

UNIVERSIDAD A DISTANCIA DE MADRID

(Facultad de Ciencias Jurídicas)



Aplicación de la tecnología Blockchain en la tokenización de activos hoteleros

Tesis Doctoral

David Vadillo Vime

2025

UNIVERSIDAD A DISTANCIA DE MADRID

Facultad de Ciencias Jurídicas



Aplicación de la tecnología Blockchain en la tokenización de activos hoteleros

Tesis Doctoral presentada por:

David Vadillo Vime

Dirigida por

Dr. D. David Lizcano Casas y Dr. D. Luis Alberto Casado - Aranda

Madrid, Junio 2025

To Melissa Ernest, my North Star

AGRADECIMIENTOS

Al concluir esta intensa etapa académica, me detengo con gratitud para reconocer a todas las personas e instituciones que, de alguna manera, han estado a mi lado, brindándome apoyo, orientación y fortaleza para llevar a buen término esta Tesis Doctoral. Cada palabra de aliento, cada gesto de respaldo y toda muestra de confianza han sido pilares esenciales que han hecho posible este logro, fruto de una red sólida de generosidad y compromiso que me ha acompañado en cada fase del camino.

Entre las diversas razones que me han impulsado, una destaca por encima de todas: mi profunda pasión por el sector turístico y hotelero, al que he dedicado mi carrera profesional y al cual le debo, con orgullo, gran parte de mi desarrollo. Este sector no solo ha sido escenario de mi crecimiento profesional, sino también un espacio donde he evolucionado como persona. La oportunidad de interactuar con clientes y colegas provenientes de diversas culturas y nacionalidades me ha enriquecido enormemente, otorgándome una perspectiva más amplia y compleja sobre nuestro mundo, sus lenguajes, costumbres y la esencia de la hospitalidad. Esta experiencia multicultural ha sido, sin duda, una fuente constante de aprendizaje y crecimiento.

La elaboración de esta tesis es también una manifestación clara de mi compromiso con el futuro de la hotelería. Estoy convencido de que la innovación y la incorporación de tecnologías emergentes y disruptivas serán fundamentales para que el sector avance hacia modelos más sostenibles, eficientes y transparentes. Particularmente, tecnologías como Blockchain y, en especial, la tokenización de activos, abren un abanico de oportunidades para replantear cómo se gestionan, financian y se accede a los recursos en la industria hotelera. Con este trabajo, aspiro a contribuir modestamente a esa transformación necesaria que la hotelería debe liderar.

Quisiera expresar mi más sincero agradecimiento a la Universidad UDIMA y en especial a los doctores David Lizcano Casas y Luis Alberto Casado-Aranda, quienes han sido más que simples directores de tesis; se han convertido en verdaderos referentes y compañeros con quienes espero seguir colaborando tanto en el ámbito académico como profesional.

Finalmente, quiero rendir homenaje a todos los investigadores cuyos trabajos previos han sentado las bases para esta tesis. La comunidad científica y académica merece mi mayor respeto y admiración por su dedicación constante a la construcción y difusión del conocimiento.

Esta tesis trasciende lo académico; es una muestra de agradecimiento, un compromiso con el sector hotelero que me ha dado tanto y una visión esperanzadora hacia el futuro, con la ilusión de inspirar a otros a continuar explorando, innovando y creyendo en una hotelería mejor.

Con cariño y afecto,



Casablanca, 26 de Julio de 2025

ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN.....	12
1.1. INTRODUCCIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN DE LA TECNOLOGÍA BLOCKCHAIN Y SU IMPORTANCIA EN EL SECTOR HOTELERO.....	14
1.2. PROBLEMÁTICA Y OBJETIVOS.....	16
1.3. ESTRUCTURA DE LA TESIS DOCTORAL.....	20
1.4. METODOLOGÍA.....	22
1.5. ANÁLISIS BIBLIOMÉTRICO.....	23
1.6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	25
CAPÍTULO 2. BLOCKCHAIN: ORIGEN, DEFINICIÓN, TIPOLOGÍAS Y APLICACIONES.....	27
2.1. CONCEPTOS BÁSICOS.....	29
2.2. ¿QUÉ ES LA TECNOLOGÍA BLOCKCHAIN?.....	34
2.2.1. Protocolos de consenso basados en pruebas (proof based).....	35
2.2.2. Protocolos de consenso basados en votaciones.....	39
2.3. EVOLUCIÓN DE LA TECNOLOGÍA BLOCKCHAIN.....	41
2.4. CARACTERÍSTICAS DE LA TECNOLOGÍA BLOCKCHAIN.....	44
2.5. TIPOS DE TECNOLOGÍA BLOCKCHAIN.....	46
2.6. APLICABILIDAD DE TECNOLOGÍA BLOCKCHAIN.....	48
2.7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	55
CAPÍTULO 3. APLICACIÓN DE LA TECNOLOGÍA BLOCKCHAIN EN LA TOKENIZACIÓN DE ACTIVOS HOTELEROS.....	63
3.1. TOKENIZACIÓN.....	65
3.1.1. Conceptos básicos.....	65
3.1.2. Tendencias en tokenización.....	67
3.2. USO DE CONTRATOS INTELIGENTES O SMART CONTRACTS EN EL SECTOR HOTELERO.....	71
3.2.1. Definición.....	71
3.2.2. Aplicaciones.....	74

3.3. DIFERENTES TIPOS DE TOKENIZACIÓN APLICABLES AL SECTOR HOTELERO	77
3.3.1. Tokens de utilidad o utility tokens	78
3.3.2. Tokens de seguridad o security tokens	80
3.3.3. Tokens no fungibles o Non-Fungible Tokens (NFT's).....	83
3.3.4. Tokens de pago o payment tokens (criptomonedas).....	90
3.4. MODELO ECONÓMICO DEL TOKEN – <i>TOKENOMICS</i>	92
3.4.1. Tokenomics y conceptos.....	92
3.4.2. Diseño del token.....	95
3.4.3. Legislación vigente aplicable.....	109
3.4.4. Vehículos de propósito especial o special purpose vehicles (SPV).....	112
3.5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	114

CAPÍTULO 4. CASOS PRÁCTICOS DE TOKENIZACIÓN EN EL SECTOR HOTELERO.....	124
4.1. INNOVACIÓN EN EL SECTOR HOTELERO.....	126
4.1.1. Contexto histórico.....	126
4.1.2. Tendencias en la aplicación de las innovaciones tecnológicas en el sector hotelero.....	130
4.2. BLOCKCHAIN EN EL SECTOR HOTELERO.....	143
4.2.1. Reducción de costes.....	144
4.2.2. Internacionalización de las PYMEs hoteleras.....	147
4.2.3. Inalterabilidad en el registro de los datos.....	149
4.2.4. Representación digital de activos y financiación.....	152
4.3. TOKENIZACIÓN EN EL SECTOR HOTELERO.....	156
4.3.1. Visión preliminar.....	156
4.3.2. Modelo de negocio de las plataformas especializadas en tokenización de activos hoteleros.....	157
4.3.3. Distribución y emisión de un token en la tokenización de activos hoteleros.....	159
4.3.4. Ejemplos prácticos de tokenización en el sector hotelero.....	160
4.3.5. Tendencias emergentes en la tokenización hotelera para 2025.....	162

4.4. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	164
CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES.....	171
5.1. PRINCIPALES CONCLUSIONES.....	173
5.2. IMPLICACIONES PARA LA GESTIÓN.....	176
5.3. LIMITACIONES.....	178
5.4. NIVEL DE ALCANCE DE LOS OBJETIVOS.....	180
5.5. FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN.....	181
5.6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	184

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Evolución del crédito a hoteles independientes en España (2018 – 2023).....	17
Tabla 2. Objetivo general, objetivos específicos y subobjetivos.....	19
Tabla 3. Estructura general de la tesis doctoral.....	21
Tabla 4. Relación entre objetivos, técnicas metodológicas y fuentes de datos.....	23
Tabla 5. Ventajas y desventajas de los sistemas centralizados, distribuidos y descentralizados.....	31
Tabla 6. Características de los protocolos basados en pruebas.....	38
Tabla 7. Características de los protocolos basados en votaciones.....	40
Tabla 8. Principales etapas y niveles de la tecnología Blockchain.....	43
Tabla 9. Características básicas de los diferentes tipos de tecnología Blockchain.....	48
Tabla 10. Comparación entre la tokenización y los instrumentos financieros tradicionales.....	68
Tabla 11. Componentes clave en un sistema DASH.....	138
Tabla 12. Gestión de reservas hoteleras: modelo tradicional vs. Blockchain.....	145
Tabla 13. Puntos en común entre Selfkey y Civic.....	150
Tabla 14. Diferencias entre la arquitectura de Selfkey y Civic.....	151
Tabla 15. Comparativa de proyectos de tokenización hoteleros por país.....	161
Tabla 16. Principales aspectos de la Tokenización de activos hoteleros mediante tecnología Blockchain.....	175
Tabla 17. Implicaciones para la gestión hotelera de la tokenización basada en Blockchain.....	178

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Tipos de sistemas.....	30
Figura 2. Mapa conceptual de los diferentes tipos de aplicación de la tecnología Blockchain.....	53
Figura 3. Proceso de tokenización.....	66
Figura 4. Tokenización aplicable a múltiples casos de uso.....	66
Figura 5. Tokenización de activos no líquidos a nivel mundial en el año 2030.....	67
Figura 6. Tokenización aplicable a múltiples casos de uso.....	69
Figura 7. Tendencias en tokenización.....	70
Figura 8. Beneficios de la tokenización.....	71
Figura 9. Ejemplo de contrato inteligente entre un comprador y un proveedor.....	74
Figura 10. Principales aplicaciones de los contratos inteligentes.....	77
Figura 11. Proceso de los tokens de utilidad.....	79
Figura 12. Emisión de tokens de seguridad (STO) con acciones específicas durante cada fase del proceso.....	81
Figura 13. Proceso de creación, emisión y adquisición de un token de seguridad.....	82
Figura 14. Proceso de registro y procesamiento de un token no fungible – NFT.....	86
Figura 15. PFP de Laagam en Instagram.....	87
Figura 16. Colección NFT <i>The Currency</i> de Damien Hirst.....	88
Figura 17. Dentro de los mundos virtuales de diferentes proyectos del metaverso (de izquierda a derecha): Decentraland, Sandbox, Axie Infinity e Illuvium.....	89
Figura 18. Capitalización de mercado y volumen total de criptomonedas.....	92
Figura 19. El ecosistema de venta de tokens.....	94
Figura 20. El proceso de venta de tokens.....	95
Figura 21. Diseño de un token de utilidad o utility token.....	98
Figura 22. Diseño de un token de seguridad o security token.....	103

Figura 23. Actores y sus funciones en el proceso de tokenización.....	109
Figura 24. Evolución digital en el sector hotelero.....	129
Figura 25. Ecosistema tecnológico en el sector hotelero.....	132
Figura 26. Implementación de un sistema DASH en hoteles descentralizados.....	139
Figura 27. Flujo de trabajo de Winding Tree.....	147
Figura 28. Crecimiento de ingresos turísticos relacionados con criptomonedas (2018- 2025).....	149
Figura 29. Diagrama del funcionamiento del protocolo empleados en la tokenización de inmuebles.....	158



CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

Este capítulo introductorio presenta la tecnología Blockchain como un motor clave en la transformación digital global, destacando su impacto en sectores como finanzas y logística en general, así como turismo en particular. En la industria hotelera, Blockchain facilita la automatización de procesos, la gestión segura de identidades y la tokenización de activos, herramienta central en esta tesis para financiar proyectos hoteleros. Además, mejora la confianza entre clientes, inversores y operadores al eliminar intermediarios y reducir costes. El capítulo aborda la problemática, define objetivos y describe la estructura de la tesis, estableciendo las bases teóricas y metodológicas del estudio.

