimiento de protección de datos personales
- Gestión documental
- Tecnologías de la información y las comunicaciones
- Responsable del proceso, procedimiento, trámite o servicio

### *5.3.6. Defina la estrategia de apropiación<sup>62</sup>*

Uno de los puntos ciegos de los proyectos de la transformación digital con tecnologías emergentes, como blockchain, es la falta de apropiación y cultura del cambio en en las personas encargadas de la gestión de las plataformas tecnológicas y en los beneficiarios de la misma.

El MinTIC cuenta una guía completa que describe cómo desarrollar un proyecto de transformación digital y cómo se debe apropiar de forma que los responsables e involucrados encuentren la utilidad y el beneficio de la innovación en su gestión.

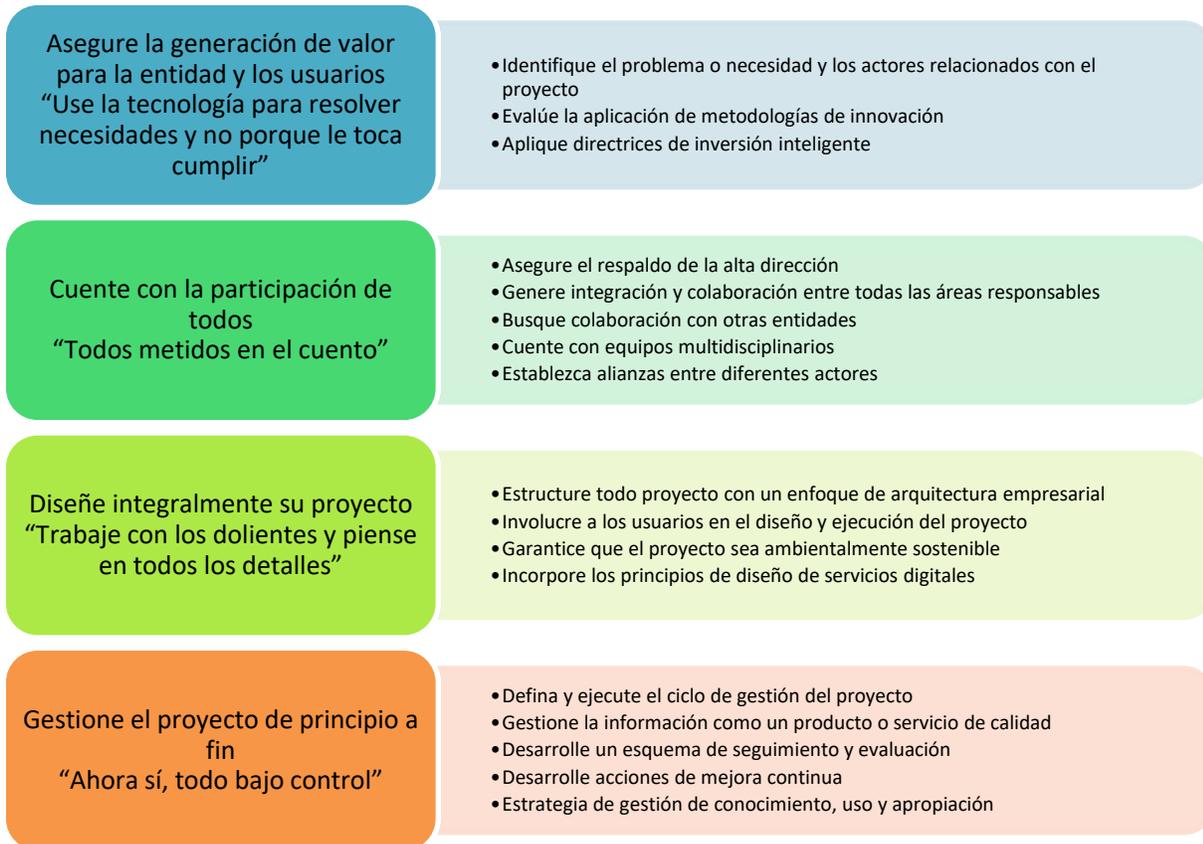
Todo proyecto en el que se haga uso de TIC, debe contar con una estrategia específica de conocimiento, uso y apropiación, de manera que la entidad desarrolle acciones concretas para generar capacidades digitales en ciudadanos, usuarios internos y externos y grupos de interés relacionados con el proyecto. De igual manera, se debe hacer seguimiento, medición al nivel de acceso, uso de plataformas y herramientas tecnológicas, con el fin de determinar su nivel de uso, impacto y aprovechamiento por parte de los usuarios.

Utilizar los siguientes instrumentos, contenidos en el Manual de Gobierno Digital, le permitirán construir la estrategia de conocimiento, uso y apropiación, así como aprovechar al máximo los medios sociales para comunicarse con los usuarios

---

<sup>62</sup> Consultar el Manual de Gobierno Digital en [gobiernodigital.mintic.gov.co](http://gobiernodigital.mintic.gov.co)

En el diagrama a continuación se dan unas líneas guía a considerar como parte del proyecto de transformación:



Fuente: Manual de Gobierno Digital, MinTIC Colombia

*Figura 16 – Lineamientos a cumplir en los proyectos de Gobierno Digital en entidades públicas*

Finalmente, es necesario comprender que todo proceso nuevo que genera cambios, requiriendo que el paso a paso en el desarrollo e implementación sea muy claro para que conformar el equipo adecuado, y que éste comprenda adecuadamente las razones y propósitos de la transformación. Así mismo, es necesario planificar adecuadamente la gestión del cambio, para que los cambios se asimilen en la oportunidad debida y no sean intempestivos.

## 5.4 *Identifique las necesidades y problema a resolver*

No todos los problemas de gestión se pueden resolver con tecnología blockchain, es importante comprender adecuadamente la necesidad y determinar el problema que se quiere resolver, de esta forma, se puede determinar si blockchain es la tecnología apropiada para la solución de la necesidad y el problema a resolver.

A continuación, se presentan algunas preguntas para responder con un Si o No, para facilitar la identificación de las necesidades y el problema a resolver:

- ¿Requiere que los registros sean inmutables en el tiempo?
- ¿Es necesario guardar un histórico de los datos?
- ¿En la cadena de valor de la información se involucran actores que no comparten relaciones de confianza?
- ¿Se puede prescindir que la validación sea en tiempo real?
- ¿Se puede ser más eficiente si es posible eliminar los intermediarios en la cadena de valor?

Si las respuestas a las preguntas fueron SI, se puede continuar evaluando con el proyecto, y asegurar que el problema a resolver se encuentre definido adecuadamente.

## 5.5 *Documente los casos de uso*

Los casos de uso, permiten definir si un problema específico, puede ser viable resolverlo adoptando los modelos y reglas de negocio existentes. No obstante, es relevante efectuar el debido diagnóstico organizacional para identificar si en la gestión u operación se pueden presentar dificultades, especialmente en los siguientes aspectos:

- Cadena de custodia documental. Es importante determinar que los documentos que se almacenen cumplen con los estándares de seguridad ofrecidos por la tecnología blockchain, estableciendo reglas de intercambio de la documentación dentro de cada proceso en particular. Además, es importante que se permita la firma digital, lo cual, es un aspecto valioso no solo para reconocimiento de actores de la cadena, sino también para la autorización o aceptación de una transacción dada. Finalmente, determine si se requiere de servicios de interoperabilidad para asegurar la adecuada gestión documental.
- Uso de la Identificación digital de ciudadanos. Este es uno de los elementos más importantes para lograr un Gobierno Digital y es un aspecto vital para facilitar la interacción entre el ciudadano y el Estado. Con un mecanismo de identidad digital es posible el intercambio de datos y consolidar la información de forma transparente y segura, protegiendo la identidad del ciudadano, y facilitando que cada institución solo tenga acceso a la información de su relevancia.

