

**Desafíos y Retos para la Adopción de la Tecnología Blockchain en el Sector Inmobiliario
en Colombia.**

Elaborado por:

Heidi Carolina Acosta Pedraza

Jeisson Forero Higuera

Wilman Alexander Peña

Universidad EAN

Seminario de Investigación

Especialización en Gerencia de Tecnología

Bogotá, D.C.

Resumen

El sector inmobiliario en Colombia es una columna vertebral de la economía, contribuyendo significativamente a la expansión económica y al desarrollo urbano del país. Su importancia radica en la generación de empleo, la inversión en infraestructura y el impacto en la calidad de vida de los ciudadanos.

Este estudio investiga los desafíos y barreras para la adopción de la tecnología blockchain en el sector inmobiliario en Colombia, a través de una metodología de enfoque mixto, combinando métodos cuantitativos y cualitativos. Se emplea un diseño de investigación no experimental, observando la adopción de blockchain en la industria, su alcance es descriptivo, enfocándose en identificar y analizar los datos obtenidos de las herramientas y técnicas de análisis.

A través de un análisis exhaustivo, se identifican las principales dificultades que enfrentan los actores del sector, incluyendo la resistencia al cambio, la falta de conocimiento técnico y las limitaciones regulatorias.

Además, se examinan las percepciones de los profesionales del sector sobre el uso de blockchain y se proponen estrategias para mejorar su adopción. Los resultados obtenidos destacan la relevancia de la tecnología blockchain en la transformación del sector inmobiliario, ofreciendo una visión integral que puede guiar futuras implementaciones y políticas en Colombia.

Palabras clave: Blockchain, contech, criptoactivo, contratos inteligentes, interoperabilidad, insights, descentralizada, inmutable, inmobiliario, proptech, tokenización.

Problema de Investigación

Antecedentes

Las tecnologías han transformado radicalmente la manera de vivir e interactuar con el mundo desde el surgimiento de la era digital. Desde la invención del internet, que permitió el acceso universal a la información conectando a personas a nivel global, hasta la proliferación de dispositivos móviles que han integrado internet en todos los ámbitos de la vida diaria, se ha sido testigo de una revolución tecnológica sin precedentes.

En este contexto de cambio acelerado, la llegada de la tecnología blockchain representa una nueva frontera, ofreciendo un paradigma distinto para la gestión de datos y transacciones.

A diferencia de las tecnologías anteriores, la tecnología blockchain introduce un sistema descentralizado y seguro que promete reconfigurar la manera en que se manejan las transacciones digitales, ofreciendo un nivel de transparencia y confianza sin precedentes en un mundo cada vez más integrado.

Así, la tecnología blockchain comenzó a gestarse en 1991, cuando se creó la primera cadena de bloques segura utilizando criptografía. Este concepto inicial fue evolucionando con el tiempo, y en 1998, el ingeniero chino Wei Dai presentó una propuesta descentralizada, para pagos electrónicos basada en criptografía de clave pública, (Navarro, s.f.) La tecnología blockchain, que se popularizó en 2008, se configura como una versión peer-to-peer del dinero electrónico. Este protocolo conocido como el original de Bitcoin, estableció los fundamentos, para lo que hoy se denomina la tecnología blockchain o de cadena de bloques. (Nakamoto, 2008)

De esta manera, la tecnología blockchain se presenta como una solución innovadora que permite realizar pagos en línea directamente entre las partes, eliminando la necesidad de intermediarios financieros. Funciona como una base de datos distribuida que registra transacciones de manera inmutable y descentralizada.

Bajo esta perspectiva, la tecnología blockchain ha surgido como una innovación revolucionaria con la capacidad de impactar múltiples sectores, entre ellos el inmobiliario. En Colombia, el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (MinTIC) ha liderado esfuerzos significativos para explorar y adoptar esta tecnología. En colaboración con entidades como el Banco de la República y empresas tecnológicas, se han realizado pruebas para evaluar la eficiencia de blockchain en mejorar servicios de pagos y otros procesos administrativos (Escarraga, 2024)

A pesar de ello, la incorporación extendida de la tecnología blockchain enfrenta obstáculos considerables, específicamente en el sector inmobiliario en Colombia. Estos obstáculos abarcan aspectos técnicos, regulatorios y de percepción, los cuales limitan su implementación efectiva y su capacidad para transformar este sector.

Descripción del problema

El mercado inmobiliario en Colombia ha mostrado un crecimiento continuo en los últimos años. No obstante, continúa enfrentando desafíos relacionados con la transparencia en las transacciones, la seguridad de la información sobre la propiedad, y los tiempos prolongados en la tramitación de documentos. A menudo las operaciones inmobiliarias están plagadas de ineficiencias, altos costos de intermediación, y un riesgo significativo de fraude.

A pesar de los avances tecnológicos, los sistemas actuales utilizados en el sector inmobiliario no han logrado superar estos retos. Los registros de propiedad siguen siendo vulnerables a manipulaciones y fraudes, mientras que los procesos de verificación continúan siendo lentos y costosos. Por esta razón, se plantea la necesidad de explorar nuevas soluciones tecnológicas, como el uso de la tecnología blockchain, que promete mayor transparencia, seguridad y eficiencia en las transacciones.

El impacto de las ineficiencias en el sector inmobiliario no solo afecta a los compradores y vendedores, sino también al mercado económico general. La falta de confianza y transparencia puede frenar la inversión extranjera y nacional en el mercado, mientras que los altos costos de intermediación y las demoras perjudican tanto a individuos como a empresas. Abordar los problemas es fundamental para mejorar la competitividad del sector y garantizar un crecimiento sostenible.

La tecnología blockchain emerge como una solución potencial a los desafíos del sector, permitiendo la creación de un registro inmutable y descentralizado de propiedades, eliminando intermediarios y agilizando los procesos de verificación y registro. Además, ofrece una mayor seguridad contra el fraude mediante contratos inteligentes y puede reducir significativamente los costos operativos.

El problema que esta investigación pretende abordar es cómo la adopción de la tecnología blockchain en el sector inmobiliario colombiano podría mejorar la transparencia, la seguridad y la eficiencia de las transacciones, y cuáles serían los principales obstáculos para su adopción en Colombia.

Pregunta de investigación.

¿Cuáles son las principales barreras que limitan la adopción de la tecnología blockchain en el sector inmobiliario en Colombia y qué estrategias pueden implementarse para superar estos obstáculos?

Objetivos

Objetivo general

Presentar estrategias prácticas para superar los desafíos en la adopción y el acceso al blockchain en Colombia, a partir de un análisis de las barreras que limitan su implementación.

Objetivos específicos

1. Analizar el estado actual de la adopción de la tecnología blockchain en el sector inmobiliario en Colombia.
2. Identificar las principales barreras que enfrentan las empresas en Colombia para adoptar la tecnología blockchain en el sector inmobiliario.
3. Examinar casos de cómo otras regiones o países han superado barreras similares para la adopción de la tecnología blockchain en el sector inmobiliario.
4. Identificar soluciones y estrategias prácticas para superar las barreras identificadas.

Justificación

Esta investigación permitirá identificar los obstáculos y barreras que pueden influir en la adopción de la tecnología blockchain en el sector inmobiliario en el país, investigar estos desafíos permitirá entender mejor las barreras que puedan estar impidiendo la implementación efectiva de la tecnología en este sector.

La tecnología blockchain ofrece una serie de beneficios para el sector inmobiliario, como mayor transparencia, seguridad y eficiencia en las transacciones. Sin embargo, su adopción aún enfrenta desafíos, especialmente en países como Colombia. La investigación propone identificar y analizar estos obstáculos, brindando un marco práctico para su superación.

En términos prácticos, la investigación ofrecerá un análisis de las barreras locales y un marco metodológico para integrar la tecnología blockchain en empresas del sector inmobiliario, permitiendo la interoperabilidad con otros actores la realización de transacciones en menor tiempo y mejorando la seguridad en sus operaciones.

Metodológicamente, se evaluarán estrategias para superar estos obstáculos, lo que permitirá a las empresas tomar decisiones informadas sobre su adopción. El valor teórico radica en su contribución al cuerpo de conocimiento sobre cómo esta tecnología puede transformar el sector inmobiliario, brindando insights sobre su implementación en mercados emergentes como el colombiano.

Esta investigación puede revelar las características culturales y económicas de Colombia, con el fin de proporcionar una visión de como adaptar las estrategias a estas realidades, facilitando una integración más efectiva, incentivando un ecosistema más innovador y una mayor participación en la economía digital.

Un aspecto fundamental de la investigación es la necesidad de comunicar de manera clara y accesible los beneficios de la tecnología blockchain al sector inmobiliario. A pesar de su

gran potencial, esta tecnología aún es desconocida para muchos. Por ende, se busca generar conciencia sobre las ventajas que ofrece la tecnología blockchain en este sector, representando una oportunidad para las empresas que deseen implementarla e impulsar su adopción estando a la vanguardia de la innovación a nivel global.

Marco Teórico

Blockchain

Con el fin de entender mejor los inicios y evolución de la tecnología blockchain es necesario remontarnos al pasado, los primeros conceptos que posteriormente influirían en la creación de la tecnología blockchain comenzaron a emerger en la década de 1980 con la evolución de la criptografía.

Al respecto, se desarrollaron técnicas como las funciones hash criptográficas, que permiten generar una huella digital única para cualquier conjunto de datos, lo que es crucial para la inmutabilidad de los bloques en la tecnología blockchain.

Otro avance clave fue la idea de firmas digitales, que permiten verificar la identidad de los participantes en una transacción sin necesidad de intermediarios de confianza. (Haber & Stornetta, 1991)

En este sentido, en la década de 1990, los investigadores Stuart Haber y W. Scott Stornetta propusieron un sistema criptográfico que permitía sellar digitalmente documentos de una manera que fuera imposible de alterar. En su trabajo de 1991, describieron un método para proteger la integridad de los documentos utilizando una estructura encadenada de bloques, un concepto que sería un proceso fundamental para el inicio de la tecnología blockchain. (Haber & Stornetta, 1991)

El verdadero punto de inflexión para la tecnología blockchain llegó en 2008, cuando Satoshi Nakamoto publicó su influyente documento técnico titulado 'Bitcoin: Un Sistema de Efectivo Electrónico Peer-to-Peer'. En este "whitepaper", Nakamoto presentó una forma revolucionaria de realizar transacciones digitales sin la necesidad de intermediarios como bancos o gobiernos. La clave de su propuesta fue la tecnología blockchain, que permitía almacenar las

transacciones en una estructura distribuida y descentralizada, cambiando para siempre el panorama financiero. (Nakamoto, 2008)

Al respecto, blockchain, es un registro compartido e inmutable que facilita la trazabilidad de transacciones y el seguimiento de activos dentro de una red. Estos activos pueden ser tanto tangibles, como automóviles, casas, dinero en efectivo o terrenos, como intangibles, tales como derechos de autor, marcas, patentes o propiedades intelectuales. En esencia, cualquier bien valioso puede ser comercializado y rastreado en una red blockchain, lo que reduce riesgos y costos para todos los participantes en el proceso. (Crosby, 2016, Párr. 3 - 4)

Tokenización de activos

La Tokenización de activos consiste en convertir activos físicos como bienes raíces, obras de arte y materias primas en tokens digitales mediante la tecnología blockchain. Esta innovación facilita la democratización de la inversión y el acceso a nuevos mercados, permitiendo dividir grandes activos en partes más pequeñas y accesibles. Sin embargo, existen desafíos como el cumplimiento regulatorio, la seguridad, la valuación precisa de los activos y la integración tecnológica. A pesar de estas barreras, se espera que la tokenización crezca significativamente en el futuro. (Jiménez, 2023, párr. 2-3)

En términos simples, la tokenización consiste en convertir cualquier activo, ya sea físico o digital, en un token digital único en la tecnología blockchain. Este token representa los derechos de propiedad sobre ese activo y puede ser comprado, vendido o transferido de forma segura y transparente. (BBVA, s.f.)

Importancia de la Tokenización

La tokenización de activos representa una revolución tecnológica en la forma en que se representa la propiedad y las transacciones, permitiendo inversiones en el ámbito financiero. Se caracteriza por:

- **Mayor liquidez:** Los activos tokenizados pueden dividirse en fracciones más pequeñas, lo que facilita la inversión y aumenta la liquidez del mercado.
- **Acceso democratizado:** La tokenización permite a un mayor número de personas invertir en activos que antes eran inaccesibles debido a su alto valor.
- **Transparencia:** Las transacciones se registran de forma inmutable en la tecnología blockchain, lo que aumenta la transparencia y la seguridad.
- **Eficiencia:** Los procesos se vuelven más eficientes al eliminar intermediarios y automatizar muchas tareas.