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

1.1. INTRODUCCIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN DE LA TECNOLOGÍA BLOCKCHAIN Y SU IMPORTANCIA EN EL SECTOR HOTELERO

1.2. PROBLEMÁTICA Y OBJETIVOS

1.3. ESTRUCTURA DE LA TESIS DOCTORAL

1.4. METODOLOGÍA

1.5. ANÁLISIS BIBLIOMÉTRICO

1.6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1.1. INTRODUCCIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN DE LA TECNOLOGÍA BLOCKCHAIN Y SU IMPORTANCIA EN EL SECTOR HOTELERO

Desde la creación de Bitcoin en 2008, la tecnología Blockchain ha revolucionado significativamente, trascendiendo su uso inicial en criptomonedas para consolidarse como una infraestructura digital disruptiva capaz de transformar múltiples sectores económicos (Tapscott y Tapscott, 2016). Esta tecnología funciona como un libro digital donde cada página (llamada bloque) está conectada a la anterior, y una vez escrita, no se puede cambiar. Así, permite registrar, verificar y compartir información de forma segura, transparente y descentralizada, sin depender de intermediarios tradicionales.

Este avance tecnológico ha provocado un cambio profundo en la manera en que se gestionan las transacciones y se aseguran los datos, reduciendo costes y aumentando la eficiencia en procesos que históricamente dependían de terceros. En el sector financiero, por ejemplo, la adopción de las finanzas descentralizadas o *decentralised finance* (DeFi) ha permitido ofrecer servicios como préstamos, seguros y gestión de activos mediante contratos inteligentes, eliminando la necesidad de instituciones centrales y disminuyendo barreras de acceso (Schär, 2021). Paralelamente, gobiernos y bancos centrales están explorando el desarrollo de monedas digitales emitidas por bancos centrales o *central bank digital currency* (CBDC), que prometen mejorar la eficiencia y trazabilidad del dinero fiduciario (Auer, 2020). La importancia de la tecnología Blockchain se extiende a regiones con sistemas financieros fragmentados o limitados, donde esta tecnología ofrece una alternativa viable para la inclusión financiera, facilitando el acceso a servicios esenciales como pagos móviles, remesas y microcréditos, especialmente para personas no bancarizadas (Narula, 2020).

En este contexto, el sector hotelero se presenta como un campo particularmente beneficiado por la adopción de la tecnología Blockchain. Tradicionalmente, la industria hotelera ha enfrentado desafíos relacionados con la intermediación excesiva, donde agencias de viajes online u *online travel agencies* (OTAs) y otros intermediarios imponen comisiones elevadas que afectan la rentabilidad de los establecimientos. Blockchain permite reducir o eliminar estos intermediarios, facilitando la gestión directa de reservas y pagos a través de sistemas descentralizados que garantizan la transparencia, la seguridad y la eficiencia en las transacciones.

Además, la tecnología posibilita la implementación de contratos inteligentes que automatizan procesos contractuales y de cumplimiento, como la gestión de reservas, cancelaciones y políticas de reembolso, reduciendo la carga administrativa y los riesgos de fraude. También abre la puerta a nuevos modelos de negocio, como la tokenización de activos hoteleros, que permite la inversión fraccionada y la democratización del acceso a la propiedad y financiación de proyectos hoteleros (Paktiti y Economides, 2023).

Por lo tanto, la integración de Blockchain en el sector hotelero no solo mejora la experiencia del cliente y reduce costes operativos, sino que también promueve una mayor inclusión financiera y acceso a servicios, fortaleciendo la competitividad y sostenibilidad de la industria en un entorno global cada vez más digitalizado.

La industria hotelera contemporánea enfrenta desafíos estructurales que dificultan su crecimiento y sostenibilidad, entre los cuales destacan la complejidad para captar financiación y la elevada dependencia de intermediarios en la comercialización de sus servicios (Buhalis y Leung, 2018). Estos obstáculos impactan negativamente en la rentabilidad, autonomía operativa y capacidad de innovación de los establecimientos, particularmente en hoteles independientes y cadenas pequeñas que carecen del volumen y respaldo financiero de grandes corporaciones (Jones et al., 2016). En este contexto, la tecnología Blockchain se presenta como una herramienta disruptiva con potencial para transformar los mecanismos tradicionales de acceso a recursos financieros y la gestión de la relación directa con los clientes, facilitando modelos más eficientes, transparentes y descentralizados (Antoniadis et al., 2021).

En el ámbito de la financiación y como problemática tradicional, el sector hotelero depende mayoritariamente de préstamos bancarios, capital privado y fondos de inversión, vías que suelen implicar procesos costosos, burocráticos y lentos. Estas condiciones limitan especialmente a los hoteles de menor tamaño, que enfrentan dificultades para cumplir con los requisitos financieros y garantías exigidas, lo que restringe sus posibilidades de inversión para renovación o expansión (Díaz y Rodríguez, 2019).

Simultáneamente, la distribución y comercialización de los servicios hoteleros está fuertemente dominada por intermediarios como las agencias de viajes en línea u *online travel agencies* (OTAs) y touroperadores. Estos actores imponen comisiones elevadas que pueden oscilar entre el 15 % y 25 % del valor de la reserva, reduciendo considerablemente los márgenes de beneficio de los hoteles. Además, esta dependencia limita el contacto directo con los clientes, impidiendo la personalización del servicio y dificultando la gestión integral de la experiencia del huésped (Vinod, 2024; Law et al., 2017).

Como propuesta de solución basada en la tecnología Blockchain, objeto de estudio en el presente trabajo, se observa y propone que la tokenización de activos hoteleros mediante tecnologías Blockchain emerge como un mecanismo innovador para superar las barreras mencionadas. Este proceso consiste en la digitalización de la propiedad, derechos sobre inmuebles, ingresos futuros o proyectos hoteleros en tokens negociables, lo que facilita la inversión fraccionada y amplía el acceso a un grupo diverso de inversores, incluyendo pequeños y medianos participantes (Mougayar, 2016; Tapscott y Tapscott, 2016). Al proporcionar transparencia, trazabilidad y liquidez, la tokenización fomenta la confianza de los inversores y reduce los costes asociados al eliminar intermediarios financieros tradicionales.

Adicionalmente, los contratos inteligentes permiten automatizar procesos críticos en la gestión hotelera, tales como reservas, pagos y políticas de cancelación, minimizando errores, fraudes y costes administrativos (Christidis y Devetsikiotis, 2016). Por último, la implementación de plataformas de distribución basadas en Blockchain puede habilitar a los hoteles canales de comercialización directos, disminuyendo la dependencia de OTAs y mejorando la interacción y fidelización de los clientes (Sigala, 2018).

La integración de la tecnología Blockchain en los ámbitos de financiación y distribución hotelera ofrece múltiples beneficios. Entre ellos, destaca el aumento de la liquidez y accesibilidad al capital, la reducción de costes y comisiones, la mejora sustancial de la transparencia y seguridad de las transacciones, así como la promoción de modelos de negocio innovadores que democratizan la inversión y enriquecen la experiencia del cliente (Narula, 2020). En conjunto, estas ventajas fortalecen la autonomía financiera de los hoteles, impulsan

la innovación y potencian la competitividad del sector en un mercado global cada vez más digitalizado y dinámico.

1.2. PROBLEMÁTICA Y OBJETIVOS

El sector de hoteles independientes en España representa una parte significativa de la industria turística nacional. Sin embargo, estos establecimientos enfrentan desafíos persistentes para acceder a fuentes tradicionales de financiación como préstamos bancarios, créditos comerciales, emisión de deuda tradicional, fondos de inversión y capital privado. A pesar del crecimiento y la importancia del sector, los hoteles independientes y de tamaño medio suelen sufrir restricciones crediticias que dificultan la inversión en infraestructura, modernización y expansión (CBRE Spain, 2025).

En los últimos años, las políticas monetarias del Banco Central Europeo (BCE) han derivado en un aumento de los tipos de interés. Esto ha incrementado el coste de la deuda para las empresas, con una carga financiera del 17,7 % en 2024, el nivel más alto desde 2012 (Banco de España, 2024). Este encarecimiento afecta especialmente a las pequeñas empresas con márgenes reducidos, como los hoteles independientes.

Los hoteles independientes son considerados prestatarios de alto riesgo debido a su menor tamaño, limitados activos para garantía y la estacionalidad propia del turismo. Según CEHAT y PwC (2023), el 36 % de las empresas hoteleras presentan un riesgo crediticio alto o muy alto, siendo los establecimientos de reciente construcción los más vulnerables.

El sistema bancario español ha reducido su exposición crediticia a las empresas no financieras. El crédito a las empresas representa actualmente el 63,5 % del PIB, uno de los niveles más bajos históricamente (Banco de España, 2024). Esta situación ha llevado a una política crediticia más restrictiva, especialmente en sectores volátiles como el turístico y hotelero.

En 2024 se registraron un promedio de 14.613 establecimientos hoteleros en España, de los cuales el 73,4% son independientes y el 26,6% pertenecen a cadenas hoteleras nacionales e internacionales (Hosteltur, 2025). Numerosos hoteles independientes carecen de activos tangibles suficientes para garantizar préstamos bancarios. Incluso cuando cuentan con inmuebles, el valor de las garantías suele verse afectado por factores como la ubicación, estacionalidad e incertidumbres económicas (Pelaez-Verdet y Loscertales-Sanchez, 2021).

A continuación, se presenta Tabla 1 que resume la evolución del crédito al sector hotelero, destacando la disminución que afecta específicamente a los hoteles independientes y que ilustra la tendencia decreciente de la disponibilidad crediticia desde 3.200M € en 2018 hasta 1.900M € en 2023.