## 5.6 Elección de Estándares técnicos

Luego de haber definido el proceso y su caso de uso, se tiene que decidir la arquitectura de las soluciones que se van a implementar. Este plan debe obedecer a las necesidades del Estado y las directrices nacionales y globales que se siguen en el ecosistema blockchain.

El Foro Económico Mundial es claro en mencionar que el conjunto de directrices y recomendaciones que se dan para tener éxito en las definiciones, planes e implementaciones blockchain para una institución, y se está lejos de recomendar una u otra tecnología. No obstante, a continuación, se exponen algunas directrices que se utilizaron en el piloto de licitaciones del PAE, como línea base del proceso de toma de decisiones para el uso de una u otra forma tecnológica para implementar blockchain, cuidando siempre el precepto de poder ser interoperable con el resto del ecosistema digital:

### 5.6.1 Seleccionando una red blockchain<sup>63</sup>

Determine los niveles de acceso de lectura, escritura y participación por consenso, de forma previa antes deseleccionar el protocolo blockchain. En segundo lugar, es importante seleccionar un protocolo con una seguridad de red muy alta.

Por ejemplo, la red de cadena de bloques Ethereum tiene actualmente la tasa tráfico de red más grande que otras, así mismo cuenta con un parámetro de seguridad clave, un ecosistema de nodos de validación y contribuyentes técnicos de cualquier red blockchain con capacidad para la gestión de contratos inteligentes; no obstante, las redes alternativas con alta seguridad y ecosistemas técnicos robustos también pueden ser adecuadas.

La red principal (mainnet) de una red también es muy preferida, también es necesario contemplar los requerimientos de seguridad de red, en relación con una red de prueba (testnet), o entornos de "red de prueba", que normalmente tienen menos nodos de validación y, por lo tanto, son más vulnerables a ataques adversarios que pueden comprometer los registros y transacciones en la red. Es necesario contemplar que las redes de prueba también se pueden cerrar o restablecer, y de esta forma se minimiza riesgos de poner en peligro una aplicación y sus registros.

### 5.6.2 Tenga en cuenta la futura escalabilidad de blockchain<sup>64</sup>

En el futuro, si la solución de software busca escalar a múltiples territorios o jurisdicciones con mayores volúmenes de transacciones, el rendimiento en una red de blockchain pública y sin permisos como Ethereum no sería lo más conveniente. Para

---

<sup>63</sup> WEF. Blockchain Government Transparency Report. Op. cit.

<sup>64</sup> Ibidem.

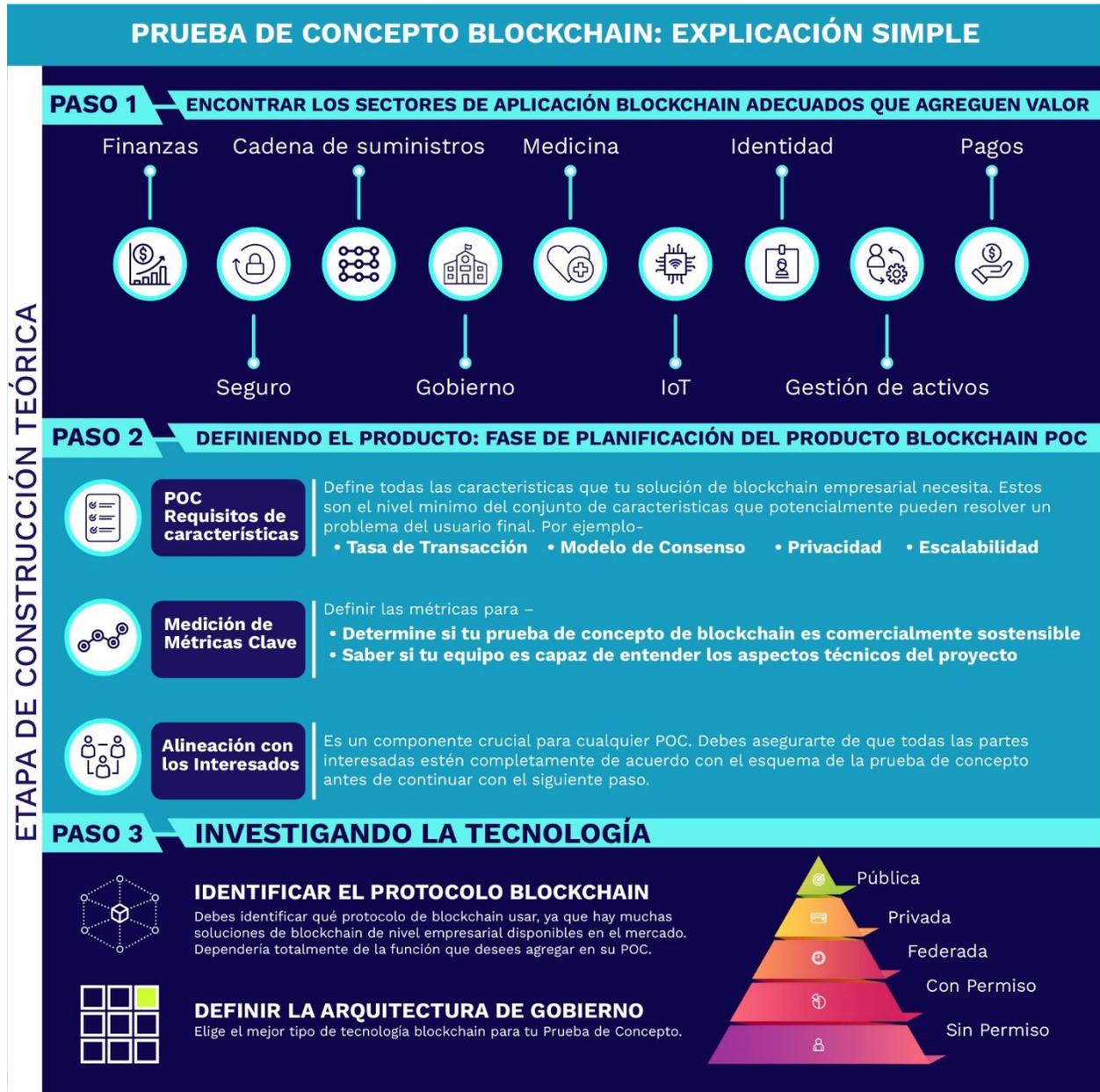
resolver los desafíos de escalabilidad, es posible que la solución deba cambiar para emplear una de las siguientes arquitecturas:

- Una implementación de blockchain permissionado.
- Una implementación "híbrida" con dos redes de cadena de bloques a nivel de protocolo: un blockchain permissionado puede permitir un mayor rendimiento de transacciones mientras que se emplea un protocolo sin permiso para el mantenimiento de registros que evitan alteraciones.
- Una nueva implementación de nivel de protocolo de próxima generación con rendimiento avanzado (por ejemplo, Ethereum 2.0 para la red sin permisos de Ethereum).
- Una solución de escalabilidad de "capa 2" sobre un blockchain sin permisos, como los "canales estatales" para Ethereum. Sin embargo, su bajo desempeño de capacidad de transacciones puede ser un reto que por ahora no se ha solucionado de manera contundente.

La investigación para la mayoría de las implementaciones de nivel de protocolo de próxima generación y redes de "capa 2" aún está en curso y no está lista para implementaciones de nivel de producción.