Tipos de activos que se pueden tokenizar

Esta tecnología permite que prácticamente cualquier activo puede ser tokenizado, abriendo un mundo de posibilidades en el mercado financiero de inversión, como los ejemplos que se indican a continuación:

- **Inmuebles:** Desde propiedades residenciales hasta edificios comerciales.
- **Obras de arte:** Pinturas, esculturas, etc.
- **Acciones y bonos:** Títulos de empresas y deuda pública.
- **Materias primas:** Oro, petróleo, etc.
- **Derechos de autor:** Propiedad intelectual.

Beneficios de la tokenización

Con respecto a los beneficios de la tokenización, es importante tener en cuenta que esta tecnología simplifica las operaciones generando una mayor eficiencia en sus procesos y

aumentando la liquidez de los activos, permitiendo mayor transparencia en los mercados financieros.

- **Fraccionamiento:** Permite invertir en activos de alto valor con pequeñas cantidades de dinero.
- **Mayor liquidez:** Facilita la compra y venta de activos.
- **Transparencia:** Aumenta la confianza en las transacciones.
- **Reducción de costos:** Elimina intermediarios y automatiza procesos.
- **Nuevas formas de inversión:** Permite crear nuevos productos financieros.

Contratos inteligentes

Los contratos inteligentes son programas que se ejecutan de forma automática en una blockchain al cumplirse ciertas condiciones. Utilizan declaraciones del tipo "si/cuando... entonces..." para garantizar la ejecución de acuerdos sin intermediarios. Ofrecen ventajas como eficiencia, confianza, seguridad y ahorro de costos. Estos contratos se aplican en áreas como la cadena de suministro, finanzas comerciales y sectores farmacéuticos e inmobiliarios, mejorando la transparencia y la velocidad en transacciones. (IBM, s.f.)

Además, los beneficios de los contratos inteligentes incluyen mayor velocidad, eficiencia y precisión, ya que eliminan el papeleo y reducen errores. Además, ofrecen confianza y transparencia, ya que los registros encriptados de las transacciones se comparten entre los participantes, y son difíciles de hackear debido a la naturaleza distribuida y encriptada de la tecnología blockchain. Estos contratos también eliminan la necesidad de intermediarios, reduciendo costos y tiempos de espera. (IBM, s.f.)

Trasformación digital del sector inmobiliario: la influencia de la tecnología blockchain

En los últimos años, la tecnología blockchain ha experimentado un notable crecimiento gracias a su capacidad para revolucionar distintos sectores, incluido el mercado inmobiliario.

Así es como, reconocida por su habilidad para registrar transacciones de forma inmutable y transparente, esta tecnología desafía los métodos tradicionales de gestión de propiedades, transformando la forma en que las personas interactúan con los bienes raíces y llevan a cabo transacciones inmobiliarias.

Por lo tanto, al proporcionar mayor seguridad y eficiencia, blockchain no solo mejora la confianza en las transacciones, sino que también abre nuevas oportunidades para la innovación en la compra, venta y administración.

Un estudio reciente de Deloitte (2022) resalta cómo la tecnología blockchain podría simplificar estos procesos al ofrecer una forma más eficiente y segura de gestionar el historial de propiedad y realizar transacciones financieras. Aunque la tecnología blockchain tiene muchas ventajas, como la reducción de costos y la eliminación de intermediarios, también enfrenta desafíos que podrían dificultar su adopción.

Artículos recientes, como Rahman et al., (2022) y Hameed et al., (2022) han sugerido la tecnología blockchain como una solución de interoperabilidad, pero, migrar servicios típicos a un sistema basado en la tecnología blockchain, es un desafío debido a las diferencias en la estructura de datos.

De la misma forma, el sector inmobiliario abarca una variedad de procesos operativos, que van desde la planificación arquitectónica y financiera de un proyecto, hasta su venta, alquiler y gestión.

Con la integración de tecnologías emergentes en esta industria, no solo se presentan nuevas oportunidades disruptivas en cada una de estas etapas y áreas de negocio, sino que

también surgen nuevos términos para describir las innovadoras soluciones que se desarrollan. (Deloitte, 2023)

En este contexto, la tecnología está transformando rápidamente el sector, dando lugar a dos innovaciones clave: Proptech (del inglés property technology) y Contech (del inglés construction technology).

Proptech, se refiere a las soluciones tecnológicas aplicadas a los bienes raíces, mejorando la forma en que se compran, venden, gestionan y desarrollan propiedades. Por otro lado, Contech se centra en la tecnología aplicada a la construcción, optimizando los procesos y materiales en el ámbito de la edificación. (Hellerman, 2021)

Además, el Banco Interamericano de Desarrollo sugiere que estas startups, al mejorar significativamente la eficiencia de prácticamente todos los procesos en el sector inmobiliario, tienen el potencial de optimizar la oferta de vivienda en América Latina. Esto podría, a su vez, actuar como un importante impulso para elevar las condiciones de vida en la región. (Laguyás, N, et al., 2022).

En definitiva, con la integración de Proptech y Contech y la tecnología blockchain, el sector inmobiliario está avanzando hacia una era más digital y eficiente, impulsada por la tecnología para mejorar la transparencia, reducir costos y acelerar el desarrollo de propiedades, al tiempo que optimiza las transacciones y gestiona el historial de propiedad de manera segura.

Contexto y actualidad: implementación de la tecnología blockchain en el sector inmobiliario en Colombia

Por primera vez, una entidad estatal en Colombia ha implementado la tecnología blockchain en los procesos de adjudicación de tierras. Esta iniciativa, liderada por la Agencia de Tierras, busca proteger la información relacionada con la adjudicación de baldíos para la

restitución de tierras, cumpliendo así con órdenes judiciales. Esta arquitectura permite también la interoperabilidad con la Oficina de Registro de Instrumentos Públicos, lo que facilita la escalabilidad de esta solución a otras entidades del sector. (Agencia Nacional de Tierras, 2018)

Más aún, un desafío clave fue desarrollar una solución que garantizara la trazabilidad y el almacenamiento seguro de la documentación, minimizando los riesgos de manipulación y evitando omisiones en las resoluciones emitidas (MINTIC, 2020).

En conclusión, Blockchain proporciona un sistema seguro y resistente para administrar datos, garantizando registros efectivos, trazabilidad y consultas de resoluciones. Además, su arquitectura permite la interoperabilidad con otras entidades del sector.

Por otro lado, la categoría PropTech, que engloba a las empresas que crean tecnología para el sector inmobiliario, está destacando en el contexto de la transformación digital.

Según un informe de la plataforma Brikss, en 2021 había más de 9.000 plataformas en todo el mundo. Sin embargo, solo 100 de ellas son de origen colombiano, según datos proporcionados a Colombia Fintech por la consultora Triarii. (Aristizábal, 2022, párr. 2)

A continuación, se mencionan algunas plataformas que están revolucionando el sector inmobiliario en Colombia.

Habi. Creada por el colombiano Sebastián Noguera y la estadounidense Brynne McNulty Rojas, Habi se ha convertido en la mayor plataforma para la compra inmediata de viviendas en Colombia y México. La empresa ha desarrollado la principal base de datos del sector vivienda en Colombia, acumulando información de más de diez millones de inmuebles. En 2021, Habi lanzó una iniciativa en tecnología blockchain para mejorar la eficiencia y seguridad en el sector. (Quiroga, 2022).

Habi ha establecido conexiones con agentes inmobiliarios y entidades bancarias, facilitando la integración de todos los actores involucrados en el proceso, como bancos, notarías, compradores y vendedores. La empresa ha realizado la primera hipoteca y escritura

digital del país y, en colaboración con Brigard Urrutia, lanzó una herramienta para la lectura automática de certificados de tradición y libertad. (Quiroga, 2022).

Hasta ahora, Habi ha gestionado más de 450 escrituras digitales, permitiendo a los clientes realizar transacciones de compra y venta de viviendas sin salir de casa. La estrategia principal de la compañía es digitalizar el 100 % de las transacciones e integrar a notarios, tasadores, abogados, entidades financieras y aseguradoras en su plataforma, simplificando así la transferencia de propiedades. (Quiroga, 2022)

La Haus. La Haus es una plataforma enfocada en la compra y venta de inmuebles que llevó a cabo la primera transacción en bitcoin en el proyecto Natura City, ubicado en Santa Marta, siendo la primera en Colombia. Esta solución emplea tecnología blockchain mediante la red Lightning y el procesador de bitcoin OpenNode, facilitando transacciones inmobiliarias en tiempo real y de manera instantánea, comparable a la experiencia de comprar un boleto de avión (Pérez, 2022)

Brikss. Brikss es una inmobiliaria digital que fue fundada en 2016 con el objetivo de transformar el proceso de compra, venta y llegada de viviendas. Brikss se enfoca en resolver las necesidades actuales de los compradores, tales como la falta de tiempo, las dificultades de movilidad y la necesidad de explorar rápidamente. (Ospina, 2023)

Recientemente, formó una alianza con Weseed, una plataforma de inversiones inmobiliarias, que consiste en democratizar la inversión en el sector en Colombia. A través de esta plataforma virtual, los usuarios tendrán la oportunidad de invertir desde \$5 millones en un inmueble, el cual podría generar rentabilidades superiores al 15% al ser vendido (Ospina, 2023)

LQN. En 2018, "Lo que Necesito" surgió como una solución financiera para facilitar el acceso al crédito a personas excluidas del sistema bancario tradicional, como los trabajadores informales. La startup lanzó un subsidio del 15 % en la primera cuota del crédito para vivienda usada, ofreciendo 1.000 cupos en su primera etapa, permitiendo a las familias ahorrar un

promedio de 350 mil pesos, ayudando así con los gastos del proceso de compra (Morales, 2021)

LOKL. Es una startup que comenzó a operar en 2021 como una plataforma inmobiliaria digital enfocada en proyectos de hotelería. Su objetivo es permitir que las nuevas generaciones inviertan en iniciativas accesibles, como coliving, coworking y eco-hoteles, obteniendo rentabilidades por valorización y alquileres. Además, desarrolló una plataforma de inversión colaborativa en el metaverso, que ofrece experiencias de personalización de avatares, exploración de espacios y conciertos digitales de artistas de alto nivel. (Arenales, 2022)

La adopción de soluciones emergentes en el sector inmobiliario promete un futuro más accesible y prometedor para todos los actores involucrados. La implementación de la tecnología blockchain, junto con las innovaciones de PropTech y ConTech, está transformando profundamente la gestión y transacción de propiedades.

Estas tecnologías están revolucionando los procesos operativos mediante una mayor transparencia, eficiencia y seguridad, y tienen el potencial de mejorar la oferta de vivienda y elevar las condiciones de vida, especialmente en regiones como América Latina.

Contexto: implementación de la tecnología blockchain en el sector inmobiliario a nivel internacional

Suecia es uno de los países que ve la tecnología blockchain como un aliado en la mejora de sus procesos gubernamentales, Lantmäteriet es la agencia sueca de cartografía, catastro y registro de la propiedad, esta entidad ve con gran potencial esta tecnología realizando pruebas sobre la implementación de esta tecnología desde el año 2016, las cuales han permitido la compra y venta de inmuebles bajo la tecnología blockchain, estas pruebas han permitido que se realicen transacciones en cuestión de horas y no es necesario que el comprador y vendedor se encuentren ubicados en el mismo país. (Zuckerman,2018)

Esta prueba concepto incluyo el uso de contratos inteligentes en base a una tecnología aplicada por la empresa ChromaWay desarrollado para procesar transacciones inmobiliarias permitiendo la privacidad de las partes involucradas y simplificando de manera significativa los pasos realizados para este tipo de tramites que van desde semanas a meses para completarse (Zuckerman,2018)

Con la implementación de esta tecnología se optimizo la digitalización en los procesos de venta y compra de inmuebles ya que estos en gran medida se realizan de manera manual con la firma de diferentes documentos entre las partes involucradas, los cuales deben ser verificados para validar su autenticidad e identidad no permitiendo la reutilización de los datos entre un paso y otro retrasando en gran parte el proceso. (Miller, 2021)

Cada vez más países se suman al uso de es esta tecnología ya que uno de sus pilares fundamentales es la transparencia y trazabilidad de los procesos, asegurando la fiabilidad de los datos, permitiendo la digitalización e incrementando la eficiencia en el registro de propiedades mediante el uso de la tecnología blockchain.

Marco Legal

El uso de la tecnología blockchain en el sector inmobiliario ha emergido como una innovación prometedora. El marco legal para la implementación de la tecnología blockchain es fundamental para garantizar su adopción segura y eficiente. Este marco se compone de diversas regulaciones y directrices que abordan aspectos clave como la validez jurídica de los mensajes de datos y firmas digitales, la certificación digital, y los lineamientos técnicos y legales para proyectos de blockchain. A continuación, se detallan los componentes principales:

Regulación existente

Ley 527 de 1999: Esta ley regula y da validez jurídica a los mensajes de datos y firmas digitales en Colombia, lo cual es fundamental para la implementación de tecnologías como blockchain (Congreso de Colombia, 1999).