Tabla 1. Evolución del crédito a hoteles independientes en España (2018 – 2023)

Año	Crédito total al sector hotelero (millones €)	Crédito a hoteles independientes (millones €)	Variación interanual (%) en hoteles independientes
2018	8.500	3.200	-
2019	8.700	3.100	-3,10%
2020	7.800	2.700	-12,90%
2021	7.500	2.400	-11,10%
2022	7.200	2.100	-12,50%
2023	7.000	1.900	-9,50%

Fuente: Banco de España (2024)

La continua reducción del crédito limita la capacidad de los hoteles independientes para mantener y modernizar sus instalaciones, adoptar tecnologías digitales o ampliar sus servicios. Esto afecta a su competitividad y pone en riesgo la sostenibilidad de muchos establecimientos en un mercado turístico y hotelero cada vez más exigente (Al Ghunaimi, 2025).

Ante las limitaciones de la financiación bancaria tradicional, soluciones innovadoras como la tokenización o digitalización de activos hoteleros mediante Blockchain ofrecen una alternativa prometedora. Digitalizando derechos de propiedad o flujos futuros de ingresos en tokens negociables, los hoteles independientes pueden atraer a una base diversificada de inversores, incluyendo pequeños inversores, democratizando así el acceso al capital (Tapscott y Tapscott, 2016; Mougayar, 2016). La tokenización incrementa la transparencia, liquidez y reduce la dependencia de intermediarios financieros, lo que potencialmente disminuye los costos de financiación y fomenta la innovación en el sector.

Los hoteles independientes en España enfrentan restricciones crediticias significativas, motivadas por factores macroeconómicos, percepciones de riesgo y políticas bancarias. Esta situación demanda explorar nuevas vías de financiación para sostener el crecimiento y competitividad del sector. La tokenización mediante Blockchain surge como un mecanismo viable y disruptivo, alineado con la transformación digital de la industria hotelera, sin embargo, su implementación en el sector hotelero es escaso.

Existen numerosas publicaciones que abordan la definición, técnicas, modelos conceptuales, literatura y evolución de la tokenización de activos en distintos sectores económicos, especialmente en el ámbito financiero e inmobiliario. Sin embargo, aún se percibe una carencia de trabajos que ofrezcan una visión de conjunto sobre su aplicación específica en el sector hotelero, lo cual dificulta su comprensión e implementación por parte de gestores, inversores y responsables de la toma de decisiones en la industria turística. Con el fin de dar respuesta a estas lagunas en la investigación, el objetivo principal de esta tesis doctoral es profundizar en el marco conceptual de la tokenización de activos hoteleros y analizar su potencial como herramienta innovadora de financiación, identificando temáticas clave, autores relevantes, principales canales de publicación y líneas futuras de investigación. Para abordar de manera adecuada este objetivo general, se han establecido los siguientes objetivos específicos, los cuales derivan de una serie de preguntas clave formuladas durante la fase inicial de la investigación.

Objetivo específico 1 (OE1). ¿Cuáles son las principales tendencias, vacíos de investigación y oportunidades futuras identificadas en la literatura científica sobre el uso de la tecnología Blockchain en la tokenización de activos en el sector turístico y

hotelero? Para dar respuesta a esta pregunta, se ha planteado como objetivo específico realizar un análisis sistemático y bibliométrico de la literatura científica existente, con el fin de identificar dichas tendencias, detectar vacíos temáticos y señalar oportunidades de investigación futura. Esta línea de estudio fue presentada como capítulo de libro en el Congreso COMRED, bajo el título “Uso de tecnología Blockchain en la tokenización de activos hoteleros” (Galindo Rubio et al., 2024; Vime et al., 2024), constituyendo la principal contribución académica del presente trabajo (OE1). Los subobjetivos vinculados al objetivo OE1 son los siguientes:

- Revisar y clasificar las publicaciones académicas existentes que aborden la relación entre Blockchain, tokenización y el sector turismo-hotelaría, a partir de bases de datos científicas reconocidas (Scopus, Web of Science, etc.)
- Aplicar técnicas bibliométricas para identificar patrones de publicación, autores influyentes, redes de coautoría, palabras clave relevantes y evolución temporal de la producción científica.
- Detectar vacíos y líneas emergentes de investigación, señalando áreas poco exploradas que pueden servir como base para investigaciones futuras y desarrollos aplicados en la industria hotelera.

Objetivo específico 2 (OE2). ¿Qué tipos de tokenización pueden aplicarse en el sector hotelero y cuáles son sus principales características y etapas de implementación? Esta pregunta guía el desarrollo del OE2 orientado a identificar los diferentes tipos de tokenización aplicables en el sector hotelero, así como los procesos de creación, emisión y adquisición de un token. Para ello, se abordan tres ejes fundamentales de la investigación: la clasificación de los tipos de tokenización, la descripción de los procesos de creación y emisión de tokens, y el análisis de su modelo económico (*tokenomics*). Los subobjetivos vinculados al objetivo OE2 son los siguientes:

- Clasificar los tipos de tokenización relevantes para el sector hotelero y su aplicabilidad práctica.
- Describir las fases del proceso de creación y emisión de un token.
- Describir el modelo económico de un token – tokenomics.

Objetivo específico 3 (OE3). ¿Qué aprendizajes pueden extraerse del análisis de casos prácticos de tokenización en el sector hotelero, considerando sus beneficios, desafíos y modelos de implementación tecnológica? Esta pregunta guía el desarrollo del objetivo específico 3 (OE3), cuyo propósito es analizar experiencias reales de tokenización en el ámbito hotelero para comprender a fondo sus ventajas, dificultades y formas de implementación tecnológica. Los subobjetivos vinculados al objetivo OE3 son los siguientes:

- Analizar la implementación de sistemas descentralizados, autónomos e inteligentes.
- Identificar los hoteles que han implementado procesos de tokenización.
- Describir el diagrama de funcionamiento del protocolo empleado en la tokenización de inmuebles hoteleros.

A continuación, y en Tabla 2 se observa cómo se estructura el objetivo general, los objetivos específicos y subobjetivos.

Tabla 2. Objetivo general, objetivos específicos y subobjetivos

OBJETIVO GENERAL	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	SUBOBJETIVOS
<p>OG. Profundizar en el marco conceptual de la tokenización de activos hoteleros y analizar su potencial como herramienta innovadora de financiación, identificando temáticas clave, autores relevantes, principales canales de publicación y líneas futuras de investigación</p>	<p>OE1. Realizar un análisis sistemático y bibliométrico de la literatura científica sobre el uso de la tecnología blockchain en la tokenización de activos en el sector turístico y hotelero</p>	<p>Revisar y clasificar las publicaciones académicas existentes que aborden la relación entre blockchain, tokenización y el sector turismo-hotelaría, a partir de bases de datos científicas reconocidas</p>
		<p>Aplicar técnicas bibliométricas para identificar patrones de publicación, autores influyentes, redes de coautoría, palabras clave relevantes y evolución temporal de la producción científica</p>
		<p>Detectar vacíos y líneas emergentes de investigación, señalando áreas poco exploradas que pueden servir como base para investigaciones futuras y desarrollos aplicados en la industria hotelera</p>
	<p>OE2. Identificar los diferentes tipos de tokenización aplicables al sector hotelero y sus procesos de creación, emisión y adquisición de un token</p>	<p>Clasificar los tipos de tokenización relevantes para el sector hotelero y su aplicabilidad práctica</p>
		<p>Describir las fases del proceso de creación y emisión de un token</p>
		<p>Describir el modelo económico de un token – tokenomics</p>
	<p>OE3. Analizar casos prácticos de tokenización aplicados al sector hotelero con el fin de comprender sus beneficios, desafíos y modelos de implementación</p>	<p>Analizar la implementación de sistemas descentralizados, autónomos e inteligentes</p>
		<p>Identificar los hoteles que han implementado procesos de tokenización</p>
		<p>Describir el diagrama de funcionamiento del protocolo empleado en la tokenización de inmuebles hoteleros</p>

Fuente: Elaboración propia (2025)

1.3. ESTRUCTURA DE LA TESIS DOCTORAL

Este proyecto de investigación comienza con este primer capítulo introductorio que proporciona a los lectores una descripción clara y concisa de la aplicación de la tecnología Blockchain en el campo de la tokenización de activos hoteleros.

En el capítulo 2 se establece una base conceptual sobre la tecnología Blockchain, considerada como el eje estructural de la presente investigación. Se procede a la delimitación técnica del concepto, abordando su evolución cronológica desde su aparición hasta su estado actual. Finalmente, se realiza un análisis de sus principales casos de uso, así como de su impacto en los sistemas económicos y modelos de negocio contemporáneos.

En el capítulo 3, una vez detallado el concepto de la tecnología Blockchain y sus principales casos de uso, examina el potencial de la tecnología Blockchain, aplicada mediante la tokenización de activos, en la optimización de la gestión operativa y financiera en el sector hotelero. La tokenización se define como el proceso mediante el cual se representa digitalmente un activo mediante un identificador único (token) registrado en una infraestructura de libro mayor distribuido (*distributed ledger technology*, DLT), lo que permite su emisión, transferencia y almacenamiento de forma segura y transparente. Esta estrategia no solo habilita mecanismos innovadores de financiación e inversión, sino que también brinda a las empresas hoteleras herramientas para reconfigurar sus modelos de negocio, incrementar su competitividad y responder de manera eficaz a las dinámicas del ecosistema digital contemporáneo.

En el capítulo 4 se presentan casos empíricos que ilustran cómo diversos agentes del sector hotelero están empleando tecnología Blockchain para fraccionar la propiedad de activos, captar capital, optimizar procesos internos y reforzar la transparencia financiera. Estos estudios de caso evidencian no solo la viabilidad técnica y económica de la tokenización, sino también su capacidad para introducir modelos innovadores de gobernanza y sostenibilidad. El propósito es proporcionar una visión práctica y documentada del impacto transformador que esta tecnología representa para la hotelería contemporánea y su evolución futura.

Finalmente, en el capítulo 5 se exponen las conclusiones generales derivadas de esta investigación, así como las principales contribuciones académicas en torno a la aplicación de la tecnología Blockchain en la tokenización de activos hoteleros. Se analizan las implicaciones más relevantes para el sector, destacando cómo estos avances pueden transformar los modelos de financiación, propiedad, gestión operativa y transparencia en la industria hotelera. Asimismo, se identifican las principales limitaciones metodológicas y contextuales del estudio, y se proponen futuras líneas de investigación orientadas a profundizar en el desarrollo tecnológico, el marco regulatorio y la adopción efectiva de estos modelos en establecimientos hoteleros.

La estructura general de la presente tesis se resume en Tabla 3.