# 5.7 Prepare la prueba de concepto, antes de programar

Entrando en el dominio técnico, a continuación, se presentan una gráfica que brinda una explicación simple a la denominada Prueba de Concepto o PoC.



Fuente: Elaboración MinTIC a partir de 101Blockchans.com

Figura 17 – Infografía Cómo acometer la creación de una Prueba de Concepto Blockchain

Hay muchos sitios en internet, generalmente en inglés, con contenido técnico como guía para toma de decisiones. Se recomienda visitar sitios consolidados y con una aproximación agnóstica a las soluciones blockchain.

A continuación,<sup>65</sup> se detalla el paso a paso para construir esa hoja de ruta para crear un prototipo basados en el trabajo de prueba de concepto de Nelson Rodríguez (2019):

#### PASO 1: BUSCAR LOS SECTORES DE APLICACIÓN DE BLOCKCHAIN ADECUADOS QUE AGREGUEN VALOR

Determine un sector viable en el que la aplicación blockchain genera valor, por ejemplo, a partir de los casos de estudio, determine el sector en el que una aplicación de blockchain genere valor, por ejemplo, en sectores como: cadenas de suministro, finanzas, medicina, contratación, gestión de activos, identidad, financieros, entre otros.

#### PASO 2: DEFINIR EL CONCEPTO DEL PRODUCTO

En la segunda etapa de la construcción teórica, se debe pensar en la prueba de concepto blockchain como cualquier otro producto. Hay que tener un plan sólido junto con el apoyo total de todas las partes interesadas.

En la planificación del producto, se debe convocar una reunión con todas las partes interesadas. Además, podría ser necesario reunir a las personas involucradas en el proyecto según sea la necesidad. Son tres componentes principales que deben contemplarse en esta fase:

##### 1. Requisitos de características de POC

Definir todas las características requeridas para la solución de blockchain institucional. Después de decidir la aplicación blockchain en un sector específico y para una solución específica, es necesario agregar las características que se requieren para resolver un problema del usuario final. Por ejemplo:

- Tasa de Transacción

La tasa de transacción depende totalmente del sector en el que la vaya a usar. Si una empresa tiene que gestionar una gran cantidad de transacciones de dinero todos los días, entonces se necesitan altas tasas de transacción.

Por otro lado, si la solución se aplicaría a una organización de bajo o mediano tamaño que no requiere altos niveles de transacciones diarias, entonces sería prudente conformarse con menos. No se necesita una cantidad innecesaria de funciones si no aportan valor al proyecto.

---

<sup>65</sup> Rodríguez, Nelson, (2019), Prueba de concepto blockchain: Guía de PoC empresarial. 101 Blockchain. <https://101blockchains.com/es/prueba-de-concepto-blockchain/>

- Modelo de Consenso

Otra característica importante que se debe tener en cuenta es el modelo de consenso es la forma en la que se debe llegar a un acuerdo entre los usuarios.

Hay muchos protocolos de consenso, sin embargo, cada uno de ellos viene con su conjunto de ventajas y desventajas. De acuerdo con el tipo de proceso a transformar, se necesita equilibrar qué protocolo de consenso sería adecuado para la prueba de concepto blockchain.

Al mismo tiempo no hay que desconocer lo que esté sucediendo en el ámbito de las capacidades de interoperabilidad que otros actores estén implementando, con el objetivo de ser convergentes y tener ecosistemas que sepan cómo comunicarse entre ellos.

- Privacidad

La privacidad es un tema importante. Si una organización no desea que todo esté abierto, entonces será necesario agregar opciones de privacidad. El uso del proceso de autenticación funcionaría altamente en este asunto.

- Escalabilidad

Para la PoC, es necesario agregar escalabilidad entre las características. La solución dentro red de blockchain tiene que ser escalable, lo cual, puede convertirse en una de las principales limitaciones en algunos de los desarrollos con esta tecnología. Es por eso que cuando muchos usuarios comienzan a usar una red determinada, es posible que pueda presentar problemas de rendimiento, volviéndola lenta.

## 2. Medición de Métricas Clave

Se deben definir las métricas y definir las, y para ello es importante en una métrica que importe o sea importante (OMTM de la sigla en inglés One Metric That Matters) por dos razones principales:

- Estas métricas guiarán al equipo de desarrollo durante la fase de creación de prototipos de la prueba de concepto blockchain. Además, cada esfuerzo debe tener una relación directa con estas métricas.
- Se necesita definir cómo se obtendrán los retornos, en caso de una prueba de concepto blockchain exitosa.

En una prueba de concepto estas métricas deberían incluir, como mínimo lo siguiente:

- Determinación de si la prueba de concepto blockchain puede ser comercialmente viable. Debido a que una vez que se haya completado el proyecto de prueba de concepto blockchain, se debe decidir si se debe pasar al nivel de producción o no.
- Se necesita medir los rendimientos posibles si se pasa al nivel de producción. En el caso de las Instituciones públicas esta métrica puede estar relacionada

con factores diferentes a la inversión económica, y se puede orientar mejor hacia el nivel de eficiencia y servicios que se pueden transformar de forma exitosa con el mayor nivel de adopción interna y con la ciudadanía.

- Se necesita, además, conocer si se cuenta con un equipo que tenga un conocimiento técnico de blockchain. En caso de no tener un equipo técnico disponible, se pueden generar capacidades o solicitar recursos para que la implementación sea la adecuada.

### 3. Alineación con los interesados

La alineación con los actores interesados debe ser un componente crucial para cualquier PoC, permitiendo que exista seguridad de que todas las partes interesadas estén completamente de acuerdo con el esquema de la prueba de concepto antes de continuar con el siguiente paso.

Es recomendable tomarse todo el tiempo que se requiera para llegar a los acuerdos que sean requeridos.

#### PASO 3: INVESTIGANDO LA TECNOLOGÍA

Después de tener una idea sólida de qué características incluir y cómo enfocar la hoja de ruta, se requiere definir las acciones a seguir por parte del equipo de trabajo. Este equipo puede ser un equipo externo, afiliado o aliado de las iniciativas blockchain, el cual, será el responsable de investigará la tecnología basada en los requisitos que la institución tenga y creará la mejor plataforma para desarrollarla.

A continuación, se exponen dos aspectos clave a tener cuenta:

- Identificar el protocolo blockchain

Se debe identificar qué protocolo de blockchain usar, ya que existen muchas soluciones de blockchain de nivel empresarial disponibles en el mercado. La adopción de protocolo dependería totalmente de la función que se desee agregar en la PoC.

Verificar el rendimiento de cada plataforma y elegir la más cercana a la prueba de concepto blockchain. Además, es necesario revisar las razones que justifiquen elegir una plataforma y de cómo ésta es viable para abordar el problema o la necesidad requerida.

- Definir la arquitectura que gobierna la solución

La arquitectura de gobierno es el segundo factor crucial de la prueba de concepto blockchain. Es por eso que se debe elegir el mejor tipo de tecnología blockchain para el proyecto de prueba de concepto blockchain. Una pregunta fundamental a realizarse es si se requiere de una solución en una red privada o pública, permissionada o federada. En la Parte I de la presente guía, encontrará los conceptos que le permitirán elegir el tipo de red o de arquitectura requerida para la solución.

## 5.8 Construya el prototipo de blockchain<sup>66</sup>

En esta etapa se construirá el prototipo para la implementación de blockchain, se espera que las partes interesadas y el equipo técnico ya deberían estar alineados con la estructura de despliegue.