Decreto 2364 de 2012: Establece el marco regulatorio para la prestación de servicios de certificación digital, que es un componente esencial para la seguridad y autenticidad de las transacciones en blockchain (Presidencia de la República de Colombia, 2012).

Guía de Referencia de Blockchain del MinTIC: Esta guía proporciona lineamientos para la adopción e implementación de proyectos de blockchain en la gestión pública, incluyendo aspectos técnicos y legales (Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, 2020).

Además de las regulaciones mencionadas, es importante destacar algunos otros aspectos del marco regulatorio en Colombia que impactan el uso de blockchain en el sector inmobiliario:

Protección de Datos Personales

La Ley 1581 de 2012, conocida como la Ley de Protección de Datos Personales, establece las normas para la recolección, almacenamiento, uso, circulación y supresión de datos personales

en Colombia. Esta ley es crucial para los proyectos de blockchain, ya que garantiza que la información personal de los usuarios esté protegida y se maneje de manera segura (Congreso de Colombia, 2012)

Producción intelectual

La aplicación de la tecnología Blockchain en los derechos de propiedad intelectual se basa en varias ventajas. Primero, el Blockchain puede facilitar la identificación del usuario, reemplazando la necesidad de contraseñas y otras tecnologías de identificación (Amiet, 2021)

Además de las formas estándar de utilizar esta tecnología, como el acceso a cuentas en aplicaciones móviles y sitios web, es fundamental considerar la posibilidad de identificar a una persona específica para la firma de contratos inteligentes, especialmente en el ámbito de la propiedad intelectual y la circulación de derechos (Tangermann, 2021)

Normas Internacionales y Buenas Prácticas

Colombia también se alinea con normas internacionales y buenas prácticas en la implementación de tecnologías blockchain. Esto incluye la adopción de estándares de seguridad y protocolos de interoperabilidad que facilitan la integración de blockchain con otros sistemas tecnológicos y jurídicos a nivel global. (Espinosa, 2020)

Proyectos Piloto

El gobierno colombiano ha lanzado varias iniciativas y proyectos piloto para explorar el uso de blockchain en diferentes sectores, incluido el inmobiliario. Estas iniciativas buscan identificar oportunidades y desafíos, así como desarrollar un marco regulatorio más robusto y adaptado a las necesidades específicas del país. (Espinosa, 2020)

Estándares

Establecer estándares y protocolos que mejoren la interoperabilidad entre diversas plataformas blockchain facilitaría el intercambio de datos y activos entre sistemas, lo cual

beneficiaría a las aplicaciones de inteligencia artificial. Ejemplos de estas normas incluyen el ERC-20 (Ethereum Request for Comments 20) para tokens y el estándar Hyperledger Fabric, que permiten que diferentes blockchains operen conjuntamente. (Peña,2024

Metodología

Enfoque, alcance y diseño de la investigación

Esta investigación utiliza un enfoque mixto, que combina métodos cuantitativos y cualitativos para explorar los obstáculos que dificultan la adopción de la tecnología blockchain en el sector inmobiliario.

Los métodos cualitativos permiten abordar el problema de manera integral, organizando datos, creando categorías y temas, y desarrollando ideas que revelan patrones y describen el fenómeno de interés. (Hernández-Sampieri, 2020).

El objetivo principal es analizar las barreras y desafíos que afectan el acceso y la adopción de esta tecnología en Colombia. Este enfoque busca "reconstruir" la realidad tal como la ven las personas que forman parte del sistema social definido (Hernández-Sampieri, 2020).

El enfoque cuantitativo se centra en recopilar y analizar datos numéricos para entender fenómenos y responder preguntas específicas. Este tipo de investigación busca establecer patrones y relaciones entre diferentes variables. El objetivo principal es obtener resultados que sean estadísticamente significativos, lo que permite hacer generalizaciones sobre un grupo más amplio a partir de una muestra representativa, de la misma forma, se pueden identificar tendencias, medir actitudes y evaluar el impacto de factores específicos, lo que proporciona una visión clara y objetiva de la situación estudiada.

Para ello, se utilizará un diseño de investigación no experimental, donde no se manipulan variables, sino que se realiza una observación de la implementación de blockchain en el contexto colombiano y se recopilan datos cualitativos para su posterior análisis.

El alcance de la investigación es descriptivo, ya que busca identificar y analizar las barreras que obstaculizan la adopción de blockchain en el sector inmobiliario del país. Además, tiene un carácter exploratorio, ya que se indagarán aspectos poco conocidos sobre la percepción

de esta tecnología y sus beneficios en el contexto específico colombiano. Esto permitirá no solo identificar los desafíos existentes, sino también proponer estrategias adaptadas a las realidades culturales y económicas de Colombia.

Definición de Variables

La definición de variables se realizó de acuerdo con el grupo de actores que consideramos claves dentro de la investigación y que permitirán realizar el análisis de datos, la definición conceptual y la definición operacional o método de medición que se utilizara, a continuación, se describen las variables para el sector inmobiliario

Tabla 1.

Variables, Definición Conceptual y Definición Operacional

Variable	Definición Conceptual Descripción	Definición Operacional Método de Medición
1. Conocimiento sobre blockchain	Nivel de información que tienen las inmobiliarias sobre blockchain y su funcionamiento.	Encuestas sobre la comprensión y familiaridad con blockchain.
2. Interés en la adopción	Disposición de las inmobiliarias a adoptar blockchain en sus procesos.	Preguntas en encuestas que evalúen su interés y disposición para implementar esta tecnología.
3. Barreras percibidas	Identificación de obstáculos que las inmobiliarias creen que dificultan la adopción de blockchain.	Encuestas sobre las barreras que ven (costos, falta de conocimiento, etc.).
4. Experiencia previa	Conocimiento de experiencias anteriores con tecnologías emergentes, incluyendo blockchain.	Preguntas en encuestas sobre experiencias pasadas y casos de uso que hayan observado o implementado.
5. Beneficios esperados	Qué beneficios esperan obtener al implementar blockchain en sus operaciones.	Encuestas sobre las ventajas percibidas (transparencia, eficiencia, reducción de costos).

Variable	Definición Conceptual Descripción	Definición Operacional Método de Medición
6. Capacitación y recursos	Disponibilidad de formación y recursos educativos sobre blockchain para el personal de la inmobiliaria.	Preguntas en encuestas sobre la capacitación actual y la necesidad de formación adicional.
7. Colaboración en el ecosistema o comunidades	Participación en redes o asociaciones que fomenten la adopción de blockchain en el sector.	Encuestas sobre la participación en grupos o iniciativas colaborativas relacionadas con blockchain.
8. Percepción de confianza y seguridad	Confianza en la seguridad que ofrece blockchain en comparación con los métodos tradicionales.	Encuestas que midan la percepción de seguridad y confianza en el uso de blockchain frente a fraudes.
9. Normativa y regulación	Conocimiento sobre las regulaciones existentes que afectan la implementación de blockchain en el sector.	Entrevistas sobre el entendimiento de la normativa actual y su impacto en la adopción de blockchain.

Población

En Colombia, se estima que existen aproximadamente 2,000 inmobiliarias (Cámara Colombiana de la Construcción, 2023). Esta cifra representa la cantidad de empresas dedicadas a la intermediación y gestión de bienes raíces en el país. Para este estudio, se seleccionó una población de interés compuesta por 32 empresas del sector inmobiliario y constructor que operan a nivel nacional. De estas, 28 tienen modelos de negocio tradicionales, y 4 son startups identificadas como Proptech (Revista Forbes, 2024).

Las empresas de modelo de negocio tradicional fueron escogidas por ser las más representativas en términos de tamaño, continuidad en el mercado, contribución significativa al PIB y por tener proyectos a nivel nacional (DANE, 2023). Por otro lado, las empresas Proptech fueron seleccionadas por su innovación y por ser representantes de las empresas unicornio en el sector (KPMG, 2024).

De esta manera, el grupo de participantes en esta investigación está formado por empleados de empresas constructoras e inmobiliarias de distintas áreas, clasificados en 4 perfiles, con experiencia en la compra y venta de inmuebles. Sin embargo, su conocimiento sobre la tecnología blockchain varía significativamente. Algunos entienden los beneficios de blockchain, como la transparencia y eficiencia en las transacciones, mientras que otros desconocen cómo esta tecnología puede mejorar su trabajo.

Muestra

Para la muestra, se seleccionaron empleados que laboran en las 32 empresas del segmento y que voluntariamente quisieran participar en el proyecto, además de contar con disponibilidad de tiempo para responder a la encuesta. Cabe destacar que el muestreo de la investigación fue por conveniencia, y para escoger estas 32 encuestas se realizó un muestreo aleatorio

A partir de esta selección, se lograron realizar 103 encuestas a empleados en diferentes cargos del sector inmobiliario y constructor. Debido a la diversidad de los participantes, se agruparon en cuatro perfiles: analista, asistente, coordinador y director.

Aunque el muestreo no garantiza la representatividad total de la población de profesionales en el sector inmobiliario de Colombia, los participantes seleccionados tienen cualificaciones relevantes y desempeñan roles importantes en el sector, lo que permite ofrecer perspectivas valiosas sobre los desafíos y retos en la adopción de blockchain.

Análisis Estadístico

Los datos obtenidos proporcionan una primera aproximación a las percepciones y conocimientos de los profesionales sobre blockchain. Con un nivel de confianza del 95% y un margen de error del 9.66%. A continuación, se detallan las estadísticas muestrales:

Media $x = 0.5$

Proporción Muestral $p = 0.5$

Desviación estándar

Fórmula:

$$\text{Error estándar} = \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}}$$

$$\text{Error estándar} = \sqrt{\frac{0.5 \times (1 - 0.5)}{103}} \approx 0.0493$$

Donde: (p) es la proporción esperada (asumimos 0.5 para máxima variabilidad)

(n) es el tamaño de la muestra (103 en este caso)

Desviación estándar = 0.0493

Incertidumbre

Fórmula: Incertidumbre = z x desviación estándar

Incertidumbre = 1.96 x 0.0493 = 0,0966

Donde: (z) es el valor Z correspondiente al nivel de confianza deseado (1.96 para un nivel de confianza del 95%).

Intervalo de confianza

Fórmula: Intervalo de confianza= (p-Margen de error, p + Margen de error)

Intervalo de confianza= (0.5 - 0.0966, 0.5 + 0.0966) = **(0.4034, 0.5966)**

Rango dentro del cual se espera que se encuentre la proporción verdadera de la población con un cierto nivel de confianza.

Porcentaje de error

Fórmula: Porcentaje de error= Incertidumbre x100

Porcentaje de error= 0.0966 x 100 = 9.66%

Con un nivel de confianza del 95% y un margen de error del 9.66%, los resultados, aunque no completamente generalizables a toda la población, ofrecen valiosas perspectivas iniciales.

Los resultados servirán como base exploratoria para futuras investigaciones más amplias y detalladas, ayudando a identificar tendencias iniciales en la percepción de los profesionales sobre la tecnología.

Para la ruta cualitativa, la muestra se extraerá de la información disponible en artículos y plataformas sobre la adopción de la tecnología blockchain en el sector, y se focalizará en los desafíos para la adopción. Se hace referencia a cinco artículos seleccionados para esta investigación, los cuales proveen información respecto a las variables de estudio para el análisis de las barreras de adopción de la tecnología en el mercado.

Selección de métodos o instrumentos para recolección de información

Los datos se obtendrán de fuentes secundarias, como artículos científicos y casos de éxito. Por otra parte, se recopilarán datos mediante encuestas estructuradas dirigidas al grupo poblacional, conformado por diferentes perfiles del sector, con preguntas equivalentes a las variables descritas que permiten identificar las percepciones con relación a las barreras de la adopción de la tecnología Blockchain en el sector inmobiliario en Colombia.

Técnicas de análisis de datos

Para este trabajo de investigación, se emplearon diversas técnicas de análisis de datos para interpretar los resultados obtenidos de la muestra de 103 encuestas. Inicialmente, se calcularon estadísticas descriptivas, como la media, la proporción muestral y la desviación estándar, para proporcionar una visión general de los datos.

Para llevar a cabo el análisis de la encuesta, se utilizaron técnicas específicas debido a la naturaleza del muestreo por conveniencia. Se evaluaron las limitaciones y posibles sesgos

inherentes a este tipo de muestreo, reconociendo que los resultados no son completamente generalizables a toda la población. Se seleccionaron 32 empresas, específicamente las inmobiliarias y constructoras más grandes del país, que tienen representación en diferentes departamentos y desarrollan proyectos más grandes. La selección se realizó por conveniencia, considerando la tecnología disruptiva y emergente que se iba a encuestar, así como el tiempo disponible para la recolección de datos y la investigación. Los resultados obtenidos se analizaron detalladamente para identificar patrones y tendencias relevantes.

Los datos obtenidos de manera cuantitativa se analizaron utilizando variables definidas para cada pregunta de la encuesta. Se emplearon técnicas estadísticas descriptivas para resumir la información y se realizó un análisis para identificar relaciones entre variables. Además, se utilizaron gráficos para visualizar los resultados y facilitar la interpretación de los patrones y tendencias relevantes.