Tabla 3. Estructura general de la tesis doctoral

CAPÍTULOS	TEMAS PRINCIPALES
Capítulo 1. Introducción	1.1. Introducción y contextualización de la tecnología Blockchain y su importancia en el sector hotelero 1.2. Problemática y objetivos 1.3. Estructura de la tesis doctoral 1.4. Metodología 1.5. Análisis bibliométrico 1.6. Referencias bibliográficas
Capítulo 2. Blockchain: origen, definición, tipologías y aplicaciones	2.1. Conceptos básicos 2.2. ¿Qué es la tecnología Blockchain? 2.2.1. Protocolos de consenso basados en pruebas (<i>proof based</i>) 2.2.2. Protocolos de consenso basados en votaciones 2.3. Evolución de la tecnología Blockchain 2.4. Características de la tecnología Blockchain 2.5. Tipos de tecnología Blockchain 2.6. Aplicabilidad de la tecnología Blockchain 2.7. Referencias bibliográficas
Capítulo 3. Aplicación de la tecnología blockchain en la tokenización de activos hoteleros	3.1. Tokenización 3.1.1. Conceptos básicos 3.1.2. Tendencias en tokenización 3.2. Uso de contratos inteligentes o <i>smart contracts</i> en el sector hotelero 3.2.1. Definición 3.2.2. Aplicaciones 3.3. Diferentes tipos de tokenización aplicables al sector hotelero 3.3.1. Tokens de utilidad o <i>utility tokens</i> 3.3.2. Tokens de seguridad o <i>security tokens</i> 3.3.3. Tokens no fungibles o <i>Non-Fungible Tokens</i> (NFTs) 3.3.4. Tokens de pago o <i>payment tokens</i> (<i>criptomonedas</i>) 3.4. Modelo económico del token - <i>tokenomics</i> 3.4.1. <i>Tokenomics</i> y conceptos 3.4.2. Diseño del token 3.4.3. Legislación vigente aplicable 3.4.4. Vehículos de propósito especial o <i>special purpose vehicles</i> (SPV) 3.5. Referencias bibliográficas
Capítulo 4. Casos prácticos de tokenización en el sector hotelero	4.1. Innovación en el sector hotelero 4.1.1. Contexto histórico 4.1.2. Tendencias en la aplicación de innovaciones tecnológicas en el sector hotelero 4.2. Blockchain en el sector hotelero 4.2.1. Reducción de costes 4.2.2. Internacionalización de las PYMEs hoteleras 4.2.3. Inalterabilidad en el registro de los datos 4.2.4. Representación digital de activos y financiación 4.3. Tokenización en el sector hotelero 4.3.1. Visión preliminar 4.3.2. Modelo de negocio de las plataformas especializadas en la tokenización de activos hoteleros 4.3.3. Distribución y emisión de un token en la tokenización de activos hoteleros 4.3.4. Ejemplos prácticos de tokenización en el sector hotelero 4.3.5. Tendencias emergentes en la tokenización hotelera para 2025 4.4. Referencias bibliográficas
Capítulo 5. Conclusiones	5.1. Principales conclusiones 5.2. Implicaciones para la gestión 5.3. Limitaciones 5.4. Nivel de alcance de los objetivos 5.5. Futuras líneas de investigación 5.6. Referencias bibliográficas

Fuente: Elaboración propia (2025)

Como conclusión, esta investigación ha explorado de manera completa cómo se utiliza la tecnología Blockchain para la tokenización de activos en el sector turístico y hotelero, centrándose en dos aspectos clave.

Primero, se revisó y analizó la literatura científica existente, lo que permitió descubrir las tendencias actuales, las áreas que aún necesitan más estudio y posibles temas para futuras investigaciones. Este análisis mostró que, aunque hay un creciente interés en cómo la tecnología Blockchain puede aplicarse al sector hotelero, todavía hay poca información específica sobre su uso en la tokenización de activos hoteleros.

En segundo lugar, se identificaron los distintos tipos de tokenización que se pueden aplicar en hoteles, así como los procesos para crear, emitir y adquirir estos tokens. Este enfoque práctico ayuda a entender mejor los modelos que existen hoy en día y cómo podrían implementarse en el mundo real. Así, se establece una base clara para seguir investigando y desarrollando soluciones innovadoras que mejoren la financiación, la eficiencia y la transparencia en la gestión de activos hoteleros utilizando tecnología descentralizada.

En resumen, estos dos enfoques muestran cómo la tecnología Blockchain puede ser una herramienta clave para transformar el negocio hotelero, y abren el camino para investigaciones que tengan un impacto tanto académico como empresarial.

1.4. METODOLOGÍA

La investigación adopta un enfoque cualitativo con un diseño de revisión sistemática y bibliométrica de la literatura científica, orientado a identificar las principales tendencias, vacíos y oportunidades de investigación en torno al uso de la tecnología Blockchain y la tokenización de activos en el sector hotelero y turístico.

La obtención de datos se realizó mediante la consulta de bases académicas especializadas como Web of Science siguiendo criterios de inclusión y exclusión previamente definidos. Este procedimiento permitió reunir un corpus de publicaciones relevantes, garantizando la pertinencia y actualidad de la muestra documental.

El análisis bibliométrico se llevó a cabo mediante indicadores de productividad científica, coautoría, redes de colaboración y análisis de coocurrencias de palabras clave, complementado con una revisión sistemática de la literatura para contextualizar los hallazgos desde una perspectiva cualitativa.

El tratamiento y visualización de los datos se apoyó en herramientas como Bibliometrix (R), que facilitaron la organización, segmentación y representación gráfica de las relaciones entre autores, temas y tendencias.

La metodología cualitativa basada en una revisión sistemática y en un análisis bibliométrico se ha diseñado en estrecha relación con los objetivos específicos planteados (Tabla 4):

1. Análisis sistemático y bibliométrico de la literatura científica existente. Para alcanzar este objetivo, se empleó una estrategia de búsqueda en bases de datos académicas como Web of Science y se aplicaron criterios de inclusión y exclusión que garantizaron la selección de publicaciones relevantes. Posteriormente, se realizó un análisis bibliométrico con herramientas como Bibliometrix (R), lo que permitió identificar tendencias de investigación, vacíos temáticos y futuras líneas de estudio.
2. Identificar los diferentes tipos de tokenización aplicables al sector hotelero y sus procesos de creación, emisión y adquisición de un token. Este objetivo se abordó mediante una revisión de literatura especializada, analizando documentos académicos, informes técnicos y publicaciones de la industria. Esta estrategia permitió sistematizar la clasificación de los modelos de tokenización, describir sus mecanismos de emisión y adquisición, y evaluar su aplicabilidad al ámbito hotelero.

3. Analizar casos prácticos de tokenización aplicados al sector hotelero. Para dar respuesta a este objetivo, se recurrió al análisis documental y comparativo de casos de estudio identificados en la literatura académica y en informes sectoriales. Esta aproximación permitió examinar experiencias reales de tokenización en hoteles, evaluar sus beneficios y desafíos, así como extraer aprendizajes sobre los modelos de implementación observados.

Tabla 4. Relación entre objetivos, técnicas metodológicas y fuentes de datos

OBJETIVO ESPECÍFICO	TÉCNICA METODOLÓGICA	FUENTE DE DATOS
OE1. Realizar un análisis sistemático y bibliométrico de la literatura científica existente, con el fin de identificar tendencias, vacíos temáticos y oportunidades de investigación futura.	Revisión sistemática + análisis bibliométrico con Bibliometrix (R)	Bases de datos académicas (Web of Science)
OE2. Identificar los diferentes tipos de tokenización aplicables al sector hotelero y sus procesos de creación, emisión y adquisición de un token.	Revisión de literatura especializada (académica y técnica)	Artículos científicos, informes de la industria, documentos técnicos
OE3. Analizar casos prácticos de tokenización aplicados al sector hotelero con el fin de comprender sus beneficios, desafíos y modelos de implementación.	Análisis documental y comparativo de casos de estudio	Literatura académica, reportes sectoriales, casos publicados en medios especializados

Fuente: Elaboración propia (2025)

1.5. ANÁLISIS BIBLIOMÉTRICO

El análisis bibliométrico tiene como objetivo aportar conocimiento sobre la aplicación de la tecnología Blockchain en la investigación de la tokenización en turismo y hotelería, a través de una revisión bibliométrica y exhaustiva de la literatura científica existente. Con el fin de orientar el análisis, se plantearon tres preguntas de investigación. La primera se centró en identificar el ritmo de publicaciones sobre la temática en la base de datos Web of Science (WoS). La segunda buscó determinar cuáles son las principales revistas, autores y referencias más citados en la investigación sobre Blockchain aplicada al turismo. Finalmente, la tercera indagó en los principales temas emergentes y en declive dentro de esta línea de investigación (Vime et al., 2024).

Para dar respuesta a estas cuestiones, se seleccionó la base de datos Web of Science (WoS), debido a que dispone de una amplia cobertura de literatura internacional de alto impacto, particularmente en el ámbito de la tecnología Blockchain y la tokenización. La estrategia de búsqueda empleada fue la siguiente:

```
((TS=("blockchain")) OR TS=("smart contract")) OR TS=("token*"))
AND TS(("hospitality" OR "tourism*")) AND Article (Document Types)
```

El campo TS permitió localizar los términos en el título, el resumen y las palabras clave. Tras aplicar el filtro de idioma se descartaron aquellos que no guardaban relación directa con la temática de Blockchain. Como resultado, se obtuvo un corpus final de 220 publicaciones.

El análisis se realizó mediante el software de código abierto Bibliometrix (R) (Aria y Cucurullo, 2017), adoptando un enfoque bibliométrico sustentado en técnicas estadísticas. Este enfoque permitió combinar dos procedimientos principales. En primer lugar, el análisis de la producción científica, que evalúa la productividad y el impacto de autores, revistas, instituciones y países, y en segundo lugar, el mapeo científico, orientado a identificar patrones estructurales y cognitivos de la disciplina a partir de redes de coocurrencia de palabras clave. Este último procedimiento resulta especialmente útil para visualizar los principales temas de investigación y explorar el grado de desarrollo y relevancia de cada uno de ellos (Casado-Aranda et al., 2023).