### 5.8.1 Escoger el blockchain

La escogencia de la cadena de bloques incluiría la creación de la arquitectura, el modelo de gobernanza y la caracterización, para ello revise el siguiente paso a paso:

1. Revise la arquitectura requerida
2. Desarrolle el modelo de gobernanza y de autenticaciones requeridas.
3. Determiné las funciones que resolverán el problema específico en la prueba de concepto de blockchain, conforme con la arquitectura y el modelo de gobernanza elegido.

### 5.8.2 Escoger la plataforma de Blockchain

Existen muchas plataformas de blockchain en el mercado para hacer pruebas. Adopte la plataforma de blockchain que mejor le sirva para desarrollar la aplicación específica. Al respecto tenga en cuenta lo siguiente:

1. Determine si la plataforma de blockchain es adecuada para desarrollar contratos inteligentes y verifique la flexibilidad de la misma.
2. Examine si requiere una plataforma que brinde facilidades para un blockchain bajo redes privadas, públicas o híbridas.
3. Verifique los costos de transacción, la cantidad de transacciones que requiere por segundo y la posibilidad de congestión por la cantidad de operaciones mundiales.
4. Identifique los requerimientos de privacidad y de plataforma permitida.
5. Revise si requiere una plataforma de blockchain para manejo, gestión u operación de activos.
6. Verifique si requiere una plataforma de código abierto.
7. Determine qué tipo de algoritmos de consenso soporta la plataforma de blockchain.
8. Establezca si la plataforma de blockchain permite integraciones con otros proveedores o desarrolladores.

Una vez se defina el marco, es importante iniciar el paso a paso<sup>67</sup> para el desarrollo de la aplicación blockchain. Es importante mencionar, que para las siguientes recomendaciones no se escoge ningún tipo de blockchain en particular, luego se puede

---

<sup>66</sup> Elaborado por Emilian Enev, basado en su documento How to put together a Blockchain Project, en colaboración solicitada por el autor.

ser agnóstico al momento de la arquitectura y como sucede en algunos blockchain, se pueden usar la mayoría de lenguajes de programación populares lo cual reduce el punto de entrada y permite que el conocimiento al momento de programar esté disponible en más personas.

La tecnología DLT/blockchain tiene sus limitaciones en el sentido de ser específica en su utilización. Cada limitación debe alinearse con los requerimientos funcionales y no funcionales del proyecto, que a continuación se exponen:

### **5.8.3 Requerimientos Funcionales<sup>68</sup>**

Se cuentan dentro de estos:

- Características de funcionamiento: determina lo que se desea que haga la aplicación. Su definición está estrechamente relacionada a determinar cómo funciona el proceso que se desea transformar.
- Comportamiento y situaciones de uso: Como debe reaccionar la aplicación al contacto con el usuario, que tipo de acciones conllevan a qué tipo de comportamientos dentro de la aplicación, de acuerdo con el proceso a transformar.
- Experiencia del usuario: Se debe determinar cómo la aplicación apoya el proceso de informar al usuario para que las transacciones se verifiquen.

### **5.8.4 Requerimientos No-Funcionales**

Dentro de la etapa de diseño de cada sistema de software, se necesita definir un conjunto de requerimientos no-funcionales relacionados con las propiedades del sistema y el comportamiento de la operación. Para la planeación y ejecución de un buen proyecto blockchain, es necesario tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Capacidad: Relacionado con la capacidad operativa del sistema. En el caso de un proyecto blockchain, el número de transacciones que se puedan procesar por unidad de tiempo de manera que el sistema permanezca en línea y utilizable y operativamente consistente.
- Rendimiento: Se debe responder a la pregunta ¿cuál puede ser el menor rendimiento aceptado o que satisfaga la experiencia del usuario de forma que no produzca frustraciones y posibles deserciones de uso?
- Confiabilidad: El proceso de poner transacciones sobre un blockchain implica un flujo que debe ser muy robusto con una apropiada gestión de errores y reintentos. Esto es necesario para poder definir tiempos y retrocesos de transacciones por errores del sistema.
- Seguridad: Uno de los pilares de los sistemas DLT/blockchain y el gran diferenciador en comparación a sistemas convencionales de gestión de la información. En el contexto blockchain hay varios aspectos a tener en cuenta:

---

<sup>68</sup> Ibidem.

- Almacenamiento de claves privadas
- Modos de acceso a los contratos inteligentes
- Mecanismos de seguridad implementados en el contrato inteligente.

### *5.8.5 Especificación de Interfaz*

En muchos casos, un módulo blockchain se gestiona como una capa funcional que se usa en programación la Interfaz REST. <sup>69</sup> REST, o Representational State Transfer, es un estilo arquitectónico para proporcionar estándares entre sistemas informáticos en la web, lo que facilita que los sistemas se comuniquen entre sí.

Para estar seguros que los servicios que ofrece la funcionalidad y determinar que se consume de manera adecuada, la interfaz debe ser clara y sencilla de manera que el resto de los sistemas se puedan comunicar con ella. Esto incluye las interfaces internas de acople con el DLT/Blockchain y las interfaces externas que operan a más altos niveles con otros sistemas.

### *5.8.6 Desarrollo de APIs*

Los sistemas basados en blockchain requieren una forma clara y segura para acceder a la funcionalidad que el Contrato Inteligente plantea. Por ello, se deben establecer las llamadas APIs en la lógica de la capa de aplicación hacia el resto del sistema, para que el sistema DLT/blockchain sea más fácil de utilizar y de consumir como servicio. Estas APIs deben estar alineadas con los requisitos funcionales y contribuir a cumplir con los no funcionales del mismo modo.

### *5.8.7. Interfaz de usuario: el desarrollo de la experiencia*

Esta es una de los elementos más importantes del desarrollo e implementación de un proyecto blockchain. Este es un proceso iterativo, que requiere tener un grupo externo de usuarios comprometidos a opinar la navegabilidad del sistema, probar cada menú y cada entrada para validar la funcionalidad esperada.

La retroalimentación obtenida debe ser parte de las modificaciones a realizar sobre la interfaz de forma que se obtenga una experiencia de usuario satisfactoria que estimule a estos a adoptar y utilizar de manera permanente y sostenida una aplicación y procesos dados en el dominio digital.

### *5.8.8 Implementación de Red*

Para el logro de esta tarea, se requiere que el comité técnico encargado de la implementación tenga a la mano los recursos que se necesitan para una correcta implementación.

Es necesario que, si se cuenta con terceros en el desarrollo de la solución, éstos se deben vincular desde el comienzo en la concepción del proyecto, de manera que de

---

<sup>69</sup> Ver el link sobre Rest en Codecademy: <https://www.codecademy.com/articles/what-is-rest>

forma sistémica se aborde el problema y se obtengan soluciones que se desean. Es importante contemplar los siguientes aspectos:

- Escalables: que puedan crecer sin tener que realizar desarrollos desde cero. Modular y con interacciones transversales con otros sistemas.
- Que se puedan mantener: con recursos disponibles en el mercado, evitando los altos costos de las tecnologías propietarias
- Interoperables: Implementaciones que puedan comunicarse, entregar y recibir información de otros sistemas blockchain de forma que el esfuerzo estatal no crezca en silos, sino como parte de una estrategia robusta y de largo plazo de transformación digital del Estado.

### *5.8.9 Integración<sup>70</sup>*

Los sistemas transformados blockchain no existen solos en el dominio digital. Un buen diseño e implementación de un sistema blockchain existe e interactúa con otros sistemas de manera suave y sin causar disrupción en las funcionalidades o sistemas actuales distintos al que se está transformando.