El análisis cuantitativo se basó en las respuestas obtenidas a través de encuestas que permitió captar percepciones sin recurrir a escalas numéricas, agrupando las respuestas en categorías. Se realizó el análisis descriptivo de los resultados apoyados en la herramienta Excel, de esta manera, se exploraron percepciones, opiniones y experiencias de los actores del sector sobre la adopción de la tecnología blockchain.

El análisis cualitativo se llevó a cabo mediante la revisión de artículos y casos de éxito, utilizando las mismas variables cuantitativas para su observación. Estas variables se presentan a través de una matriz, lo que permitió una comparación estructurada y detallada. Este enfoque cualitativo facilitó la exploración profunda, opiniones y experiencias de los casos del sector sobre la adopción de la tecnología blockchain en el sector inmobiliario.

A través de la interpretación de los datos cualitativos, se identificaron patrones y tendencias que complementaron los resultados cuantitativos y permitieron generar estrategias

Análisis y discusión de los resultados

En el marco de la transformación digital del sector inmobiliario, la tecnología blockchain emerge como una herramienta innovadora con el potencial de mejorar la transparencia, seguridad y eficiencia en los procesos. Para comprender mejor la percepción y los desafíos de su implementación, se realizó una encuesta dirigida a distintos niveles jerárquicos dentro de las empresas del sector: Directores, Coordinadores, Analistas y Asistentes.

Este análisis segmentado permitió identificar variaciones en el conocimiento, la percepción de beneficios, las barreras y la disposición para adoptar blockchain según el rol de los encuestados.

Entender estas diferencias fue fundamental para diseñar estrategias de adopción eficaces que respondan a las necesidades y expectativas específicas de cada nivel organizacional, facilitando así una transición más informada y alineada hacia la digitalización del sector inmobiliario en Colombia.

Análisis cuantitativo

Para este análisis se evaluaron los resultados de las preguntas de la encuesta, la cual fue respondida por 103 personas.

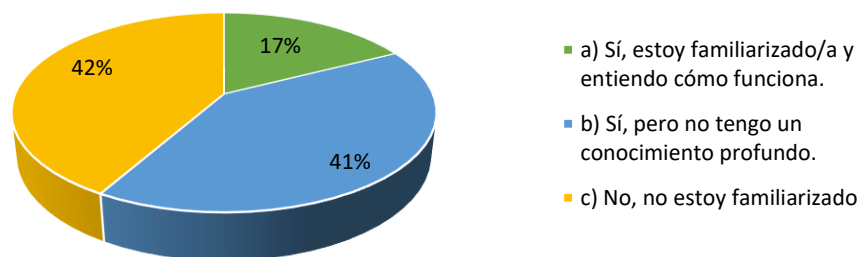
En el contexto de la investigación sobre los desafíos y barreras para la adopción de la tecnología blockchain en el sector inmobiliario en Colombia, la primera pregunta se centró en conocer el nivel de familiaridad de los participantes con esta tecnología y sus aplicaciones en el ámbito constructor e inmobiliario.

La figura 1 muestra los resultados obtenidos, lo cual permite visualizar las variaciones en el conocimiento y la percepción de la tecnología.

Figura 1

Conocimiento sobre Blockchain

1. ¿Conoce usted la tecnología blockchain y sus aplicaciones en el sector constructor e inmobiliario?



Nota: El gráfico representa el conocimiento de las personas encuestadas acerca de la familiaridad con la tecnología blockchain en el sector constructor e inmobiliario

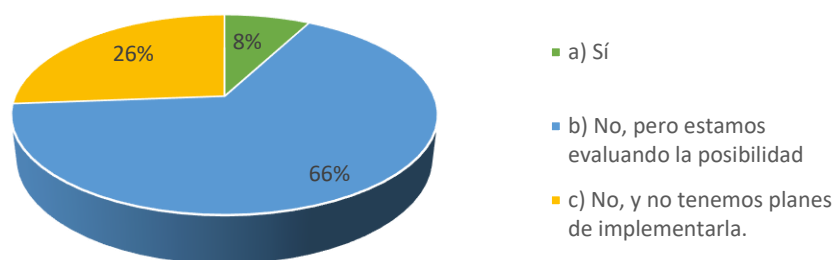
En relación con la adopción actual de soluciones basadas en blockchain en el sector inmobiliario y constructor, la segunda pregunta de la encuesta indaga sobre si las empresas de los participantes ya implementan alguna tecnología de este tipo. La figura 2 presenta los

resultados que proporcionan una visión sobre el grado de adopción de blockchain, reflejando no solo el conocimiento de la tecnología, sino también su implementación práctica en el sector.

Figura 2

Experiencias previas

2. ¿Actualmente su empresa utiliza alguna solución basada en blockchain en ámbito constructor e inmobiliario?

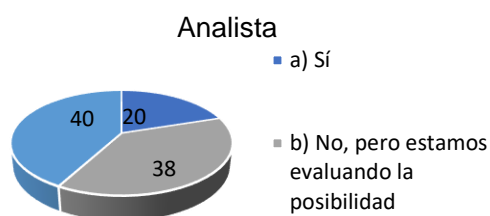


Nota: El gráfico representa las experiencias previas respecto a soluciones basadas en blockchain en las empresas en donde trabajan los encuestados

Así mismo, esta variable fue segmentada lo que permitió analizar las diferencias entre los diversos niveles jerárquicos dentro de las organizaciones.

Nivel Analista

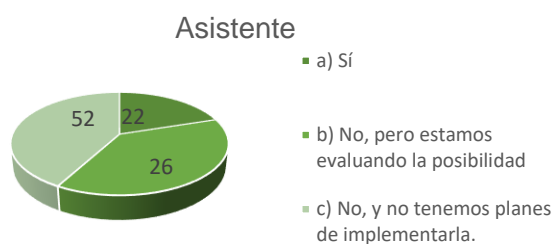
Como se aprecia en la figura 3, la mayoría de los analistas (40%) no tienen planes de implementar blockchain, lo que puede indicar una falta de conocimiento o interés en la tecnología. Un número significativo (38%) está evaluando la posibilidad, lo que sugiere una apertura a la adopción si se superan ciertas barreras. Solo el 20% ya utiliza blockchain, lo que muestra que la adopción aún es limitada en este nivel.

Figura 3*Experiencias Nivel Analista*

Nota: El gráfico representa las experiencias previas respecto a soluciones basadas en blockchain segmentado en el nivel analista, en las empresas en donde trabajan los encuestados

Nivel Asistente

En el nivel asistente, de acuerdo a la figura 4, la mayoría de los asistentes (52%) están evaluando la posibilidad de implementar blockchain, lo que indica un interés creciente en la tecnología. Un 26% no tiene planes de implementarla, lo que puede reflejar preocupaciones sobre la viabilidad o relevancia de blockchain en sus roles. Un 22% ya utiliza blockchain, lo que es un poco más alto que en el nivel de analista

Figura 4*Experiencias Nivel Asistente*

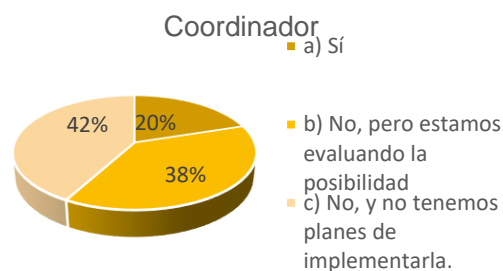
Nota: El gráfico representa las experiencias previas respecto a soluciones basadas en blockchain segmentado en el nivel asistente, en las empresas en donde trabajan los encuestados

Nivel Coordinador

De acuerdo a los resultados en la figura 5, la mayoría de los coordinadores (47%) están evaluando la posibilidad de implementar blockchain, lo que sugiere que están en una posición clave para influir en la adopción de la tecnología. Un 33% ya utiliza blockchain, lo que es significativamente más alto que en los niveles de analista y asistente. Solo un 20% no tiene planes de implementarla, lo que indica una mayor aceptación de la tecnología en este nivel.

Figura 5

Experiencias Nivel Coordinador



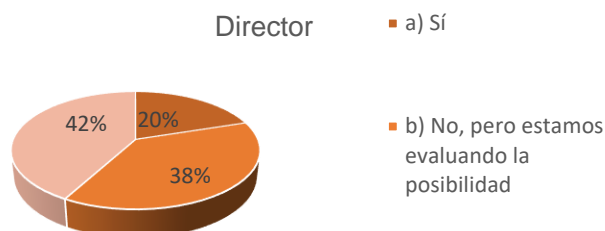
Nota: El gráfico representa las experiencias previas respecto a soluciones basadas en blockchain segmentado en el nivel coordinador en las empresas en donde trabajan los encuestados

Nivel Director

La mayoría de los directores (50%) están evaluando la posibilidad de implementar blockchain, lo que muestra un interés estratégico en la tecnología, de acuerdo a la figura 6, y un 33% no tiene planes de implementarla, lo que puede reflejar preocupaciones sobre la inversión y el retorno de la tecnología. Solo un 17% ya utiliza blockchain, lo que sugiere que la adopción aún es incipiente en los niveles más altos de la organización.

Figura 6.

Experiencias Nivel Director



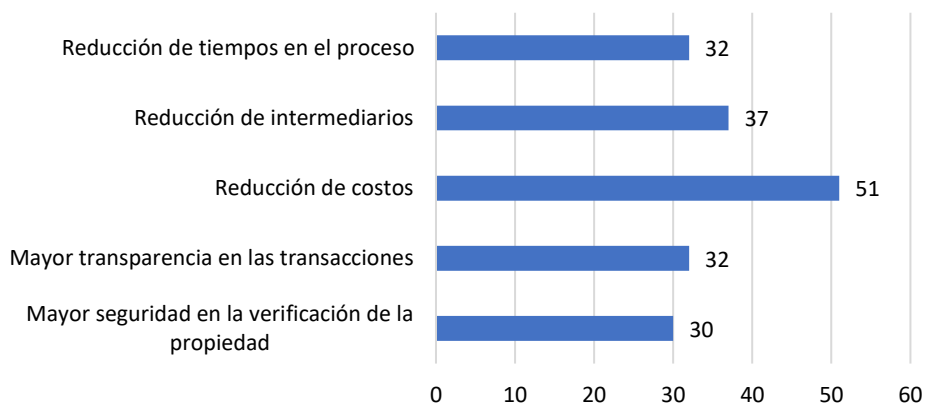
Nota: El gráfico representa las experiencias previas respecto a soluciones basadas en blockchain segmentado en el nivel director, en las empresas en donde trabajan los encuestados

Por otro lado, la variable relacionada con la percepción de los beneficios que la tecnología blockchain podría aportar al sector inmobiliario muestra, en los resultados presentados en la figura 7, los cuales reflejan cómo los participantes ven el impacto de blockchain en áreas clave, destacando las expectativas positivas sobre su aplicación en el sector inmobiliario.

Figura 7

Beneficios Blockchain al sector inmobiliario

3. En su opinión ¿Qué beneficios cree que puede aportar blockchain al sector inmobiliario?



Nota: El gráfico representa la frecuencia con la que cada beneficio fue mencionado en las respuestas.

Reducción de costos: 28.02% (51 votos) Este beneficio fue el más mencionado, lo que indica que los entrevistados ven un gran potencial en blockchain para disminuir los gastos asociados a las transacciones inmobiliarias. Esto puede incluir la reducción de tarifas de intermediarios, costos de verificación y otros gastos operativos.

Reducción de intermediarios: 20.33% (37 votos) La eliminación de intermediarios no solo reduce costos, sino que también simplifica el proceso de transacción. Blockchain permite

que las partes interactúen directamente, lo que puede acelerar las transacciones y reducir la complejidad.

Mayor transparencia en las transacciones: 17.58% (32 votos) La transparencia es crucial para construir confianza entre las partes involucradas en una transacción inmobiliaria. Blockchain puede proporcionar un registro claro y accesible de todas las transacciones, lo que facilita la auditoría y el seguimiento.

Reducción de tiempos en el proceso: 17.58% (32 votos) La eficiencia en los procesos es otro beneficio significativo. Blockchain puede agilizar las transacciones al eliminar la necesidad de intermediarios y automatizar muchas de las tareas administrativas mediante contratos inteligentes.