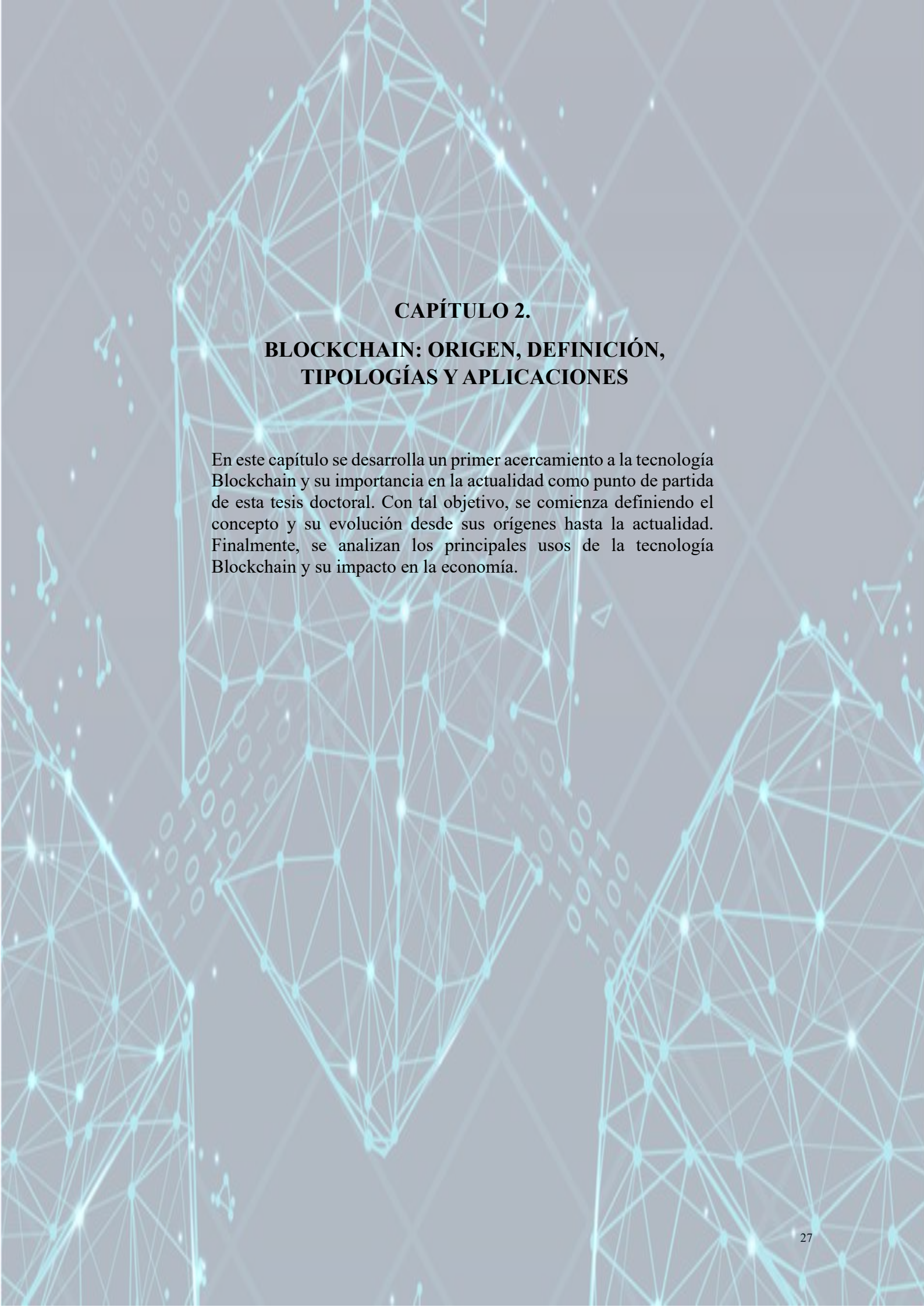
Dentro del análisis realizado con Bibliometrix, se identificaron los siguientes resultados principales:

- La edad promedio de los artículos es de 2,9 años, con un promedio de 14,52 citas por estudio. En total, se contabilizaron 41 autores vinculados a la producción científica analizada. Sin embargo, solo uno de cada tres artículos fue elaborado en colaboración internacional, lo que refleja un bajo índice de cooperación académica en comparación con otras áreas de investigación, como la gestión empresarial (Mesquita et al., 2022). Asimismo, los 220 estudios se publicaron en 152 fuentes distintas, lo que evidencia la amplitud y dispersión del campo de estudio.
- En cuanto a la evolución temporal, se registró un promedio general de 15,71 publicaciones anuales. No obstante, a partir de 2019 se observó un aumento sustancial, alcanzando un promedio de 33,33 estudios por año. Este crecimiento puede asociarse al incremento de publicaciones en revistas tecnológicas como *Sustainability* e *Information Technology & Tourism*, y al inicio de la aplicación de la tecnología Blockchain en procesos de tokenización.
- En relación con el impacto de las publicaciones, el promedio anual de citas alcanzó su punto máximo en 2018, con 21,33 citas por documento, mientras que en 2023 se redujo significativamente a 1,24 citas por documento.
- La distribución temática de los 220 artículos revisados muestra que la investigación se concentra en cuatro grandes áreas: tecnología (33%), turismo (25%), hotelería (13%) y negocios (incluyendo sostenibilidad, calidad y finanzas alcanza el 29%). El resto de los trabajos se vincula a ámbitos más diversos, como gestión. Cabe destacar que la revista *Tourism Management* es la que más artículos ha publicado sobre tecnología Blockchain, con un total de 41 contribuciones.
- En lo referente a los términos de investigación más frecuentes, el concepto Blockchain aparece en el 25% de los documentos, seguido de *Tourism* (12%). Otros términos recurrentes incluyen *blockchain technology*, *hospitality*, *cryptocurrency*, COVID-19 y *smart tourism*, que en conjunto representan un 16% del total.

1.6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Al Ghunaimi, H., & Awashreh, R. (2025). *Enhancing sustainability and competitiveness of self-funded SMEs: The hotel model*. *International Journal of Innovative Research and Scientific Studies*, 8(1), 1806-1817.
- Antoniadis, I., Dogru, T., & Mody, M. (2021). *Can Blockchain payment services influence customers' loyalty intention in the hospitality industry? A mediation assessment*. *Administrative Sciences*, 13(3), 85. <https://doi.org/10.3390/>
- Aria, M., & Cuccurullo, C. (2017). *Bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis*. *Journal of Informetrics*, 11(4), 959–975.
- Auer, R., & Böhme, R. (2020). *The technology of retail central bank digital currency*. *BIS Quarterly Review*, March.
- Banco de España. (2024). *Boletín Económico 1/2024*. <https://www.bde.es>
- Buhalis, D., & Leung, R. (2018). *Smart hospitality - Interconnectivity and interoperability towards an ecosystem*. *International Journal of Hospitality Management*, 71, 41–50. <https://doi.org/10.1016/j.ijhm.2017.11.011>
- Casado-Aranda, L., Sánchez-Fernández, J., Bigné, E., & Smidts, A. (2023). *The application of neuromarketing tools in communication research: A comprehensive review of trends*. *Psychology & Marketing*. <https://doi.org/10.1002/mar.21832>
- CBRE Spain. (2025). *Polarización del interés inversor en los hoteles: el lujo y los budget acaparan el 90 % de la inversión en el sector*. CBRE Spain. <https://www.cbre.es/insights/articulos/polarizacion-del-interes-inversor-en-los-hoteles>
- CEHAT & PwC. (2023). *Informe sobre el riesgo financiero del sector hotelero español*. Confederación Española de Hoteles y Alojamientos Turísticos.
- Christidis, K., & Devetsikiotis, M. (2016). *Blockchains and smart contracts for the Internet of Things*. *IEEE Access*, 4, 2292–2303. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2016.2566339>
- Díaz, M., & Rodríguez, P. (2019). *Financing challenges in the hospitality industry: Small hotel perspectives*. *Tourism Management Perspectives*, 29, 123–130. <https://doi.org/10.1016/j.tmp.2018.12.002>
- Galindo Rubio, F., Suárez Carballo, F., Fernández Blanco, E., Viñuela Hernández, S., Quintana Paz, N., & Iglesias Cruz, A. Z. (Coords.). (2024). *Conexiones digitales: La revolución de la comunicación en la sociedad contemporánea*. McGraw Hill España. ISBN 978 84 486 4463 5
- Hosteltur. (2025, abril). *Hoteles de cadena en España: la realidad de un vistazo*. Hosteltur. https://www.hosteltur.com/169302_hoteles-de-cadena-en-espana-la-realidad-de-un-vistazo.html
- Jones, P., Hillier, D., & Comfort, D. (2016). *The sustainable development goals and the tourism and hospitality industry*. *Athens Journal of Tourism*, 3(1), 7–18. <https://doi.org/10.30958/ajt.3-1-1>

- Law, R., Qi, S., & Buhalis, D. (2017). *Progress in tourism management: A review of website evaluation in tourism research*. *Tourism Management*, 57, 231–244. <https://doi.org/10.1016/j.tourman.2016.11.015>
- Mesquita, M. D. S. S., de Oliveira, V.M., Correia, S. É. N. (2022). *Scientific mapping in Scopus mapping in Scopus with Biblioshiny: A bibliometric analysis of organizational tensions*. *Contextus: Revista Contemporânea de economia e gestao*, 20(20), 54-71.
- Mougayar, W. (2016). *The business Blockchain: Promise, practice, and application of the next Internet technology*. Wiley.
- Narula, R. (2020). *Blockchain and financial inclusion: A critical review*. *Journal of Economic Perspectives*, 34(3), 200–221. <https://doi.org/10.1257/jep.34.3.200>
- Paktiti, M., & Economides, A. A. (2023). *Smart contract applications in tourism*. *International Journal of Technology Management & Sustainable Development*, 22(2), 165–184. https://doi.org/10.1386/tmsd_00074_1
- Pelaez-Verdet, A., & Loscertales-Sanchez, P. (2021). *Key ratios for long-term prediction of hotel financial distress and corporate default: Survival analysis for an economic stagnation*. *Sustainability*, 13(3), 1473.
- Schär, F. (2021). *Decentralized finance: On Blockchain-and smart contract-based financial markets*. *Federal Reserve Bank of St. Louis Review*, 103(2), 153–174. <https://doi.org/10.20955/r.103.153-74>
- Sigala, M. (2018). *Social media and customer engagement in the hotel industry: A study of online reviews*. *Journal of Hospitality and Tourism Technology*, 9(2), 128–147. <https://doi.org/10.1108/JHTT-09-2017-0068>
- Tapscott, D., & Tapscott, A. (2016). *Blockchain revolution: How the technology behind Bitcoin is changing money, business, and the world*. Penguin.
- Vime, D. V., Casas, D. L., & Aranda, L. A. C. (2024). *Uso de tecnología Blockchain en la tokenización de activos hoteleros*. In *Conexiones digitales: la revolución de la comunicación en la sociedad contemporánea* (pp. 571-588). McGraw Hill España.
- Vinod, B. (2024). *Hotel Bookings and the Dominance of the OTAs*. In *Mastering the Travel Intermediaries: Origins and Future of Global Distribution Systems, Travel Management Companies, and Online Travel Agencies* (pp. 343-354). Cham: Springer Nature Switzerland.



CAPÍTULO 2.

BLOCKCHAIN: ORIGEN, DEFINICIÓN, TIPOLOGÍAS Y APLICACIONES

En este capítulo se desarrolla un primer acercamiento a la tecnología Blockchain y su importancia en la actualidad como punto de partida de esta tesis doctoral. Con tal objetivo, se comienza definiendo el concepto y su evolución desde sus orígenes hasta la actualidad. Finalmente, se analizan los principales usos de la tecnología Blockchain y su impacto en la economía.

CAPÍTULO 2. BLOCKCHAIN: ORIGEN, DEFINICIÓN, TIPOLOGÍAS Y APLICACIONES.