Para la realización de estas integraciones se necesita:

- Equipo técnico de los sistemas existentes: Son quienes dan las directrices desde el comienzo, acerca de cuáles sistemas se verán afectados, generan planes de contingencia y de transición al nuevo modelo de operación. Interactúan estrechamente con el equipo de desarrollo blockchain y se comunica de forma fluida con este. Deben formar un solo equipo de trabajo en el durante del diseño, pruebas, implementación y despliegue en producción.
- Mapa de integraciones: se refiere en dónde se va a conectar el nuevo sistema, que variables técnicas de recepción y entrega de información deben quedar cubiertas en el nuevo modelo blockchain y que requisitos de robustez y seguridad se deben cumplir para que el sistema completo siga funcionando de manera regular.
- Protocolo de pruebas: validación con los “propietarios” actuales de los sistemas existentes de que no haya perdidas de funcionalidad y que por el contrario con la innovación los sistemas se fortalezcan. Se debe tener presente las implicaciones de seguridad de los sistemas y la información para mantener o mejorar las condiciones actuales en este aspecto.

### *5.8.10 Despliegue de los contratos<sup>71</sup>*

Este paso tiene que ver con la presentación del automatismo en la capa de aplicación. Esto significa que el sistema está en línea y disponible para su uso en un ambiente de pruebas o de producción. Se realizan las validaciones respectivas de que los sistemas involucrados en el diseño responden positivamente a la actividad de despliegue del

---

<sup>70</sup> Desarrollado a partir del apoyo de Elaborado por Emilian Enev, basado en su documento How to put together a Blockchain Project, en colaboración solicitada por el autor

<sup>71</sup> Ibidem.

Contrato Inteligente y que la información que se ha escogido para ser dispuesta en el DLT/Blockchain, está surtiendo el proceso que se ha diseñado igualmente.

En este proceso se revisa la integridad de la información, la escritura en la cadena de bloques y los distintos niveles de accesibilidad que tienen los involucrados en el proceso específico que se ha decidido transformar. Esto último significa que solo entidades autorizadas podrán ver parte o toda la información, según el caso.

#### *5.8.11 Despliegue de APIs de alto nivel<sup>72</sup>*

Las API son estos mecanismos de programación que se conectan con los otros sistemas de información, distintos a la aplicación con el contrato inteligente, que completan la integración del sistema y hacen que la información se mueva entre los distintos elementos de software que coexisten en un sistema dado. A este nivel se debe revisar que los sistemas involucrados en la transformación digital no sufren afectaciones o integridad, pérdidas de conectividad con otros sistemas, fallos de seguridad y demás actores involucrados en general en la gestión de la información.

Esta actividad de despliegue se ejecuta mientras se monitorean el resto de sistemas involucrados y se ejecutan transacciones de prueba que validen que lo planeado y lo implementado es consistente con el diseño del proceso.

#### *5.8.12 Pruebas (testeo intensivo y validación del estado)<sup>73</sup>*

Las pruebas en todo sistema informático son obligatorias. En esta fase se verifica el comportamiento del sistema completo que se ha transformado, sus interacciones con otros sistemas, tiempos de respuesta, integridad de la información, seguridad de los procesos, mecanismos de control de fallos, y si las interacciones de usuario cumplen con rigor todos los parámetros establecidos al momento de la planeación e implementación.

El protocolo de pruebas se realiza en todos los componentes de la implementación, del lado de servidores, interfaces de usuario y todas las demás capas por las cuales los mecanismos de autenticación, registro, sistemas de control de disponibilidad, alarmas, seguridad, hacen pasar la información para que interactúe con los subsistemas existentes, los Contratos Inteligentes y el blockchain.

Las pruebas deben realizarse de manera automatizada y también en forma manual, para detectar posibles fallas y que estas sean registradas en un log de fallas que posteriormente son revisadas y corregidas por el equipo de desarrollo y luego validadas nuevamente en el ambiente de pruebas dispuesto para el proyecto.

#### *5.8.13 Documentación y manuales de usuario<sup>74</sup>*

La documentación de los procesos transformados se puede especificar en 2 partes diferenciadas:

---

<sup>72</sup> Ibidem.

<sup>73</sup> Ibidem.

<sup>74</sup> Ibidem.

- Sistemas a transformar: todo el diseño, protocolo de implementación y transformación a ejecutar el cual se realiza como parte de la etapa de planeación del proyecto.
- Documentos técnicos de desarrollo y migración de sistemas: todos los documentos que tienen los códigos fuente, arquitectura, librerías y metodología de implementación. De esta documentación depende como escalar el proyecto y de esta forma no se depende de un proveedor único que pueda realizar modificaciones funcionales sobre lo implementado.

El anterior paso, es de particular importancia dado que reduce drásticamente el riesgo implicado en los proyectos de desarrollo y soporte de software, de los costos ocultos. Una adecuada documentación garantiza un punto de entrada bajo a las actualizaciones, modificaciones y cambios que se deseen hacer sobre los sistemas implementados y modificados.

Se requiere finalmente auditar de forma muy precisa esta etapa del proyecto, de manera que no existan vacíos de información o partes del desarrollo que no se hayan entregado adecuadamente.

#### *5.8.14 Sistema de registro de proyectos<sup>75</sup>*

El sistema debe recopilar la información conforme con las necesidades de gestión de las instituciones en estos aspectos:

- Procesos cuello de botella: Elementos de la gestión institucional que no ofrecen eficiencia y que pueden ser reemplazados por componentes de software. Útil en procesos donde se necesita trazabilidad de la información, registros únicos por transacción, interacción directa del ciudadano y la institución.
- Procesos de autenticidad de documentación: Procesos en los cuales al ciudadano se le solicitan multiplicidad de documentos para un trámite específico y se definan sus criterios de validación y verificación de autenticidad.
- Procesos en los que es obligatoria la presencia física del ciudadano, para sustituirlo por identidad digital: blockchain ofrece la forma de autenticar la identidad del ciudadano que surte un trámite dado sin necesidad de la presencia física.

Los anteriores y otros elementos sobre procesos internos comunes a muchas instituciones, pueden ser capitalizados por estas mediante este sistema de registro de proyectos. La utilidad de este sistema se refleja en:

- Identificación de necesidades de forma consolidada: de esta forma con un mismo elemento de software desarrollado, se puede beneficiar un grupo de instituciones. Se reduce el tiempo de incorporación de la interoperabilidad entre

---

<sup>75</sup> Ibidem.

instituciones ya que se identifican lugares de interacción e intercambio de información que pueden constituirse en un núcleo común a grupos importantes de instituciones.

- Almacenamiento de elementos de software: Reducción de costos de implementación, costos de arquitectura, tiempo de desarrollo.

## 5.9 *Escale el producto mínimo viable*

Uno de los aspectos principales que busca esta guía, es que las entidades desarrollen proyectos mínimos viables escalables, y se trascienda la realización de pilotos como objetivo único a lograr mediante la implementación de blockchain.

Para escalar el producto mínimo viable es importante que se planee adecuadamente el desarrollo de pruebas, determinar quiénes son los actores que deben desarrollar las pruebas, además indicar los responsables de diseño, de programación y de tecnología, y los actores que se requiere que la prueba del piloto.

Para el desarrollo de proyectos de blockchain, a continuación, se establecen algunos elementos que se deben considerar en la implementación para desarrollar un producto mínimo viable como parte necesaria del desarrollo de la Prueba de concepto<sup>76</sup>.