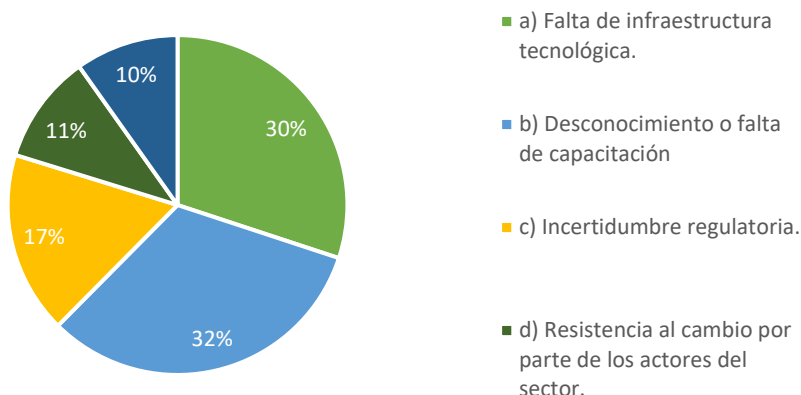
Mayor seguridad en la verificación de la propiedad: 16.48% (30 votos) La seguridad es una preocupación clave en el sector inmobiliario, y blockchain puede ofrecer una solución robusta al proporcionar un registro inmutable y verificable de la propiedad. Esto puede reducir el riesgo de fraude y aumentar la confianza en las transacciones.

La variable que evalúa las principales barreras para la adopción de blockchain en el sector constructor e inmobiliario en Colombia revela las dificultades que los participantes consideran más relevantes para implementar esta tecnología. Los resultados mostrados en la Figura 8 destacan las principales limitaciones identificadas por los encuestados, a través de este gráfico, se pueden observar las barreras percibidas con mayor énfasis, lo que refleja los desafíos que enfrenta el sector para integrar blockchain de manera efectiva en sus procesos y operaciones.

Figura 8

Barreras para la adopción del Blockchain en el sector inmobiliario

4. ¿Cuáles considera que son las principales barreras para la adopción de blockchain en el sector constructor e inmobiliario en Colombia?



Nota: El gráfico representa el porcentaje de las principales barreras para la adopción de la tecnología blockchain en el sector objeto del estudio, mencionadas por los encuestados

Falta de infraestructura tecnológica: 52 votos (30.06%)

Desconocimiento o falta de capacitación: 56 votos (32.37%)

Costos elevados de implementación: 17 votos (9.83%)

Resistencia al cambio por parte de los actores del sector: 18 votos (10.40%)

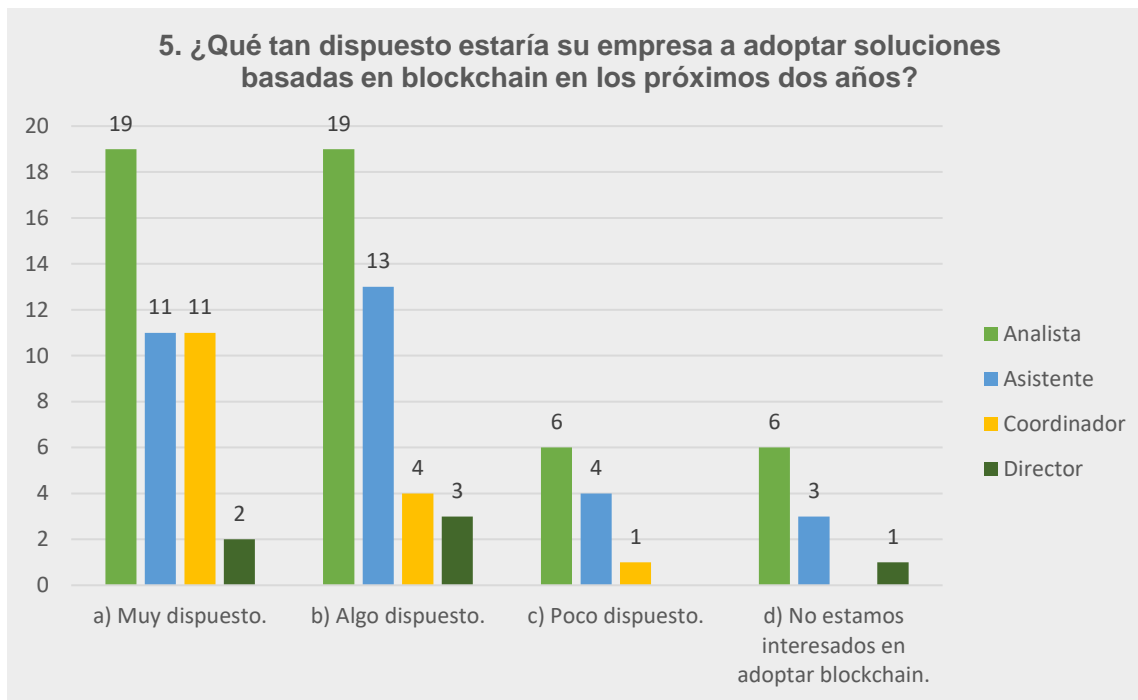
Incertidumbre regulatoria: 30 votos (17.34%)

La principal barrera para la adopción de blockchain es el desconocimiento o falta de capacitación, alcanzando un 32,37%. Indica que la falta de información y de habilidades en la tecnología es un obstáculo crítico. Los actores del sector posiblemente no tienen suficiente comprensión de los beneficios y el funcionamiento de esta tecnología, lo que dificulta la adopción.

Otro factor relevante, es la falta de infraestructura tecnológica, en un 30,06%, reflejando que las empresas del sector no cuentan con la infraestructura necesaria para implementar la tecnología de manera efectiva, es posible que los sistemas actuales de tecnología no sean compatibles con las soluciones de blockchain, lo cual requiere una inversión significativa en tecnología y conectividad.

Seguido de la incertidumbre regulatoria en un 17,34%, el sector necesita un marco regulatorio claro para reducir el riesgo percibido. Esto indica una necesidad de políticas más definidas para guiar el uso de la tecnología en las transacciones y contratos en el ámbito inmobiliario.

Los resultados sobre la disposición de las empresas para adoptar soluciones basadas en blockchain en los próximos dos años revelan el nivel de apertura y preparación del sector inmobiliario y constructor frente a esta tecnología emergente. Según los datos presentados en la Figura 9, es posible identificar la actitud general de las empresas en relación con la adopción de blockchain, incluyendo tanto la disposición positiva como las reservas y condiciones que los participantes consideran importantes para avanzar hacia su implementación. Estos resultados proporcionan una visión sobre el panorama futuro de la adopción de blockchain, destacando las expectativas y posibles barreras que podrían influir en el proceso de integración de esta tecnología.

Figura 9*Interés en la adopción*

Nota: El gráfico representa el interés de adopción de la tecnología blockchain en el sector inmobiliario mencionado por los encuestados

La disposición hacia la adopción de blockchain en el sector inmobiliario en Colombia muestra una tendencia favorable, especialmente entre los roles técnicos y operativos. Un 76% de los encuestados en los roles de analistas, asistentes y coordinadores indican estar “muy dispuestos” o “algo dispuestos” a implementar esta tecnología en los próximos dos años, lo cual refleja una apertura significativa hacia la transformación digital y un interés en los beneficios de blockchain, como la transparencia y eficiencia en transacciones. Sin embargo, la disposición baja entre los directores (solo 2 directores “muy dispuestos” y 3 “algo dispuestos”) sugiere que en los niveles de decisión estratégica existe aún cautela o escepticismo frente a blockchain, posiblemente debido a factores como costos, retorno de inversión, y la incertidumbre regulatoria del sector.

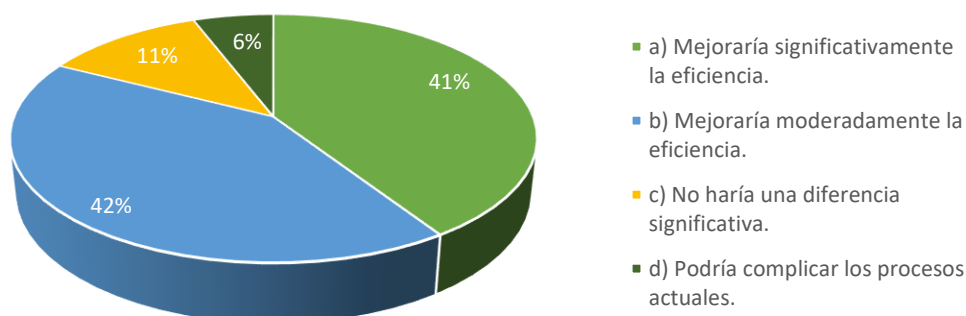
Por otro lado, un 18% de los encuestados expresó estar “poco dispuesto” o “no interesado” en adoptar blockchain, lo que indica que algunos actores ven barreras importantes o consideran que aún no es una tecnología esencial para su operación. Este grupo podría estar influenciado por una percepción de complejidad, costos elevados, o la falta de un marco regulatorio claro. En conclusión, para facilitar la adopción de blockchain en el sector inmobiliario, es crucial abordar las preocupaciones de los niveles directivos mediante estrategias de sensibilización, demostración de casos de éxito, y clarificación del marco regulatorio.

La percepción sobre el impacto de la implementación de blockchain en los procesos de compraventa de propiedades revela las expectativas de los participantes acerca de cómo esta tecnología podría transformar estas transacciones. Los resultados proporcionados en la Figura 10, muestran cómo los encuestados visualizan el impacto de posibles beneficios, en los procesos clave dentro de sus empresas.

Figura 10

Impacto de implementación

6. ¿Cuál considera que sería el impacto de la implementación de blockchain en los procesos de compraventa de propiedades en su empresa?



Nota: El gráfico representa la percepción del impacto en la implementación en los procesos de compra y venta de propiedades mediante la tecnología en el sector inmobiliario mencionado por los encuestados

Las respuestas sugieren una percepción positiva sobre el impacto potencial de blockchain:

Mejora de la eficiencia: El 41 % de los encuestados opina que la implementación de blockchain podría mejorar significativamente la eficiencia en los procesos de compraventa. Los aspectos más destacados incluyen reducción de costos, menor dependencia de intermediarios, y mayor seguridad en la verificación de propiedad.

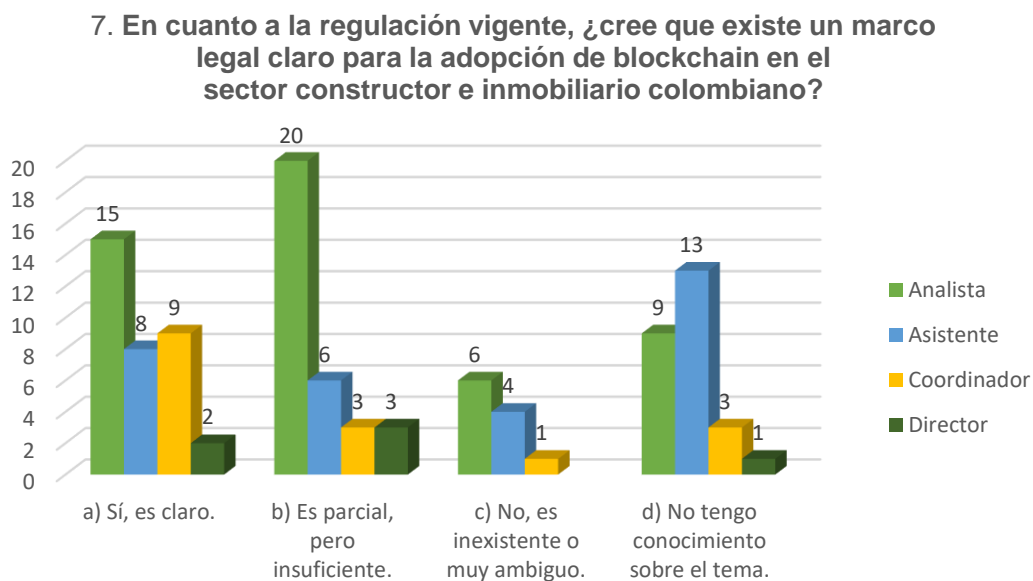
Impacto moderado: Con respecto a un impacto moderado tenemos que el 42% de los encuestados creen que la mejora en la eficiencia sería moderada, señalando la posibilidad de que algunos beneficios como la transparencia y la reducción de tiempos no sean sustanciales, esto podría ser debido a que sea evidenciado que los niveles jerárquicos operativos no cuentan con un conocimiento avanzado de esta tecnología.

Sin impacto: Un 11 % de los encuestado considera que blockchain no haría una diferencia significativa o incluso podría complicar los procesos actuales, se podría inferir que esto puede ser ocasionado por la falta de conocimiento de la tecnología y la resistencia al cambio que se puede dar en los tramites que ya realizan, también hay que considerar que al implementar esta tecnología los procesos para realizar estas operaciones disminuyen considerablemente.

En cuanto a la regulación vigente, de acuerdo a la figura 11, el análisis de la encuesta muestra que la percepción general en el sector inmobiliario colombiano es que el marco regulatorio para blockchain es insuficiente o ambiguo, lo cual limita su adopción.

Figura 11

Normativa y regulación



Nota: El gráfico representa la percepción de un marco regulatorio claro para la implementación de la tecnología blockchain en el sector inmobiliario mencionado por los encuestados

Aunque algunos encuestados consideran que existen directrices, la mayoría indica que estas no cubren adecuadamente las necesidades del sector, lo que genera incertidumbre y percepción de riesgo. Además, una proporción significativa manifiesta desconocimiento sobre la regulación, lo que evidencia una falta de capacitación en temas de blockchain, especialmente en los niveles operativos y de toma de decisiones.