2.1. CONCEPTOS BÁSICOS

2.2. ¿QUÉ ES LA TECNOLOGÍA BLOCKCHAIN?

2.2.1. Protocolos de consenso basados en pruebas (*proof based*)

2.2.2. Protocolos de consenso basados en votaciones

2.3. EVOLUCIÓN DE LA TECNOLOGÍA BLOCKCHAIN

2.4. CARACTERÍSTICAS DE LA TECNOLOGÍA BLOCKCHAIN

2.5. TIPOS DE TECNOLOGÍA BLOCKCHAIN

2.6. APLICABILIDAD DE TECNOLOGÍA BLOCKCHAIN

2.7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

2.1. CONCEPTOS BÁSICOS

Como previo paso a explicar qué es la tecnología Blockchain, se considera necesario revisar una serie de conceptos básicos con el fin de apuntalar la base del conocimiento para entender con mayor claridad qué es la tecnología Blockchain o cadena de bloques. Destacar que es una herramienta de las más prometedoras del momento (Yang et al., 2018), en especial porque se fundamenta en tres principios: criptografía, descentralización y consenso, creando un sistema de software subyacente altamente seguro, transparente y casi imposible de manipular, ya que un único usuario no puede cambiar los registros de las transacciones (Mylrea y Gourisetti, 2017).

Sabiendo que la tecnología Blockchain está relacionada con aspectos fundamentales propios de los sistemas software como sus requisitos funcionales y no funcionales, formas de implementación y puntos de conexión físicos o virtuales también llamados nodos (Drescher, 2017), a continuación, se atienden a los citados aspectos para que en esta sección se pueda comprender la cadena de bloques de forma conceptual.

Funcionalidades y no funcionalidades

Chung et al., (2012) afirma que los sistemas de software pueden ser analizados en base a dos grandes aspectos:

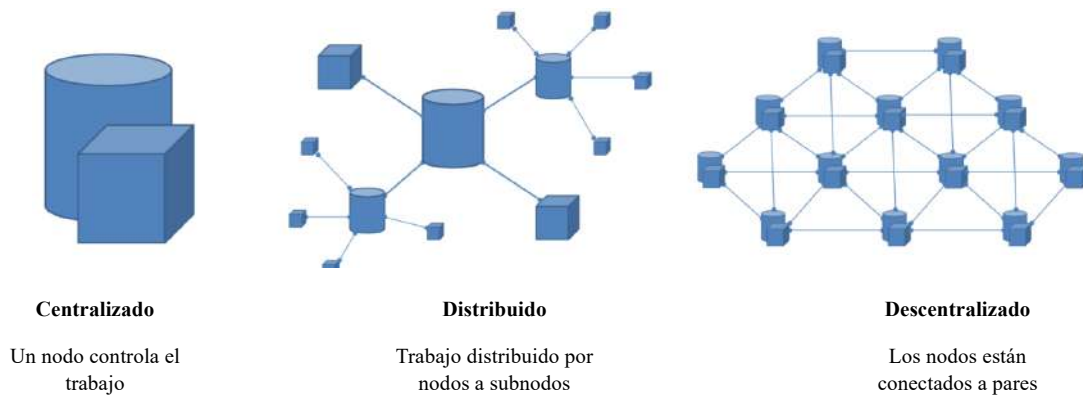
- Requisitos funcionales, que se refiere a lo que hace el sistema o las aplicaciones que atienden a las necesidades de los usuarios.
- Requisitos no funcionales, relativos a cómo lo hace el sistema o la eficiencia y rapidez en enviar datos cumpliendo con el principio de integridad que se centra en la integridad de los datos, integridad conductual y seguridad.

Formas de implementación

Existen numerosas formas de implementación de sistemas de software (Figura 1). Sin embargo, el principal criterio en lo relativo a su implementación se basa en su arquitectura (Tanenbaum y Van Steen, 2001) y los principales enfoques son:

- Sistemas de software centralizados: todos los componentes o nodos están conectados y ubicados alrededor de un componente central o autoridad central.
- Sistemas de software distribuidos: todos los componentes o nodos se comunican entre sí a través de una red y pueden tener o no una autoridad central que coordine y controle los distintos componentes.
- Sistemas de software descentralizados: todos los componentes forman una red de componentes conectados de las mismas características sin tener ningún elemento central que coordine o controle.

Figura 1. Tipos de sistemas



Centralizado
Un nodo controla el trabajo

Distribuido
Trabajo distribuido por nodos a subnodos

Descentralizado
Los nodos están conectados a pares

Fuente: Grange (2016)

Es interesante mencionar sucintamente las principales ventajas y desventajas de los sistemas descentralizados, distribuidos y centralizados con la finalidad de comprender la naturaleza de los mismos (Tabla 5).

Tabla 5. Ventajas y desventajas de los sistemas centralizados, distribuidos y descentralizados

SISTEMAS CENTRALIZADOS	
Ventajas	Desventajas
Mayor control de seguridad y protección de la información ubicada en un solo punto de control.	Bajo rendimiento al no tener la de capacidad realizar masivas solicitudes saturando los recursos del punto de control.
Mantenimiento sencillo del sistema porque ante requerimientos de múltiples cambios, las actuaciones se realizan en un único punto de control.	Fallos en el sistema y con peligro de interrupciones graves al disponer únicamente de un punto de control sin opción a distribuir la carga de trabajo a un nodo.
Facilidad en la toma de decisiones y resolución de disputas por poseer un único punto de control.	Escalabilidad limitada ocasionando cuellos de botella por carecer de recursos suficientes ante incrementos de cargas de trabajo.
Comunicación fluida ya que no depende de una red de nodos.	Mayor vulnerabilidad ante ataques de piratas informáticos poniendo el sistema en riesgo.
SISTEMAS DISTRIBUIDOS	
Desventajas	Ventajas
Ofrecen un rendimiento mejorado al distribuir las cargas de trabajo entre varios nodos y el uso de los recursos es más eficiente.	Complejidad en configuración y administración debido a que requieren de la coordinación de múltiples nodos e implementación de protocolos de comunicación y redes robustas.
Mayor escalabilidad y facilidad en agregar nuevos nodos al sistema con el fin de asumir mayores cargas de trabajo.	Costes de implementación y mantenimiento mayores que en un sistema centralizado.
Mayor fiabilidad porque funcionan incluso si falla un componente, distribuyendo la carga de trabajo entre los nodos restantes.	El rendimiento puede verse afectado por la disponibilidad y confiabilidad de la red a través de la cual se comunican los nodos.
Mayor seguridad porque. pueden diseñarse por múltiples capas de seguridad y puntos de control de acceso.	Latencia o demoras en la comunicación debido a la necesidad de depender de una red, afectando al rendimiento del sistema
SISTEMAS DESCENTRALIZADOS	
Ventajas	Desventajas
Son más resistentes porque no hay un punto central de control. Si un nodo del sistema falla, los demás nodos pueden seguir funcionando.	Son más complejos de configurar y gestionar, ya que requieren la coordinación de múltiples componentes.
Son más seguros porque no existe un único punto de ataque, lo que dificulta que los piratas informáticos pongan en peligro el sistema.	Dificultad en la toma de decisiones y resolución de disputas por carecer de una autoridad central.
Promueven la transparencia y la auditoría de cuentas ya que todos los participantes tienen acceso a la misma información.	Riesgo de inconsistencia sin una autoridad central que cumplir las reglas y los estándares.
Son más eficientes ya que permiten compartir recursos y cargas de trabajo entre los distintos nodos del sistema.	Menor escalabilidad que los sistemas centralizados por tener más dificultades para agregar nuevos usuarios al sistema.

Fuente: Camões (2020) y elaboración propia (2025)

Habiendo explicado los diferentes tipos de sistemas, no se pudieran entender los mismos desde una perspectiva más detallada, sin previamente mencionar los componentes básicos que los conforman, denominados nodos, y que a continuación se describen.

Nodos

Los nodos son puntos de conexión físicos o virtuales que permiten crear, enviar y recibir información y que están conformados por ordenadores, equipos de comunicación, servidores y demás dispositivos interconectados entre sí, permitiendo la comunicación entre todos los puntos, constituyendo la base para que una red Blockchain funcione garantizando la integridad y seguridad de todo el sistema. De igual forma, los nodos son claves para la expansión comercial, ya que permiten distribuir productos y servicios sin intermediarios, reduciendo costes y aumentando la eficiencia. Además, facilitan la escalabilidad, mejoran la resiliencia operativa y fomentan la colaboración entre actores, convirtiendo a los nodos desde un punto de vista comercial y/o marketing en pilares estratégicos para marcas que buscan un crecimiento ágil y confianza del mercado (Lemos et al., 2022).

A colación de lo anterior, no hay que obviar que, sin integridad, los nodos que conforman la red, no cumplirían con las normas establecidas de la propia red (Drescher, 2017), y que son protocolos basados en algoritmos de consenso, que permiten regular la forma en la que los nodos llegan a un acuerdo entre sí.

Existen varios tipos de nodos en función del rol o responsabilidad que asume cada uno, destacando los siguientes;

- Nodos completos o *full nodes*: almacenan toda la cadena de bloques, lo que les permite validar completamente las transacciones y los bloques según las reglas de consenso de la red. Los nodos completos desempeñan un papel clave en la propagación de estos datos por toda la red, asegurando una distribución oportuna y eficiente de nuevas transacciones y bloques. Sin embargo, los nodos completos generalmente se abstienen de sugerir nuevos bloques para su inclusión en la cadena de bloques. Al ejecutar un nodo completo, los participantes pueden verificar de forma independiente y autorizada cualquier transacción en el historial de la cadena de bloques sin depender de referencias externas. Esta autosuficiencia garantiza que la red permanezca descentralizada y resistente a actores maliciosos o puntos únicos de falla (Morishima y Matsutani, 2018).
- Nodos validadores o *validator nodes*: a diferencia de los nodos completos tradicionales que validan y retransmiten principalmente transacciones, los nodos validadores (también denominados nodos de participación en algunas redes) desempeñan un papel más activo en el proceso de creación de bloques. Se eligen en función de varios criterios, como la cantidad de creación de bloques, la reputación u otros factores, para validar y agregar nuevos bloques a la cadena. Al proponer o validar nuevos bloques, estos nodos ayudan a lograr un consenso sobre el próximo estado de la cadena de bloques (Marchesi, 2022).
- Nodos de llamada a procedimiento remoto o *remote procedure call* (RPC): sirven como puntos de acceso vitales dentro de una red Blockchain. Facilitan las interacciones externas con la cadena de bloques procesando solicitudes y ejecutando funciones específicas. Los desarrolladores, aplicaciones y otros participantes de la red se comunican con los nodos RPC para recuperar datos, enviar transacciones o consultar el estado de la red. Estos nodos interpretan y transmiten estas solicitudes externas a la

cadena de bloques y luego devuelven las respuestas apropiadas. Si bien no participan directamente en el consenso o la validación de bloques, los nodos RPC desempeñan un papel crucial a la hora de cerrar la brecha entre las entidades externas y la infraestructura Blockchain subyacente, haciendo que la red sea más accesible y utilizable para una amplia gama de aplicaciones y servicios. Su presencia subraya la importancia de la accesibilidad y la facilidad de uso para promover la adopción de Blockchain (Bui et al., 2019)