1. Determine el objetivo del Producto Mínimo Viable: establezca cuáles son los problemas que se solucionarán con la aplicación, las condiciones de costo-eficiencia, manejo del tiempo en la implementación y cómo se realizarán las mejoras a partir de las retroalimentaciones de los usuarios. Además, establezca unas métricas previas para evaluar la viabilidad del producto de blockchain.
2. Realice un lanzamiento interno del Producto Mínimo Viable: una de la manera más rápida de recibir retroalimentación, es lograr la retroalimentación de los usuarios internos. Incluso, determine si es necesario realizar un lanzamiento o presentación ante un grupo reducido de usuarios.
3. Escale el Producto Mínimo Viable: a partir de los resultados evalúe si el producto requiere mejoras, o si puede escalar inmediatamente para lograr el propósito para el cual fue diseñado.

---

<sup>76</sup> Rodríguez, Nelson, (2019), Prueba de concepto blockchain: Guía de PoC empresarial. 101 Blockchain. <https://101blockchains.com/es/prueba-de-concepto-blockchain/>

## 5.10 Gestión del riesgo y elementos para la mejora continua

Para tener un buen registro de las lecciones aprendidas desde los aspectos a mejorar, se debe contar con una adecuada gestión del riesgo. Se deben mitigar los siguientes riesgos en el uso de la tecnología de blockchain para la transformación digital:

### 5.10.1 Cuente con el apoyo de las directivas

En todo proyecto de cambio, en el cual se reta el paradigma actual de ejecución de la misión institucional, se debe tener en cuenta que los cambios orientados a la mejora en la gestión deben estar acompañados del apoyo directivo. Por lo anterior, los proyectos de transformación digital de las organizaciones deben ser gestionados por las áreas que manejan los procesos con la previa aprobación por la dirección. Un proceso de transformación que no incluya el apoyo directivo para su implementación tiene muy baja probabilidad de éxito luego la falta de este, se constituye en un riesgo de alto impacto para la organización.

### 5.10.2 Defina el problema a resolver, antes de elegir o implementar una tecnología

Es muy frecuente en un proceso de transformación digital con tecnología blockchain que exista un grupo de entusiastas que estén ávidos de ayudar a que un proceso únicamente guiados por usar una tecnología específica. Antes de escoger soluciones técnicas/tecnológicas y preparar una implementación, es importante identificar, en primer lugar, que problemas se quieren resolver con la incursión de la tecnología. No conocer bien que se quiere resolver y cómo lograrlo, puede traer mucha frustración a los equipos poniendo en riesgo no solamente la actual eficiencia de su ejecución, sino también la percepción que se tenga acerca de la tecnología misma respecto a “no ser lo que se necesita” y así desperdiciar una oportunidad substancial de mejora de los procesos de la institución.

### 5.10.3 Tome decisiones basadas en datos y no por instinto

El mundo de lo digital se construye con cimientos de hechos de datos. Antes de comenzar un proyecto de transformación digital con tecnología blockchain, es necesario tener un buen *insight*, es decir, las claves que nos ayudan a identificar las necesidades reales haciendo un poco de investigación interna. Con datos a la mano, las instituciones pueden tener una buena evaluación de qué quieren transformar y así pensar en la forma de hacerlo, y tomar las decisiones correspondientes.

#### *5.10.4 Cultura organizacional ágil y seguridad<sup>77</sup>*

La transformación digital no está exenta de riesgos, se requiere impulsar una cultura organizacional ágil, y que aborde los retos para solución de problemas y de seguridad, a través del uso de la tecnología emergente que se idónea para la necesidad.

#### *5.10.5 Orientación hacia el ciudadano y otros actores*

En la transformación digital se involucran 2 grupos de grandes de actores: cliente interno y el externo. Estos grupos tienen que interactuar para generar transacciones exitosas (trámites, servicios o procedimientos). La simplificación de los procesos ante el ciudadano, el cliente externo, y la experiencia de usuario son fundamentales para que el proyecto tenga zona de aterrizaje dentro de la ciudadanía que demanda interacciones suaves con las instituciones, lo cual convierte estos riesgos en grandes oportunidades reduciendo costos y aumentando la eficiencia institucional.

Lo mismo aplica si se mira el campo de la interoperabilidad, en lo cual es mandatorio que exista el lenguaje común que todas las instituciones hablen, desde el punto de vista tecnológico y de arquitecturas.

#### *5.10.6 Descentralizar el diseño de las arquitecturas y tecnologías blockchain*

Uno de los riesgos más grandes de la transformación digital, yace en la escogencia y definición de que arquitecturas, que redes y protocolos blockchain se deben usar para cada sector y ámbitos de aplicación. Si se hace mal, el Estado puede terminar con una torre de babel tecnológica que resultara imposible de interoperar, quitándole a la transformación digital y a la tecnología blockchain unos de sus más grandes atributos, como lo es el de la eficiencia de los procesos y la transversalidad en la interacción interinstitucional.

Así mismo, es necesario evitar que se genere la implementación de “silos” tecnológicos de forma que a futuro se impida desarrollar procesos interoperables con otras plataformas, máquinas o software.

#### *5.10.7 Gestión del cambio<sup>78</sup>*

La gestión del cambio es uno de los retos preponderantes en la transformación digital:

- Preparar y facilitar el desarrollo de las nuevas tecnologías de la información. El papel del Estado es fundamental para lograr movilizar el ecosistema digital, y por tanto incidir positivamente en la industria.
- El reto debe estar orientado en digitalizar la operación tanto de sus entidades públicas, sus servicios, además de la información al ciudadano para garantizar mayor productividad, transparencia y acceso.

---

<sup>77</sup> Sección desarrollada a partir del artículo de Expansión (2019)

<https://www.expansion.com/economia-digital/innovacion/2019/10/18/5da47890468aebac148b457e.html>

<sup>78</sup> Sección desarrollada a partir del artículo de Ariel Jimenez Gil (2018)

<https://funcionc.com/2019/06/18/gestion-del-cambio-reto-digital-publico/>

- Al implementar proyectos tecnológicos, la complejidad organizacional estatal tiene unas características muy propias para afrontar los cambios: estructuras jerarquizadas, múltiples controles internos y externos, largos procesos de toma de decisiones, entre otros. A pesar de la estructura y procesos internos, todo proceso de uso de tecnologías emergentes debe implicar una planeación detallada de la gestión del cambio de forma que la implementación de la iniciativa sea exitosa.

# Bibliografía

Alameda, Teresa, 'Zero Knowledge Proof': cómo preservar la privacidad en un mundo basado en datos, BBVA. <https://www.bbva.com/es/zero-knowledge-proof-como-preservar-la-privacidad-en-un-mundo-basado-en-datos/>

Allen, Eddie (2017), El profundo impacto de la integración de blockchain, IBM, <https://www.ibm.com/blogs/systems/mx-es/2017/07/profundo-impacto-la-integracion-blockchain/>

Agencia Nacional de Tierras, Colombia, Block Chain Tierras  
<https://www.agenciadetierras.gov.co/transparencia-y-acceso-a-la-informacion-publica/informacion-de-interes/prototipo-blockchain-tierras#documentos>  
<https://youtu.be/oGuSB2NAvMc>

<https://www.agenciadetierras.gov.co/transparencia-y-acceso-a-la-informacion-publica/informacion-de-interes/prototipo-blockchain-tierras#documentos>  
<https://youtu.be/oGuSB2NAvMc>

Anwar, Hazib (2018), What is ZKP? A Complete Guide to Zero Knowledge Proof, 101Blockchains.com  
<https://101blockchains.com/zero-knowledge-proof/#prettyPhoto/1/>

Banco Mundial (2018), UFA2020 Overview: Universal Financial.  
<https://www.worldbank.org/en/topic/financialinclusion/brief/achieving-universal-financial-access-by-2020>

Cámara de Comercio de Bogotá (2019)  
<https://www.ccb.org.co/Clusters/Cluster-de-Software-y-TI/Noticias/2019/Septiembre-2019/Avanzan-las-acciones-en-materia-de-economia-digital-en-Colombia>

Centro de Innovación MinTIC, Estrategia Blockchain, Informe de Resultados Proceso de Elecciones prototipo de Blockchain  
[https://centrodeinnovacion.mintic.gov.co/sites/default/files/20\\_blockchain\\_para\\_eleccion\\_colegios\\_distritales.pdf](https://centrodeinnovacion.mintic.gov.co/sites/default/files/20_blockchain_para_eleccion_colegios_distritales.pdf)

Clementina Giraldo, Perspectivas del Ecosistema Blockchain de Chile: Visión del Gobierno

<http://www.clemengiraldo.com/blockchainchile/>

Colombia C4RI (2019), Documento estratégico Blockchain, diciembre 2019

Colombia: Ley de Protección de Datos de Colombia, Ley 1581 de 2012, MinTIC.