Para avanzar en la adopción de blockchain en el sector, es fundamental desarrollar un marco regulatorio claro y específico, que abarque áreas como contratos inteligentes y registros de propiedad digital.

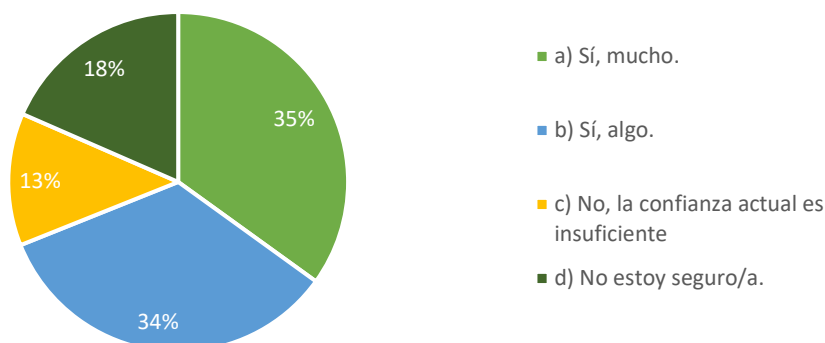
Por otro lado, la percepción sobre cómo la adopción de blockchain podría mejorar la confianza de los clientes en las transacciones inmobiliarias refleja el potencial de esta tecnología para generar mayor seguridad y transparencia en los procesos, de acuerdo a la figura 12, los

resultados muestran cómo los encuestados consideran que la implementación de blockchain podría fortalecer la confianza del cliente al asegurar transacciones más claras y verificables.

Figura 12

Percepción de confianza

8. Considera que la adopción de blockchain podría mejorar la confianza de los clientes en las transacciones inmobiliarias?



Nota: El gráfico representa la percepción de la adopción de la tecnología blockchain en términos de confianza y seguridad en el contexto de transacciones inmobiliarias mediante mencionado por los encuestados

La mayoría de los encuestados (69%) considera que la adopción de blockchain podría mejorar la confianza en las transacciones inmobiliarias, lo que sugiere una percepción positiva hacia esta tecnología.

Un porcentaje significativo (31%) aún tiene dudas o considera que la confianza actual es insuficiente, lo que indica áreas donde se podría trabajar para mejorar la percepción y la implementación de blockchain.

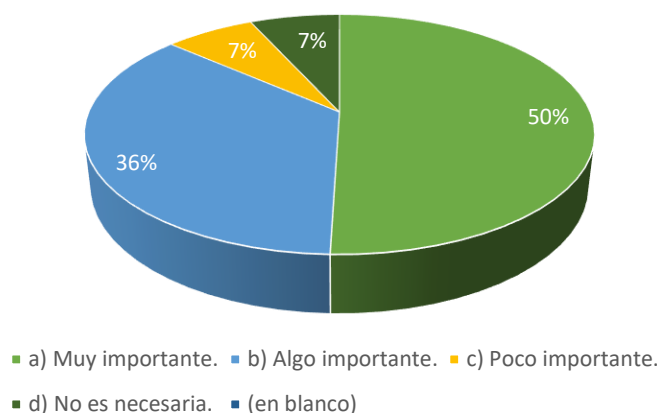
Así mismo, la importancia de la capacitación del personal en el uso de blockchain es clave para garantizar una implementación efectiva de esta tecnología en las empresas. Los resultados presentados en la figura 13 reflejan la percepción de los encuestados sobre cómo la formación

adecuada de los empleados influye en el éxito de la adopción de blockchain, destacando la necesidad de preparar al equipo para enfrentar los desafíos técnicos y operativos asociados con su integración.

Figura 13

Capacitación en Blockchain

9. ¿Qué tan importante considera la capacitación de su personal en el uso de blockchain para que sea efectiva su implementación en su empresa?



Nota: El gráfico representa la importancia de la capacitación en tecnología blockchain que mencionan los encuestados, trabajadores del sector inmobiliario

La mayoría de los encuestados con un 50%, consideran que la capacitación es importante, esto indica que la mitad de los participantes reconoce que para implementar blockchain en Colombia de manera efectiva, es esencial que el personal esté bien capacitado por su complejidad y los conocimientos específicos para su correcta aplicación.

Continuando con el 36% de los encuestados, creen que la capacitación es algo importante, reconocen su relevancia, aunque no la ven como absolutamente indispensable.

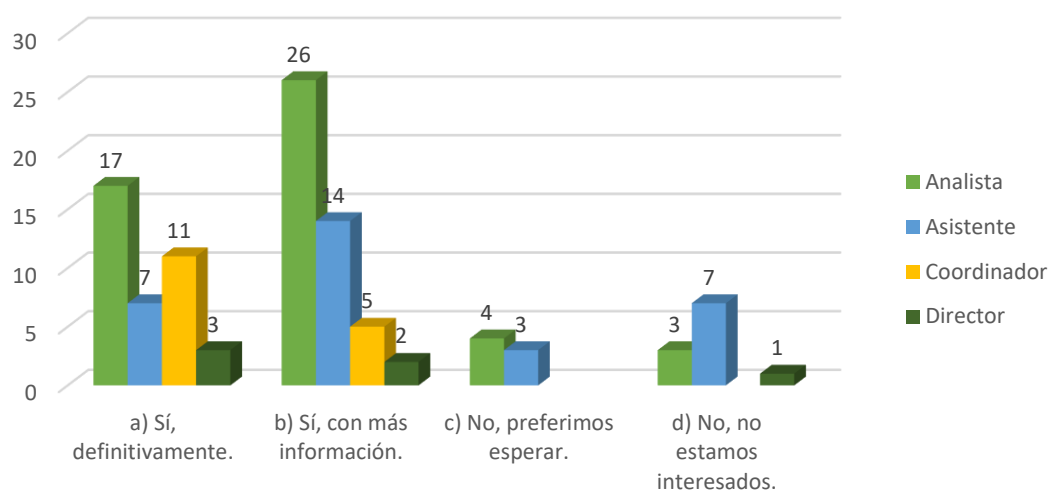
Por último, el 7% de los encuestados piensan que la capacitación es poco relevante y otro 7% creen que no es necesaria, esto grupos pueden estar subestimando la complejidad de la tecnología o pueden tener la confianza que su personal puede aprender sobre la marcha sin una capacitación formal.

Frente a la disposición de los encuestados a participar en un proyecto piloto sobre la implementación de blockchain en el sector constructor e inmobiliario refleja el nivel de interés y apertura hacia la adopción de esta tecnología en sus organizaciones. Los resultados presentados en la figura 14 muestran cómo los participantes valoran la oportunidad de involucrarse en iniciativas experimentales que permitan explorar las aplicaciones prácticas de blockchain, evidenciando un interés por ser parte de la innovación en este sector.

Figura 14

Colaboración en el ecosistema

10 ¿Estaría interesado en participar en un proyecto piloto sobre la implementación de blockchain en el sector constructor e inmobiliario?



Nota: El gráfico representa el interés de participación en un proyecto piloto de implementación de la tecnología blockchain en el sector inmobiliario que mencionan los encuestados

Interés alto: Un 25 % de los encuestados se muestra muy dispuesto a participar en un proyecto piloto, especialmente aquellos que reconocen el potencial de la tecnología para mejorar la eficiencia y la confianza en las transacciones, hay que tener en cuenta que este 25 % tiene una característica especial y es que en el nivel jerárquico son perfiles operativos lo que nos indican que consideran que esto puede mejorar en gran medida su operatividad y los procesos que desarrollan diariamente, también es posible que quieran conocer a profundidad la tecnología para poderla aplicar.

Interés condicionado: Alrededor de un 15 % de los encuestados, aunque abiertos a participar, indican que necesitarían más información o estar convencidos del valor práctico de blockchain antes de comprometerse completamente. Esto lo vemos reflejado en los niveles jerárquicos superiores como directivos y coordinadores, aunque quieren participar son cautelosos con la tecnología.

Resistencia o desinterés: Algunos encuestados muestran desinterés o resistencia, citando factores como el desconocimiento sobre blockchain, la falta de un marco regulatorio claro, o la percepción de que los beneficios de la tecnología aún no son evidentes.

Este análisis resalta que, aunque muchos ven el potencial transformador de blockchain en el sector inmobiliario, persisten barreras significativas de adopción, como la necesidad de capacitación, la claridad regulatoria y la infraestructura adecuada.

Análisis Cualitativo

Para llevar a cabo este análisis, se seleccionaron cinco artículos de bases de datos académicas reconocidas. Estos artículos proporcionan una visión integral de cómo blockchain está siendo adoptado en el sector inmobiliario, identificando variables clave como el conocimiento sobre blockchain, el interés en la adopción, las barreras percibidas, la experiencia previa, los beneficios esperados, la capacitación y recursos, la colaboración en el ecosistema, la percepción

de confianza y seguridad, y la normativa y regulación. A continuación, se describen brevemente los artículos seleccionados:

Jreisat, A., & Mili, M. (2024). Blockchain Technology in Real Estate: Potential Future and Challenges. País: Internacional, Enfoque global.

Resumen: Este artículo explora cómo blockchain puede transformar el mercado inmobiliario comercial, haciéndolo más avanzado e innovador. Se discuten los beneficios potenciales, como la reducción de costos y la mejora de la transparencia, así como los desafíos que enfrenta la adopción de blockchain en el sector inmobiliario.

Saari, A., Junnila, S., & Vimpari, J. (2022). Blockchain's Grand Promise for the Real Estate Sector: A Systematic Review. País: Finlandia (revisión sistemática de aplicaciones de blockchain en el sector inmobiliario).

Resumen: Este estudio proporciona una comprensión sistemática del potencial teórico de blockchain para el sector inmobiliario. A través de una revisión sistemática de 296 documentos, se identifican las aplicaciones de blockchain en la administración de tierras, transacciones inmobiliarias, inversión inmobiliaria, arrendamiento y administración inmobiliaria. Se discuten los méritos y desafíos de blockchain en cada subsector.

Garcia-Teruel, R. M. (2022). Legal Challenges and Opportunities of Blockchain Technology In The Real Estate Sector. País: España (centrado en los desafíos y oportunidades legales de blockchain en el sector inmobiliario europeo).

Resumen: Este artículo analiza los desafíos y oportunidades legales de la tecnología en el sector inmobiliario europeo. Se exploran cómo blockchain y los contratos inteligentes pueden mejorar la seguridad y eficiencia de las transacciones inmobiliarias, así como los obstáculos legales que deben superarse para su implementación efectiva.

- **Sujatha, V., et al. (2022). SYSTEMATIC REVIEW ON BLOCKCHAIN TECHNOLOGY FOR REAL ESTATE SECTOR.** País: India (revisión sistemática del uso de blockchain en el sector inmobiliario indio)

Resumen: Esta revisión sistemática examina el estado actual de blockchain en el mercado inmobiliario, incluyendo aplicaciones como la tokenización de propiedades, contratos inteligentes y sistemas de gestión de propiedades. Se discuten las ventajas, desventajas y tendencias de uso, así como las preocupaciones regulatorias y direcciones futuras de investigación

Saari, A., Vimpari, J., & Junnila, S. (2022). Blockchain in real estate: Recent developments and empirical applications. País: Finlandia (revisión de desarrollos recientes y aplicaciones empíricas de blockchain en el sector inmobiliario)

Resumen: Este artículo revisa los desarrollos recientes y aplicaciones empíricas de blockchain en el sector inmobiliario. A través de una revisión sistemática de 262 documentos, se identifican aplicaciones empíricas que sugieren que blockchain puede aumentar la eficiencia, reducir el tiempo y proporcionar transparencia y automatización en configuraciones híbridas a pequeña escala.

La siguiente matriz resume los hallazgos de estos estudios, permitiendo una comparación clara y estructurada de las diferentes experiencias y enfoques en la adopción de blockchain en el sector inmobiliario a nivel internacional.

Tabla 2.