- Nodos de autoridad o *authorities nodes*: son aquellos elegidos por la organización o comunidad encargada de una Blockchain. Se utilizan para autorizar que nuevos nodos se unan a una red Blockchain. También pueden gestionar los permisos de acceso de otros nodos en caso de que quieran llegar a un canal de datos específico. La cantidad de nodos de autoridad y quiénes serán generalmente lo vota la comunidad o lo determina el equipo de desarrollo. Los nodos de autoridad añaden un nivel de centralización a la red para aumentar la velocidad, pero también introducen la posibilidad de control centralizado (Wu et al., 2022).
- Nodos mineros o *miner nodes*: están diseñados específicamente para llevar a cabo el proceso de minería asumiendo el rol de creación de nuevos bloques y verificación de los bloques añadidos a la cadena recompensándoles con una cantidad predefinida de criptomonedas o cualquier tarifa de transacción asociada con el bloque (Kaci y Rachedi, 2020).
- Nodos maestros o *master nodes*: son nodos completos responsables de mantener el libro de registros de Blockchain y validar las transacciones. Pueden gestionar eventos de votación, proporcionar ejecución de protocolos y hacer cumplir las reglas de la cadena de bloques (Caminero et al., 2021).
- Nodo ligero o *light weight node*: este tipo de nodo sólo puede descargar y almacenar encabezados de bloques. En pocas palabras, proporcionan sólo la información necesaria para respaldar las actividades diarias o transacciones más rápidas y no participan en la validación del bloque. Los nodos ligeros utilizan un método llamado verificación de pagos simplificada o *simplified payment verification* (SPV) para verificar las transacciones. Estos tipos de nodos dependen de nodos completos para proporcionarles la información necesaria (Garba et al., 2023).
- Nodos de rayos o *lightning nodes*: son un tipo de nodos especiales que permiten a los usuarios establecer una conexión fuera de Blockchain para facilitar transacciones más rápidas y económicas (Zabka et al., 2022).

Por consiguiente, y como una primera conclusión una vez mencionado los aspectos fundamentales propios de los sistemas software, podemos definir la tecnología Blockchain como una base de datos distribuida o *distributed ledger technology* (DLT) donde cada nodo o usuario en la red ejecuta y registra transacciones, agrupándolas en forma de bloques de manera segura, transparente y descentralizada. Donde se sustituye a la entidad central en la legitimación de las transacciones persona a persona o *peer-to-peer* (P2P) de forma segura, verificable e inmutable, y prescindiendo de intermediarios que validen la identidad de las partes, la titularidad de los activos o la validez de una transacción (Wang et al., 2021).

Debido a lo anterior, durante los últimos años y actualmente, en el mundo de la tecnología, hay fundadas expectativas en emplear y explorar la aplicabilidad de la tecnología Blockchain en diferentes áreas de la actividad económica como en el sector logístico, sanitario, turístico y

hotelero entre otros, sin obviar que inequívocamente presenta desafíos por tratarse de una tecnología emergente (Rodríguez et al., 2025).

Veámoslo con algunos ejemplos y posibles aplicaciones de la tecnología Blockchain en el área del marketing digital para que el lector comprenda el potencial e importancia que presenta la tecnología Blockchain en la posible solución de problemas reales:

- Comercio electrónico: al adquirir productos online se dan riesgos de fraude como *phishing*, robo de identidades, fraude con tarjeta de crédito o fraude de usurpación de cuentas entre otros. Se calcula según el último informe de Juniper Networks, multinacional especializada en sistemas de redes y seguridad (Juniper Research, 2023) que las empresas podrían perder más de 343.000 millones de dólares entre 2023 y 2027 a nivel global debido a los delitos mencionados anteriormente. Si la tecnología Blockchain aporta seguridad e integridad, donde cada transacción se agrupa en forma de bloque al igual que facilita la detección de actividades fraudulentas al alertar automáticamente sobre comportamientos inusuales en la cadena de bloques, la aplicabilidad de la misma en el comercio electrónico presenta potencialidades y mecanismos de protección ante los riesgos de fraude (Cai y Zhu, 2016).
- Publicidad online: al disponer de los datos de usuarios se pueden desarrollar acciones publicitarias por parte de las empresas y el tratamiento de la información personal es el pilar fundamental ya que aplica el derecho a la protección de datos (Rallo y Martínez, 2011). Sin embargo y desde la perspectiva de los proveedores de servicios se producen hechos como la explotación de los datos personales (Gómez-Barroso y Feijóo-González, 2013) no siendo bien recibido, en función de cada persona, originando situaciones de litigio por atentar contra la libertad del ciudadano (Martínez, 2007). La implementación de la tecnología Blockchain en dicha área, donde cada usuario es propietario de sus datos personales en la cadena de bloques, implica que si una empresa o marca quisiera enviar un mensaje al usuario tendría que pedir su autorización y éste a su vez, podría poner precio a la transacción y la marca tendría que pagar.

2.2. ¿QUÉ ES LA TECNOLOGÍA BLOCKCHAIN?

Gracias a Internet, la tecnología Blockchain ha supuesto una revolución en numerosos sectores productivos (Ozdemir et al., 2020) y al mismo tiempo una consecuencia natural del desarrollo de Internet (Politou et al., 2021). La tecnología Blockchain o cadena de bloques fue conceptualizada por vez primera por un individuo o grupo de individuos en 2008 con el anónimo Satoshi Nakamoto en el libro blanco Bitcoin: A *peer-to-peer* (P2P) Electronic Cash System (Nakamoto, 2008) como tecnología subyacente utilizada por Bitcoin para operar. Con el fin de facilitar las transacciones de la moneda Bitcoin propuesta, Nakamoto propone una red *peer-to-peer* (P2P) permitiendo que los usuarios puedan intercambiar moneda registrando todas las transacciones en un libro de contabilidad público, descentralizado, seguro y validado colectivamente por toda la red, independientemente de una autoridad. Dicho de otro modo, tecnología Blockchain “es una base distribuida donde cada usuario o nodo en la red ejecuta y registra transacciones agrupándolas en forma de bloques, siendo una forma segura, transparente y descentralizada de registrar transacciones” (Parrondo, 2018, p.12).

La red P2P es una arquitectura de red distribuida que consta de nodos (computadores individuales) cuyos participantes ponen sus recursos computacionales (potencia de procesamiento, capacidad de almacenamiento y red de comunicación) directamente a disposición para compartirlos con otros participantes. Cada nodo participante (*peer*) en dicha red actúa en un instante de tiempo T como cliente o como servidor. En un momento dado, el par A (que actúa como cliente) puede solicitar directamente servicios y/o contenidos de otro par B (que actúa como servidor) de la red sin ninguna entidad intermediaria. Posteriormente, el par A puede actuar como servidor para una solicitud de contenido o servicio del par B actuando como cliente. Por tanto, los computadores de todos los usuarios actúan como proveedores y como consumidores de recursos (Schollmeier, 2001). Los nodos pueden ser personas físicas o corporaciones con poder de cómputo limitado y que no necesitan de verificación previa para unirse a la red (Conti et al., 2018) para efectuar métodos de consenso en un sistema de Blockchain y que reciben recompensas para garantizar el buen funcionamiento del sistema. El proceso de generar un nuevo bloque y la validación de la transacción en la cadena se denomina minería (Hobeck et al., 2021). Los nodos o mineros pueden presentar comportamientos maliciosos (Pastrana y Suárez-Tangil, 2019) y para lo cual y con las garantías de ofrecer un servicio continuo, los mineros ejecutan un protocolo o método de consenso para evitar los citados comportamientos (Cachin et al., 2016).

Anteriormente se indicaba que la base para que una red Blockchain funcione garantizando la integridad y seguridad del sistema son los protocolos de consenso entre los nodos. La tecnología Blockchain es un sistema descentralizado y el mecanismo de consenso se define como el acuerdo entre un grupo de nodos sobre la verdad de sus datos permitiendo que matemáticamente miles de nodos repartidos por todo el mundo se pongan de acuerdo sobre la creación de un nuevo bloque a una cadena de bloques existente, incluyendo mecanismos de incentivos para promover el funcionamiento efectivo del sistema y la confianza en el mismo. El mecanismo de consenso es el núcleo de cualquier sistema habilitado por una cadena de bloques; un sistema es fuerte y confiable en función del protocolo de consenso que lo gobierna (Nguyen y Kim, 2018). Hay dos tipos de protocolos de consenso (Verma, 2022): basado en pruebas (*proof-based*) y basado en votación (*voting-based*) que se abordan a continuación.

2.2.1. Protocolos de consenso basados en pruebas (*proof-based*)

Los protocolos de consenso son un conjunto de normas y procedimientos establecidos en una red Blockchain. Las partes involucradas acuerdan toda la información así como su registro en la Blockchain, ejecutando y validando todas las transacciones. Cada transacción se traduce en un bloque inmutable que se añade a la cadena de bloques garantizando que todos los nodos o participantes estén sujetos a las mismas condiciones (Díaz et al., 2022). Seguidamente se destacan los principales protocolos de consenso basados en pruebas.

Prueba de trabajo – *Proof of work* (PoW)

El algoritmo de consenso PoW o de prueba de trabajo es el núcleo de numerosas criptomonedas, incluidas Bitcoin y Ethereum. También se le conoce como protocolo de consenso de Nakamoto, y aborda el problema de la mala sincronización en la red. El algoritmo de consenso decide cómo se llega a un acuerdo entre los nodos de Blockchain para agregar un nuevo bloque a la cadena y de los procesos de verificación. Para agregar un bloque y ganar una recompensa en el algoritmo PoW, el nodo que inicia el proceso utiliza un algoritmo criptográfico para generar un valor que debe ser inferior a un umbral previamente definido por la red para considerarse válido o “ganador”. En el caso de que más de un nodo produzca valor,

esta situación se resuelve analizando el valor máximo de PoW, que representa la mayor cantidad de trabajo realizado por el nodo. Este nodo permite agregar un bloque y ganar una recompensa. Este método es más adecuado para redes Blockchain escalables. Sin embargo, presenta una serie de inconvenientes, incluido el costo del equipo para que el nodo realice la minería, la baja tasa de transacción y grandes cantidades de energía (Nakamoto, 2008).