[https://www.mintic.gov.co/portal/604/articles-4274\\_documento.pdf](https://www.mintic.gov.co/portal/604/articles-4274_documento.pdf)

Colombia Fintech (2019), El Banco de La República de Colombia explorará intercambio de valores con Blockchain, octubre 2019.

<https://www.colombiafintech.co/novedades/banco-republica-de-colombia-explorara-intercambio-de-valores-con-corda-de-r3>

Consensys, Zug Digital ID: Blockchain Case Study for Government Issued Identity,

<https://consensys.net/blockchain-use-cases/government-and-the-public-sector/zug/>

Cordero Valdavia, Magdalena (2019), Blockchain en el sector público, una perspectiva internacional, Revista Vasca de Gestión de Personas y Organizaciones Púlicas

<https://www.euskadi.eus/t59auUdaWar/t59aMostrarFicheroServlet?R01HNoPortal=true&t59aldRevista=3&t59aTipoEjemplar=R&t59aSeccion=51&t59aContenido=2&t59aCorrelativo=2&t59aVersion=1&t59aNumEjemplar=16>

Datareportal (2020). Digital around the world. <https://datareportal.com/global-digital-overview>

Deloitte, Aplicaciones prácticas de blockchain para el sector público, Conceptos básicos para el gobierno-

<https://www2.deloitte.com/es/es/pages/public-sector/articles/blockchain-sector-publico.html>

EU Blockchain (2019), Blockchain and digital identity.

[https://www.eublockchainforum.eu/sites/default/files/report\\_identity\\_v0.9.4.pdf](https://www.eublockchainforum.eu/sites/default/files/report_identity_v0.9.4.pdf)

Enev, Emilian (2020), How to put together a Blockchain project.

ESIC Business & Marketing School (2018), Blockchain: la guía definitiva para conocer esta tecnología,

<https://www.esic.edu/rethink/tecnologia/blockchain-la-guia-definitiva>

Gitcoin, 2019. Open-Source Money will BUIDL the Open Source Ecosystem, The blockchain revolution is growing open source Medium 2018, Kevin Owocki <https://medium.com/gitcoin/open-source-money-will-buidl-the-open-source-ecosystem-f4169def8748>

GlobalData (2020). Blockchain to play a pivotal role in healthcare industry, but uptake is slow <https://www.globaldata.com/blockchain-to-play-a-pivotal-role-in-healthcare-industry-but-uptake-is-slow/>

Haig, Samuel (2020), Las Grandes Farmacéuticas instan a la FDA a usar blockchain para el seguimiento de los medicamentos. Cointelegraph. <https://es.cointelegraph.com/news/big-pharma-urges-fda-to-use-blockchain-for-drug-tracking>

iCommunity.io, (2019). Redes centralizadas VS distribuidas. Medium. <https://medium.com/@hellocommunity/redes-centralizadas-vs-distribuidas-2fc50c51f284>

Iredale, Gwynet (2020), Chapter-4: Blockchain Technology Definition: What Are the Different Types?, <https://101blockchains.com/blockchain-definition/>

KPMG (2019), Nicolas Olea y Glenn Tjon, Descubra el potencial de Blockchain, <https://assets.kpmg/content/dam/kpmg/pa/delineandoestrategias/DE-Tecnologia-disruptiva-Descubra-el-potencial-de-blockchain-SECURED-updated.pdf>

Lesa Noné (2019), Which Governments Are Using Blockchain Right Now? [https://consensys.net/blog/enterprise-blockchain/which-governments-are-using-blockchain-right-now?\\_ga=2.43621152.461112524.1598642409-1754052997.1598642409](https://consensys.net/blog/enterprise-blockchain/which-governments-are-using-blockchain-right-now?_ga=2.43621152.461112524.1598642409-1754052997.1598642409)

Liao, Rebeca (2020), How interoperability establishes blockchain's utility and effectiveness for trade finance. World Economic Forum. <https://www.weforum.org/agenda/2020/05/blockchain-interoperability-utility-effectiveness/>

Lucas, Miguel. Tecnología blockchain. Un nuevo modelo de acción de gobierno.  
<https://compolitica.com/tecnologia-blockchain-un-nuevo-modelo-de-accion-de-gobierno/>

Madeira, Antonio (2020), Blockchain perturba la industria de la música y hace que cambie de tono  
<https://es.cointelegraph.com/news/blockchain-to-disrupt-music-industry-and-make-it-change-tune>

Maxie, Emily (2018), Pros and Cons of Different Blockchain Consensus Protocols.  
<https://www.verypossible.com/insights/pros-and-cons-of-different-blockchain-consensus-protocols>

MINTIC, Observatorio de la economía digital de Colombia  
[https://www.mintic.gov.co/portal/604/articles-61929\\_recurso\\_4.pdf](https://www.mintic.gov.co/portal/604/articles-61929_recurso_4.pdf)

Quandl, Bitcoin Total Number of Transactions  
<https://www.quandl.com/data/BCHAIN/NTRAT-Bitcoin-Total-Number-of-Transactions>

Redman, Jamie (2020), Close to 11 Million BTC Haven't Moved in Over a Year  
<https://news.bitcoin.com/close-to-11-million-btc-havent-moved-in-over-a-year/>

Rodríguez Roldán, Diego. Blockchain: cambiando los modelos de relación y confianza, Deloitte.  
<https://www2.deloitte.com/es/es/pages/governance-risk-and-compliance/articles/blockchain-cambiando-modelos-relacion-confianza.html>

Rodríguez, Nelson, (2019), Prueba de concepto blockchain: Guía de PoC empresarial. 101 Blockchain. <https://101blockchains.com/es/prueba-de-concepto-blockchain/>

SAP. Blockchain explicado desde una perspectiva empresarial  
<https://www.sap.com/latinamerica/insights/what-is-blockchain.html>

Serale, Florencia; Redi, Christoph; Muenta-Kunigami, Arturo (2019), Blockchain en la administración pública ¿mucho ruido y pocos bloques? BID.  
[https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Blockchain\\_en\\_la\\_administraci%C3%B3n\\_p%C3%BAblica\\_Mucho\\_ruido\\_y\\_pocos\\_bloques\\_es.pdf](https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Blockchain_en_la_administraci%C3%B3n_p%C3%BAblica_Mucho_ruido_y_pocos_bloques_es.pdf)

Slovak University of Technology (2019), OECD (2019). Scoping Paper on the Potential of Blockchain to Promote Trust in Public Institutions and Policy Making <https://www.mirri.gov.sk/wp-content/uploads/2019/12/Scoping-Paper-on-the-Potential-of-Blockchain-to-Promote-Trust-in-Public-Institutions.pdf>

Universidad Nacional de Colombia, Verificación títulos electrónicos, <https://unal.edu.co/formacion/verificacion-titulos-electronicos.html>