Matriz artículos resultados análisis cualitativo

Variable	Jreisat & Mili (2024)	Saari et al. (2022)	Garcia-Teruel (2022)	Sujatha et al. (2022)	Saari et al. (2022)
1. Conocimiento sobre blockchain	Alto	Moderado	Moderado	Moderado	Alto
2. Interés en la adopción	Moderado	Alto	Moderado	Alto	Alto
3. Barreras percibidas	Costos, complejidad técnica	Falta de estandarización, resistencia al cambio	Desafíos legales, falta de infraestructura	Complejidad regulatoria, costos iniciales	Falta de conocimiento, resistencia al cambio
4. Experiencia previa	Baja	Moderada	Baja	Moderada	Moderada
5. Beneficios esperados	Transparencia, reducción de costos	Eficiencia, seguridad	Reducción de intermediarios, rapidez	Eficiencia, transparencia	Seguridad, reducción de fraude
6. Capacitación y recursos	Limitada	Moderada	Limitada	Moderada	Moderada
7. Colaboración en el ecosistema o comunidades	Baja	Moderada	Baja	Moderada	Alta
8. Percepción de confianza y seguridad	Alta	Alta	Moderada	Alta	Alta
9. Normativa y regulación	Insuficiente	Parcialmente desarrollada	Insuficiente	Parcialmente desarrollada	Parcialmente desarrollada

La matriz presentada ofrece una visión comparativa de la implementación de blockchain en el sector inmobiliario en diferentes países, destacando varias variables clave. A continuación, se resumen los aspectos más destacados de este análisis cualitativo:

- 1. Conocimiento sobre blockchain:** En general, el conocimiento sobre blockchain varía de moderado a alto entre los estudios. Jreisat & Mili (2024) y Saari et al. (2022) destacan un alto nivel de conocimiento, lo que sugiere una comprensión sólida de la tecnología en ciertos contextos.

2. **Interés en la adopción:** El interés en la adopción de blockchain es alto en la mayoría de los estudios, especialmente en los trabajos de Saari et al. (2022) y Sujatha et al. (2022). Esto indica un reconocimiento generalizado del potencial de blockchain para transformar el sector inmobiliario.
3. **Barreras percibidas:** Las barreras más comunes incluyen costos, complejidad técnica, falta de estandarización y desafíos legales. Estas barreras son mencionadas en todos los estudios, lo que subraya la necesidad de abordar estos obstáculos para facilitar una adopción más amplia.
4. **Experiencia previa:** La experiencia previa con blockchain es generalmente baja a moderada. Esto sugiere que, aunque hay un interés significativo, la implementación práctica aún está en sus primeras etapas en muchos contextos.
5. **Beneficios esperados:** Los beneficios esperados incluyen mayor transparencia, reducción de costos, eficiencia y seguridad. Estos beneficios son consistentemente mencionados en todos los estudios, destacando las ventajas potenciales de la adopción de blockchain.
6. **Capacitación y recursos:** La disponibilidad de capacitación y recursos varía, siendo generalmente moderada. Esto indica que, aunque hay esfuerzos para educar y preparar a los profesionales, aún se necesita más apoyo en esta área.
7. **Colaboración en el ecosistema o comunidades:** La colaboración en el ecosistema es moderada a alta en algunos estudios, como el de Saari et al. (2022), lo que sugiere que la cooperación entre diferentes actores es crucial para el éxito de la implementación de blockchain.
8. **Percepción de confianza y seguridad:** La percepción de confianza y seguridad es alta en la mayoría de los estudios, lo que refleja la confianza en la capacidad de blockchain para proporcionar transacciones seguras y transparentes.

9. Normativa y regulación: La normativa y regulación es insuficiente o parcialmente desarrollada en la mayoría de los contextos. Esto destaca la necesidad de marcos regulatorios más robustos para apoyar la adopción de blockchain en el sector inmobiliario.

En resumen, la discusión de resultados evidencia que, aunque existen desafíos significativos, como los costos y la complejidad técnica, el interés y los beneficios esperados de la adopción de blockchain en el sector inmobiliario son altos. La colaboración y la mejora de la capacitación, junto con el desarrollo de marcos regulatorios adecuados, son esenciales para superar las barreras y aprovechar al máximo el potencial de esta tecnología.

Estrategias

La adopción de blockchain en el sector inmobiliario en Colombia enfrenta múltiples desafíos, que incluyen el desconocimiento de la tecnología, la falta de un marco regulatorio claro, barreras tecnológicas y resistencia al cambio. Estas barreras se identificaron a partir de una encuesta dirigida a trabajadores del sector, en la cual se exploraron las percepciones sobre el impacto de blockchain y la disposición a participar en proyectos piloto, y se complementó con los resultados obtenidos de la revisión de los artículos mencionados, lo cual apoyó la información resultado de las encuestas.

En respuesta, se han planteado estrategias enfocadas en educación, fortalecimiento regulatorio, desarrollo de infraestructura tecnológica, construcción de confianza y colaboración abierta. Estas iniciativas buscan no solo fomentar la aceptación de blockchain en el sector, sino también validar su potencial transformador en la compraventa de propiedades. Mediante la implementación de proyectos piloto y alianzas estratégicas, se espera demostrar los beneficios tangibles de blockchain, como la transparencia, seguridad y eficiencia, permitiendo al sector inmobiliario evolucionar hacia un modelo actualizado y confiable.

Educación y Capacitación del Personal

Talleres de Capacitación: Organizar talleres y cursos sobre los fundamentos de blockchain, centrados en su aplicación en el sector inmobiliario. Esto puede ayudar a que los empleados comprendan los beneficios y el funcionamiento de esta tecnología.

Programas de Certificación en Blockchain: Colaborar con instituciones educativas o empresas de tecnología para crear programas de certificación en blockchain, especializados en el ámbito inmobiliario.

Desarrollar programas de capacitación específicos para blockchain que incluya talleres, cursos en línea, y certificaciones que aseguren que el personal este bien preparado para el manejo de esta tecnología. De igual manera se pueden incluir estudios de caso, demostraciones prácticas y testimonios de empresas que han implementado blockchain, es necesario que el personal disponga de tiempo suficiente para las capacitaciones y se realice una evaluación continua que asegure que el personal no solo reciba la información inicial, sino que también se mantenga actualizado con las últimas tendencias y desarrollos en tecnología blockchain.

Seminarios de Actualización: Programar seminarios de actualización sobre innovaciones y casos de uso relevantes en el sector para asegurar que los equipos mantengan su conocimiento al día.

Fortalecimiento del Marco Legal y Regulatorio

Promoción de Políticas Claras: Trabajar junto al gobierno y los entes reguladores para crear un marco legal que apoye la adopción de blockchain, abordando la transparencia y la seguridad jurídica de las transacciones inmobiliarias.

Pilotos de Regulación: Implementar programas piloto regulados que permitan estudiar el impacto de blockchain bajo condiciones controladas. Estos pilotos pueden ayudar a desarrollar legislación informada basada en resultados y casos prácticos.

Incentivos para la Innovación: Proponer incentivos fiscales o programas de financiamiento para empresas que desarrollen o adopten soluciones basadas en blockchain.

Desarrollo de Infraestructura Tecnológica

Alianzas con Empresas Tecnológicas: Crear alianzas con empresas especializadas en blockchain que puedan ofrecer la infraestructura y el soporte técnico necesario.

Implementación de Plataformas Piloto: Lanzar proyectos piloto en zonas específicas para evaluar la efectividad de blockchain en la compraventa de propiedades, permitiendo a las empresas ver el funcionamiento y los beneficios de esta tecnología antes de una adopción total.

Acceso a Redes Blockchain Seguras: Colaborar con desarrolladores de redes blockchain (públicas o privadas) para garantizar un acceso seguro y eficiente que soporte las transacciones inmobiliarias.

Construcción de Confianza y Aceptación en el Mercado

Campañas Informativas: Realizar campañas informativas dirigidas a clientes y otros actores del sector inmobiliario para demostrar la seguridad y transparencia de blockchain, con el fin de aumentar la confianza del público en esta tecnología.

Casos de Éxito y Ejemplos Prácticos: Compartir casos de éxito y ejemplos prácticos de blockchain en el sector inmobiliario tanto a nivel nacional como internacional, mostrando los beneficios tangibles como la reducción de costos y el incremento en la seguridad de las transacciones.

Simulaciones de Uso: Crear simulaciones o demostraciones prácticas que permitan a los clientes experimentar cómo funciona una transacción en blockchain, fomentando así la aceptación y comprensión del proceso.

Iniciativas de Innovación Abierta y Colaborativa

Hackathon y Competencias de Innovación: Organizar hackathon y competencias en colaboración con startups tecnológicas, con el objetivo de generar nuevas soluciones blockchain para el sector inmobiliario.

Creación de un Consorcio Blockchain Inmobiliario: Crear un consorcio que incluya empresas inmobiliarias centros de desarrollo tecnológicos, instituciones educativas y el gobierno, facilitando la colaboración y el intercambio de conocimientos.

Fomento de Proyectos de Investigación: Invertir en proyectos de investigación y desarrollo para explorar nuevas aplicaciones de blockchain que puedan mejorar otros aspectos del sector, como la administración de propiedades y la certificación de documentos.

Conclusiones

Respecto al objetivo general, la adopción de la tecnología blockchain en el sector inmobiliario en Colombia enfrenta múltiples desafíos, incluyendo el desconocimiento de la tecnología, la falta de un marco regulatorio claro, barreras tecnológicas y resistencia al cambio. Sin embargo, mediante la implementación de estrategias prácticas como la educación y capacitación del personal, el fortalecimiento del marco legal y regulatorio, el desarrollo de infraestructura tecnológica, la construcción de confianza y aceptación en el mercado, y la promoción de iniciativas de innovación abierta y colaborativa, es posible superar estas barreras. Estas estrategias no solo fomentarán la aceptación de blockchain en el sector, sino que también validarán su potencial transformador en la compraventa de propiedades, permitiendo al sector inmobiliario evolucionar hacia un modelo más transparente, seguro y eficiente.

Con relación al objetivo específico 1, la adopción de blockchain en el sector inmobiliario colombiano está en una etapa inicial. Aunque existen algunas iniciativas y proyectos piloto, la implementación a gran escala aún no se ha materializado debido a la falta de conocimiento y comprensión de la tecnología entre los actores del sector.

Respecto al objetivo 2, las principales barreras identificadas incluyen el desconocimiento de la tecnología, la falta de un marco regulatorio claro, barreras tecnológicas y la resistencia al cambio. Estas barreras fueron identificadas a través de encuestas dirigidas a trabajadores del sector, quienes expresaron sus percepciones sobre el impacto de blockchain y su disposición a participar en proyectos piloto.

A propósito del objetivo 3, en países como Estonia y Suecia, la adopción de blockchain en el sector inmobiliario ha sido facilitada por políticas gubernamentales favorables, inversiones

en infraestructura tecnológica y programas de capacitación extensivos. Estos casos demuestran que, con el apoyo adecuado, es posible superar las barreras y lograr una adopción exitosa.

En cumplimiento al objetivo 4, Las estrategias prácticas propuestas incluyen la educación y capacitación del personal, el fortalecimiento del marco legal y regulatorio, el desarrollo de infraestructura tecnológica, la construcción de confianza y aceptación en el mercado, y la promoción de iniciativas de innovación abierta y colaborativa. Estas estrategias buscan no solo fomentar la aceptación de blockchain en el sector, sino también validar su potencial transformador en la compraventa de propiedades.

Es importante resaltar que de acuerdo con la investigación realizada la implementación de blockchain en el sector inmobiliario colombiano presenta un gran potencial para optimizar procesos, mejorar la transparencia y reforzar la seguridad en las transacciones de compraventa de propiedades, que en definitiva se requiere inversión para su aplicación y aceptación para afrontar estos retos, buscando la mejora de acuerdo con los avances tecnológicos actuales y poder estar a la vanguardia del mercado.

Recomendaciones

1. Ampliar el tamaño de la muestra y realizar estudios representativos: Dado que el análisis se realizó solo a 32 empresas y el muestreo fue aleatorio, es crucial ampliar el tamaño de la muestra en futuros estudios para obtener resultados más representativos del mercado. Esto permitirá obtener una visión más precisa y generalizable sobre la adopción de blockchain en el sector inmobiliario.
2. Fomentar la interoperabilidad entre empresas del sector: Realizar estudios adicionales que incluyan a diversas empresas del sector inmobiliario para identificar las mejores prácticas y estándares que faciliten la interoperabilidad. La colaboración entre empresas puede acelerar la adopción de blockchain y mejorar la eficiencia en el sector.
3. Desarrollar estudios piloto de implementación: Avanzar en la realización de estudios que no solo se limiten al análisis teórico, sino que incluyan la implementación práctica de blockchain en al menos un proceso dentro del sector inmobiliario. Estos estudios piloto pueden proporcionar información valiosa sobre los beneficios y desafíos reales de la adopción de blockchain.
4. Continuar investigando y actualizando el conocimiento sobre blockchain: Mantenerse al día con las últimas investigaciones y desarrollos en blockchain es fundamental. Fomentar la realización de estudios continuos que exploren nuevas aplicaciones y mejoras en la tecnología, asegurando que el sector inmobiliario en Colombia pueda beneficiarse de los avances más recientes.

Referencias

Amiet, N. (2021). Blockchain Vulnerabilities in Practice. Digital Threats Research and Practice.

<https://doi.org/10.1145/3407230>

Arenales, J. (2022, septiembre 15) *Lokl lanza un proyecto exclusivo para los inversionistas inmobiliarios en el metaverso*. La República. <https://www.larepublica.co/empresas/lokl-lanza-un-proyecto-exclusivo-para-los-inversionistas-inmobiliarios-en-el-metaverso-3448055>.