Vass Company, 2017. Blockchain, guía rápida de ‘Smart Contracts’ o contratos inteligentes <https://www.vass.es/blockchain-guia-rapida-de-smart-contracts-o-contratos-inteligentes/>

WEF (2017), Two billion people lack access to a bank account. Here are 3 ways blockchain can help them, Pavel Bains Chief Executive Officer, Bluzelle Networks <https://www.weforum.org/agenda/2017/06/3-ways-blockchain-can-accelerate-financial-inclusion/>

WEF (2018). How blockchain brings social benefits to emerging economies. <https://www.weforum.org/agenda/2018/12/how-blockchain-brings-social-benefits-to-emerging-economies>

WEF (2019). 5 ways traceability technologies can lead to a safer, more sustainable world <https://www.weforum.org/agenda/2019/09/5-ways-traceability-technology-can-lead-to-a-safer-more-sustainable-world/>

WEF (2020), Exploring Blockchain Technology for Government Transparency: Blockchain-Based Public Procurement to Reduce Corruption. <https://www.weforum.org/reports/exploring-blockchain-technology-for-government-transparency-to-reduce-corruption>

WEF (2020), Exploring Blockchain Technology for Government Transparency: Blockchain-Based Public Procurement to Reduce Corruption <https://es.weforum.org/reports/exploring-blockchain-technology-for-government-transparency-to-reduce-corruption>

WEF (2020), Why we need a blockchain bill of rights, February 2020. <https://www.weforum.org/agenda/2020/02/why-we-need-a-blockchain-bill-of-rights/>

WEF (2020), Presidio Principles, Foundational Values for a Decentralized Future, [http://www3.weforum.org/docs/WEF\\_Presidio\\_Principles\\_2020.pdf](http://www3.weforum.org/docs/WEF_Presidio_Principles_2020.pdf)

WEF, Blockchain toolkit.

<http://widgets.weforum.org/blockchain-toolkit/modules>

<http://widgets.weforum.org/blockchain-toolkit/ecosystem/>

<http://widgets.weforum.org/blockchain-toolkit/consortium-formation>

<http://widgets.weforum.org/blockchain-toolkit/consortium-governance>

<http://widgets.weforum.org/blockchain-toolkit/digital-identity>

<http://widgets.weforum.org/blockchain-toolkit/interoperability>

<http://widgets.weforum.org/blockchain-toolkit/structure-public-private>

<http://widgets.weforum.org/blockchain-toolkit/data-protection>

<http://widgets.weforum.org/blockchain-toolkit/data-integrity>

<http://widgets.weforum.org/blockchain-toolkit/personal-data-handling>

<http://widgets.weforum.org/blockchain-toolkit/cybersecurity>

<http://widgets.weforum.org/blockchain-toolkit/legal-and-regulatory-compliance>

<http://widgets.weforum.org/blockchain-toolkit/legal-and-regulatory-compliance>

<http://widgets.weforum.org/blockchain-toolkit/tax-implications>

<http://widgets.weforum.org/blockchain-toolkit/financial-reporting-and>

<http://widgets.weforum.org/blockchain-toolkit/risk-factors>

Zamorano, Víctor (2020). Protocolos de consenso para blockchain; PoW, PoS y más

<http://www.blockchainservices.es/uncategorized/protocolos-de-consenso-para-blockchain-pow-pos-y-mas/>

## REFERENCIAS SOBRE OFERTA DE EDUCACIÓN EN BLOCKCHAIN

SENA Innova

<https://www.sena.edu.co/es-co/Empresarios/Paginas/SENA%20INNOVA%202020/Nuestro-Proceso.aspx>

Fundación Universitaria del Área Andina

<https://www.areandina.edu.co/es/content/curso-en-blockchain-fundamentos-de-una-tecnología-disruptiva>

Bogotá Aprende TIC

<http://www.bogotaaprendetic.gov.co/cur3.html>

Cámara de Comercio de Bogotá, “La tecnología blockchain y los criptoactivos han llegado para quedarse”, Blockchain y Criptomonedas

<https://www.ccb.org.co/Eventos-y-capacitaciones/Nuestros-eventos/Formacion-Empresarial/Seminarios-virtuales/Blockchain-y-criptomonedas>

DIPLOMADO EN BLOCKCHAIN-DESARROLLO DE APLICACIONES DESCENTRALIZADAS SOBRE ETHEREUM (DAPPS)

<https://www.usergioarboleda.edu.co/educacion-continuada/diplomado-en-blockchain-desarrollo-aplicaciones-descentralizadas-ethereum-daaps/>

Economía colaborativa, Universidad Sergio Arboleda

<https://www.usergioarboleda.edu.co/madrid/programa/economia-colaborativa>

Tecnología blockchain y aspectos económicos, Universidad Nacional de Colombia

[https://bogota.unal.edu.co/noticias/actualidad/curso-tecnologia-blockchain-y-](https://bogota.unal.edu.co/noticias/actualidad/curso-tecnologia-blockchain-y-aspectos-)

[economicos/?tx\\_news\\_pi1%5Bcontroller%5D=News&tx\\_news\\_pi1%5Baction%5D=detail&cHash=3969354d6c0cbe442d15c8c89730ce44](https://bogota.unal.edu.co/noticias/actualidad/curso-tecnologia-blockchain-y-aspectos-economicos/?tx_news_pi1%5Bcontroller%5D=News&tx_news_pi1%5Baction%5D=detail&cHash=3969354d6c0cbe442d15c8c89730ce44)

Blockchain – Creación de contratos inteligentes, Universidad Nacional de Colombia

[https://bogota.unal.edu.co/noticias/actualidad/blockchain-creacion-de-](https://bogota.unal.edu.co/noticias/actualidad/blockchain-creacion-de-contratos-inteligentes-agosto-)

[02/?tx\\_news\\_pi1%5Bcontroller%5D=News&tx\\_news\\_pi1%5Baction%5D=detail&cHash=7c56e031fe1da2c2b9f1817d30cef263](https://bogota.unal.edu.co/noticias/actualidad/blockchain-creacion-de-contratos-inteligentes-agosto-02/?tx_news_pi1%5Bcontroller%5D=News&tx_news_pi1%5Baction%5D=detail&cHash=7c56e031fe1da2c2b9f1817d30cef263)

Fundamentos de la Tecnología Blockchain, Universidad Javeriana

<https://educacionvirtual.javeriana.edu.co/fundamentos-de-la-tecnolog%C3%ADa-blockchain>

Introducción al Blockchain y monedas encriptadas: impacto en el mercado financiero - Medellín

<https://www.eafit.edu.co/cec/econom%C3%ADa-y-finanzas/economia/curso-introduccion-al-blockchain-y-monedas-encriptadas-impacto-en-el-mercado-financiero-medellin>

Blockchain para programadores en Ethereum y DeFi, Blockchain eX Innovation Center

<https://bloex.co/portfolio/blockchain-para-programadores-en-ethereum-y-defi-finanzas-decentralizadas/>

Cursos y cátedra Blockchain Universidad Jorge Tadeo Lozano

<https://appsia.utadeo.edu.co/pda/pags/es/anyo20182S/asignaturas/plan0504/asig10166.html>

<https://www.utadeo.edu.co/es/evento/academicos/no-te-pierdas-la-clase-abierta-de-introduccion-la-blockchain/home/1>

<https://www.utadeo.edu.co/es/evento/academicos/clase-abierta-introduccion-la-blockchain/home/1>

<https://www.utadeo.edu.co/es/evento/academicos/se-inician-las-clases-abiertas-de-introduccion-la-blockchain/home/1>