Aristizábal, M. (2022, junio 6) *Las cinco plataformas que están revolucionando el sector inmobiliario en Colombia*. Valora Analitik. <https://www.valoraanalitik.com/cinco-plataformas-sector-inmobiliario-colombia/>

BBVA (s.f.) *Tokenización de activos, la máquina cripto empieza a funcionar*. BBVA <https://www.bbva.ch/blog/educacion-financiera/blockchain-to-go/leccion-6-tokenizacion-de-activos-la-maquina-cripto-empieza-a-funcionar.html>

Cámara Colombiana de la Construcción. (2023). *Informe anual sobre el sector inmobiliario en Colombia*. Bogotá: Camacol.

Congreso de Colombia. (1999). *Ley 527 de 1999: Por medio de la cual se define y reglamenta el acceso y uso de los mensajes de datos, del comercio electrónico y de las firmas digitales, y se establecen las entidades de certificación y se dictan otras disposiciones*.

Congreso de Colombia. (2012). *Ley 1581 de 2012: Por la cual se dictan disposiciones generales para la protección de datos personales*.

Crosby, M., Nachiappan, P., Pattanayak, S., Verma, S., & Kalyanaraman, V. (2016). Blockchain technology: Beyond Bitcoin. *Sutardja Center for Entrepreneurship & Technology, UC Berkeley*. <https://scet.berkeley.edu/reports/blockchain/>

Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). (2023). *Informe económico anual*. Bogotá: DANE.

Deloitte (2023, septiembre 5) '*Proptech*' y '*Contech*': una nueva generación digital en el sector inmobiliario Deloitte. <https://www2.deloitte.com/mx/es/pages/dnoticias/articles/proptech-contech-nueva-generacion-digital-en-sector-inmobiliario.html>

Dutta, P., Choi, T.-M., Somani, S., & Butala, R. (2020). Blockchain technology in supply chain operations: Applications, challenges and research opportunities. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 142, 102067. <https://doi.org/10.1016/j.tre.2020.102067>

Escarraga, L. (2024, febrero 29) *Implementación de Blockchain en Colombia: avances, desafíos y perspectivas*. Hodler. <https://soyhodler.com/implementacion-de-blockchain-en-colombia-avances-desafios-y-perspectivas/>

Espinosa, S. (2020, diciembre). *Guía de referencia para la adopción e implementación de proyectos con tecnología blockchain para el Estado colombiano*. https://gobiernodigital.mintic.gov.co/692/articles-161810_pdf.pdf

Garcia-Teruel, R. M. (2022). Legal Challenges and Opportunities of Blockchain Technology In The Real Estate Sector. *Journal of Property, Planning and Environmental Law*, 12(2), 129-145.

Gómez, J. (2021). *Smart Contracts, el reto de la innovación legal y tecnológica en Colombia*.

[Tesis de pregrado, Universidad EAFIT]. Repositorio institucional - Universidad EAFIT

Haber, S., & Stornetta, W. S. (1991). *How to time-stamp a digital document*. *Journal of*

Cryptology, 3(2), 99-111. <https://doi.org/10.1007/BF00196791>

Hameed, K., Barika, M., Garg, S., Amin, M. B., & Kang, B. (2022). A taxonomy study on

securing Blockchain-based Industrial applications: An overview, application

perspectives, requirements, attacks, countermeasures, and open issues. *Journal of*

Industrial Information Integration, 26, 100312.

Hellerman, P (2021, junio 15) *The difference between ConstructionTech and PropTech - finally*

explained. Fundamental. [https://www.fundamental.com/perspectives/the-difference-](https://www.fundamental.com/perspectives/the-difference-between-constructiontech-and-proptech-finally-explained)

[between-constructiontech-and-proptech-finally-explained](https://www.fundamental.com/perspectives/the-difference-between-constructiontech-and-proptech-finally-explained)

Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C. (2020). *Metodología de la investigación: las rutas*

cuantitativa, cualitativa y mixta. McGraw-Hill

IBM (s.f.) *¿Qué son los contratos inteligentes en blockchain?* IBM

<https://www.ibm.com/es-es/topics/smart-contracts>

Jreisat, A., & Mili, M. (2024). *Blockchain Technology in Real Estate: Potential Future and*

Challenges. En *Blockchain in Real Estate* (pp. 1-13). Springer.

https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-99-8533-3_1

Jiménez, R. (2023, diciembre 27) RWA: ¿Qué son los Real World Assets? Cointelegraph.

<https://es.cointelegraph.com/news/rwa-what-are-real-world-assets>

KPMG (2024). *Colombia Techreport 2023-2024*. KPMG. https://bucket-cesaweb.s3.amazonaws.com/documents/3ra_Edicio%C3%ACn_Colombia_Tech_Report_2023-2024.pdf

Laguyás, N., Vivanco F., Carrasco C., Piedrafita, C., De Ferrari, C. (2022, septiembre) *Proptech en América Latina y el Caribe. ¿Puede la tecnología ayudarnos a reducir el déficit de vivienda?* Banco Interamericano de Desarrollo BID.

<https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Proptech-en-America-Latina-y-el-Caribe-como-la-tecnologia-puede-ayudar-a-reducir-el-deficit-de-vivienda.pdf>

Lannquist, A., & Raycraft, R. D. (2020, junio). *Exploring Blockchain Technology for Government Transparency: Blockchain-Based Public Procurement to Reduce Corruption*. World Economic Forum.

http://www3.weforum.org/docs/WEF_Blockchain_Government_Transparency_Report.pdf

Miller, T. (2021, septiembre 20) *Dos casos de aplicación de blockchain a los registros de propiedad: Suecia y NSW Australia* - LAC PropertyChain.

<https://www.lacpropertychain.com/blog/dos-casos-de-aplicacin-de-blockchain-a-los-registros-de-propiedad-suecia-y-nsw-australia>

Morales, D. (2021, junio 2) *Emprendimiento lanza 1.000 cupos para subsidio de 15% en crédito de vivienda usada* La República. https://www.larepublica.co/empresas/emprendimiento-lanza-1000-cupos-para-subsidio-de-15-en-credito-de-vivienda-usada-3179743?fbclid=IwAR0e6WdQ7473lnwOjG7Rlb9zvsijau8wvNVtXrFFunVE3NpQOw41RjB_Keo

Navarro, W. (s.f.). *Historia del blockchain, la solución a un problema*. Addalia

<https://www.addalia.com/historia-del-blockchain/>

Nakamoto, S. (2008). *A peer-to-peer electronic cash system*. Bitcoin.

<https://nakamotoinstitute.org/library/bitcoin/>

Ospina, D. (2023, julio 5). *Brikss y Weseed permitirán que usuarios inviertan desde \$5 millones en un inmueble*. La República. <https://www.larepublica.co/finanzas/brikss-y-weseed-hacen-alianza-para-democratizar-la-inversion-inmobiliaria-en-el-pais-3652270>

Peña, D. (2024, febrero 28). *Blockchain e Inteligencia Artificial ¿convergencia tecnológica y regulatoria a la vista?* Universidad Externado de Colombia
<https://dernegocios.uexternado.edu.co/comercio-electronico/blockchain-e-inteligencia-artificial-convergencia-tecnologica-y-regulatoria-a-la-vista/>

Pérez, V. (2022, febrero 17). *La plataforma La Haus concretó la primera compra de vivienda mediante bitcoin*. La República. <https://www.larepublica.co/especiales/vivienda-a-la-mano/la-plataforma-la-haus-concreto-la-primera-compra-de-vivienda-mediante-bitcoin-3304570>

Presidencia de la República de Colombia. (2012). *Decreto 2364 de 2012*.

Quiroga, L. (2022, noviembre 10). *Habi ha invertido \$17.000 millones en innovación en Colombia y México*. El Tiempo. <https://www.eltiempo.com/economia/empresas/habi-ha-invertido-17-000-millones-en-innovacion-en-colombia-y-mexico-716756>

Rahman, M. S., Chamikara, M. A. P., Khalil, I., & Bouras, A. (2022). *Blockchain-of-blockchains: An interoperable blockchain platform for ensuring IoT data integrity in smart city*. Journal of Industrial Information Integration, 30, 100408.

<https://doi.org/10.1016/j.jii.2022.100408>.

- Revista Forbes. (2024, noviembre 8). *Las 100 startups para ver en Colombia 2024*. Forbes Colombia. <https://forbes.co/2024/11/08/emprendedores/las-100-startups-para-ver-en-colombia-2024>
- Saari, A., Junnila, S., & Vimpari, J. (2022). *Blockchain's Grand Promise for the Real Estate Sector: A Systematic Review*. *Applied Sciences*, 12(23), 11940. <https://doi.org/10.3390/app122311940>
- Saari, A., Junnila, S., & Vimpari, J. (2022). *Blockchain in real estate: Recent developments and empirical applications*. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2022.106334>
- Sujatha, V., et al. (2022). SYSTEMATIC REVIEW ON BLOCKCHAIN TECHNOLOGY FOR REAL ESTATE SECTOR. *Journal of Emerging Technologies and Innovative Research*, 9(6), 44-50.
- Tangermann, V. (2021). Blockchains Were Supposed to Be Unhackable. Now They're Getting Hacked. <https://www.futurism.com/Blockchains-unhackable-getting-hacked>.
- Zuckerman, M. (2018, marzo 7) *Swedish Government Land Registry Soon to Conduct First Blockchain Property Transaction*. Cointelegraph <https://cointelegraph.com/news/swedish-government-land-registry-soon-to-conduct-first-blockchain-property-transaction>

Anexos

Encuesta diseñada para la recolección y análisis de datos cuantitativos

Desafíos para la adopción de Blockchain en el sector Constructor e Inmobiliario.

Le invitamos a participar en esta encuesta breve, que tiene como objetivo recopilar sus opiniones y experiencias sobre la adopción de blockchain en el sector constructor e inmobiliario en Colombia. Sus respuestas nos ayudarán a identificar oportunidades y desafíos, y contribuirán a una mejor comprensión del panorama actual. Su participación es valiosa y completamente anónima.

Muchas gracias por su colaboración.

Cargo desempeñado en la empresa: _____

1. ¿Conoce usted la tecnología blockchain y sus aplicaciones en el sector inmobiliario?
 - a) Sí, estoy familiarizado/a y entiendo cómo funciona.
 - b) Sí, pero no tengo un conocimiento profundo.
 - c) No, no estoy familiarizado

2. ¿Actualmente su empresa utiliza alguna solución basada en blockchain en ámbito inmobiliario?
 - a) Sí
 - b) No, pero estamos evaluando la posibilidad
 - c) No, y no tenemos planes de implementarla.

3. En su opinión, ¿qué beneficios cree que puede aportar blockchain al sector inmobiliario?
 - a) Mayor transparencia en las transacciones.
 - b) Reducción de costos.

- c) Reducción de intermediarios.
 - d) Mayor seguridad en la verificación de la propiedad.
 - e) Reducción de tiempos en el proceso
4. ¿Cuáles considera que son las principales barreras para la adopción de blockchain en el sector inmobiliario en Colombia? (Seleccione las más relevantes)
- a) Falta de infraestructura tecnológica.
 - b) Desconocimiento o falta de capacitación
 - c) Incertidumbre regulatoria.
 - d) Resistencia al cambio por parte de los actores del sector.
 - e) Costos elevados de implementación.
5. ¿Qué tan dispuesto estaría su empresa a adoptar soluciones basadas en blockchain en los próximos 2 años?
- a) Muy dispuesto.
 - b) Algo dispuesto.
 - c) Poco dispuesto.
 - d) No estamos interesados en adoptar blockchain.
6. ¿Cuál considera que sería el impacto de la implementación de blockchain en los procesos de compraventa de propiedades en su empresa?
- a) Mejoraría significativamente la eficiencia.
 - b) Mejoraría moderadamente la eficiencia.
 - c) No haría una diferencia significativa.
 - d) Podría complicar los procesos actuales.
7. En cuanto a la regulación vigente, ¿cree que existe un marco legal claro para la adopción de blockchain en el sector inmobiliario colombiano?
- a) Sí, es claro.
 - b) Es parcial, pero insuficiente.
 - c) No, es inexistente o muy ambiguo.

- d) No tengo conocimiento sobre el tema.
8. ¿Considera que la adopción de blockchain podría mejorar la confianza de los clientes en las transacciones inmobiliarias?
- a) Sí, mucho.
 - b) Sí, algo.
 - c) No, la confianza actual es insuficiente
 - d) No estoy seguro/a.
9. ¿Qué tan importante considera la capacitación de su personal en el uso de blockchain para que sea efectiva su implementación en su empresa?
- a) Muy importante.
 - b) Algo importante.
 - c) Poco importante.
 - d) No es necesaria.
10. ¿Estaría interesado en participar en un proyecto piloto sobre la implementación de blockchain en el sector inmobiliario?
- a) Sí, definitivamente.
 - b) Sí, con más información.
 - c) No, preferimos esperar.
 - d) No, no estamos interesados.