Prueba de participación – *Proof of stake* (PoS)

El algoritmo de consenso por prueba de participación o *proof of stake* (PoS) son protocolos de consenso que aportan mayor seguridad y escalabilidad a las redes que lo implementen. A los nodos que trabajan en PoS se denominan validadores. La decisión de validación de un determinado bloque por parte de un validador se ejecuta de forma aleatoria en función del nivel de participación del nodo (Kiayias, 2017). Cuanto mayor cantidad de moneda reservada por parte del nodo para su empleo en la compra de posibilidades de creación de bloques y tiempo de participación en la red, mayor será su probabilidad de validación o crear nuevos bloques.

Prueba de participación delegada – *Delegated proof of stake* (DPoS)

El algoritmo prueba de participación delegada presenta un enfoque similar al mecanismo *proof of stake* (PoS). Este sistema, a diferencia de PoS, es que se democratiza directamente, lo que implica que todas las partes interesadas tengan voz y voto para nombrar algunos nodos como delegados y testigos. En un sistema de prueba de participación delegada, las partes interesadas llegan a un consenso dependiendo de la cantidad de participación que tienen en un sistema de criptomonedas. De acuerdo para los expertos, algunos de los beneficios de la prueba de participación delegada incluyen escalabilidad y velocidad, así como la racionalización de transacciones digitales. Preocupaciones por la seguridad y la igualdad surgen, ya que la prueba de participación delegada tiende a concentrar la toma de decisiones en manos de aquellos que tengan mayor cuota de mercado en criptomonedas (Saad y Radzi, 2020).

Prueba de tiempo transcurrido – *Proof of elapsed time* (PoET)

Los protocolos PoET fueron desarrollados por el fabricante de semiconductores Intel Corporation en 2016 cuyo algoritmo establece una técnica de consenso eficiente para redes de Blockchain autorizadas a determinar quién crea el siguiente bloque. Se basa en la implantación de un anillo de confianza donde un grupo de participantes son coordinados por un controlador, quien asume la responsabilidad de verificar el cometido de las personas que forman el mencionado anillo. Para ello, el controlador comparte un cronómetro y una serie de pruebas criptográficas que habilitan a los participantes de forma aleatoria a producir bloques dentro de la red Blockchain, donde la exactitud del tiempo se realiza mediante el sistema TEE (*Trusted Execution Environment*) o entornos de seguridad aislados a prueba de manipulaciones para proteger la confidencialidad e integridad de los datos y aplicaciones en dispositivos informáticos. Una vez que un participante es elegido, este genera el bloque, desarrolla la prueba criptográfica y la envía al controlador. Cuando el controlador recibe la prueba, la verifica y, de ser correcta, acepta el bloque. En caso de ser rechazado, se inicia nuevamente el proceso de selección para que la prueba sea realizada por otro participante. El proceso sigue este ciclo de repeticiones permitiendo que el funcionamiento de la red se mantenga de forma indefinida (Wang et al., 2022).

Prueba de capacidad – *Proof of capacity* (PoC)

El algoritmo PoC o prueba de capacidad es un mecanismo de consenso que permite a los dispositivos de minería en red validar transacciones utilizando el espacio disponible en el disco duro en lugar de emplear los algoritmos prueba de trabajo – *proof of work* (PoW) o prueba de participación – *proof of stake* (PoS) optimizando el consumo de energía y de monedas

(Dziembowski, 2015). Cuanto mayor sea el disco duro o más espacio disponible libre, más soluciones posibles pueden ser almacenadas para encontrar una solución a un problema criptográfico complejo, aumentando las posibilidades de procesar un bloque y generar una recompensa.

Prueba de importancia – *Proof of importance* (PoI)

El algoritmo de consenso prueba de importancia (PoI) se fundamenta en cuanto mayor sea la participación, mejor reputación se tenga (se mide por la cantidad de dinero invertido), número de transacciones realizadas y cantidad transferida en dichas transacciones, más probabilidades habrá de que el nodo obtenga el derecho de procesar un determinado bloque (Xiao, 2021). Como consecuencia, el resto de nodos tendrán que competir nuevamente por procesar un bloque, aumentando considerablemente la probabilidad de estancamiento del sistema.

Prueba de quemado – *Proof of burn* (PoB)

El algoritmo de consenso prueba de quemado es un mecanismo de consenso específico de las criptomonedas cuyo principio de permitir a los nodos mineros eliminar o “quemar” sus monedas virtuales, les otorga el derecho a procesar bloques en proporción a las monedas quemadas (Menon et al., 2022). El proceso de “quemar” monedas consiste en enviarlas a una dirección verificable públicamente e inaccesible, denominada “devoradora” para su irreversible retirada de la circulación.

Realizando una comparación de los protocolos basados en pruebas, en Tabla 6 se distinguen las principales características de cada algoritmo en función del grado de descentralización, seguridad, escalabilidad y eficiencia energética.

Tabla 6. Características de los protocolos basados en pruebas

FACTORES	PoW	PoS	DPOS	PoET	PoC	PoI	PoB
Descentralización	Contribuye a la descentralización de la red, dado que todos los nodos tienen el mismo registro, igualando oportunidades.	Contribuye a la descentralización por fomentar una participación mas amplia.	Riesgo de que la red se centralice por concentración de usuarios que actien como testigo.	Nivel alto de descentralización, cada nodo tiene la misma probabilidad de ser seleccionado para proponer un bloque.	Contribuye a la descentralización ya que puede utilizar discos duros de uso general o estándar.	Contribuye a la descentralización ya que combina la participación con la actividad.	Contribuye a la descentralización por vincular los derechos de minería al acto de quemar monedas en lugar de acumulación de riqueza.
Seguridad	Es seguro debido a la cantidad de recursos y energía necesarios para atacar la red.	Es seguro porque penaliza el mal comportamiento actuando como un disuasorio.	Cuanto más reducido sea el círculo de validadores, mayor será el riesgo de que la red sea atacada.	Se basa en la seguridad del hardware confiable para garantizar tiempos de espera precisos y evitar la manipulación.	Presenta riesgo de que software malicioso o <i>malware</i> afecte las actividades mineras.	Es seguro porque los nodos al participar activamente en la red evitan comportamientos maliciosos que pasen desapercibidos.	Es seguro porque un usuario tendría que quemar una cantidad significativa de sus propias monedas para manipular la red.
Escalabilidad	Débil y con rendimiento relativo afectando a la velocidad y eficiencia del protocolo	Alta por las mejoras en el protocolo.	Alta escalabilidad por gran capacidad de la red principal.	Alta porque puede manejar una gran cantidad de nodos y transacciones de manera eficiente.	Débil porque no muchos desarrolladores han adoptado el sistema.	Alta porque puede soportar operaciones de blockchain escalables al centrarse en nodos importantes.	Baja porque no se aplica en redes masivas.
Eficiencia energética	Consume grandes cantidades de potencia informática en la generación de un bloque con un alto consumo energético y mayor impacto medioambiental.	Es eficiente y sostenible ya que todos los nodos no compiten entre sí para agregar un nuevo bloque a la cadena de bloques ahorrando energía.	Eficiente, sostenible y menor impacto medioambiental.	Requiere de un menor consumo de energía y permite que un nodo se duerma y cambie a otras tareas durante el tiempo especificado.	Es 30 veces más eficiente energéticamente que el mecanismo PoW.	Al no depender de un trabajo computacional extenso es más eficiente en términos de consumo de energía.	Al no implicar tareas computacionales intensivas requiere de menos energía presentando menor impacto medioambiental.

Fuente: Elaboración propia (2025)

Los protocolos *proof-based* se apoyan en demostrar algo para ganar el derecho al consenso, mientras que los protocolos de consenso basados en votaciones, dependen de la comunicación y acuerdo entre los nodos participantes y que se describen a continuación.

2.2.2. Protocolos de consenso basados en votaciones (*voting-based*)

Los protocolos basados en votación dan a cada nodo participante la oportunidad de participar activamente en la decisión de agregar un bloque a la cadena. Además, las transacciones son verificadas y acordadas por la mayoría de los nodos participantes presentes en la red garantizando que cada transacción sea verdadera y correcta. Hecho que brinda más fortaleza contra los puntos de fallas (fallos de validación, verificación de datos o de protocolo y consenso) debido a que ningún nodo o usuario puede modificar el registro de transacciones (Zheng y Feng, 2021). Seguidamente se describen los principales protocolos de consenso basados en votaciones.

Tolerancia práctica a fallos bizantinas – *Practical Byzantine Fault Tolerant (PBFT)*

Es un algoritmo de consenso de tolerancia práctica a fallas bizantinas o nodos maliciosos (Castro y Liskov, 2002) cuyo objetivo es dotar capacidad de tolerancia a una red Blockchain para soportar fallos de validación y de verificación de datos en el protocolo de respuesta ante situaciones de red o fracasos del consenso, en definitiva, detectar y rechazar información falsa. La tolerancia depende de la capacidad de la red, del conjunto de los nodos y del consenso en crear mecanismos de consentimiento con el propósito de dar una respuesta coherente a la falla del sistema. Todos los nodos participantes realizan un proceso de votación para agregar el siguiente bloque en la cadena de bloques existente. Cuando la mayoría de los nodos acuerdan agregar un bloque a la cadena, el bloque seleccionado se agrega a la cadena y en consensos PBFT, la mayoría se considera dos tercios del número total de nodos participantes. Es decir, los protocolos basados en PBFT se tolera que un tercio de nodos maliciosos funcionen correctamente (Castro y Liskov, 2002). En PBFT el proceso se divide en varias fases; preparación previa, preparación y compromiso antes de tomar una decisión final por consenso (Zheng y Feng, 2021).

Tolerancia práctica a fallas bizantinas delegada - *Delegated Practical Byzantine Fault Tolerance (DPBFT)*

La tolerancia práctica delegada a fallos bizantinos es similar a PBFT. Sin embargo, a diferencia de PBFT, aquí no se requiere de la participación de cada nodo para agregar el bloque, lo que mejora su escalabilidad (Zhan, 2021). Es decir, unos pocos nodos se seleccionan como delegados de otros nodos siendo los responsables de lograr un consenso.

Tendermint

Tendermint es miembro de la familia de protocolos de consenso *Byzantine Fault Tolerance (BFT)*, que permite alojar estados de aplicación arbitrarios. Es un método de consenso permitido. En *Tendermint* (Buchman, 2016) los nodos tienen distintos poderes de voto según sus intereses, a diferencia de PBFT, donde cada nodo tiene el mismo poder de voto. Como resultado, se puede considerar como un enfoque de consenso híbrido que combina PBFT y PoS.

RAFT

RAFT es un algoritmo de consenso diseñado para sistemas distribuidos que necesitan mantener un estado coherente entre varios nodos. Estos protocolos son similares a los algoritmos BFT, sin embargo su capacidad de tolerancia es del 50% de los nodos dañados. RAFT es un modelo

líder-seguidor, donde un nodo es elegido líder y los demás seguidores. La elección del líder y la replicación de registros son las dos etapas del algoritmo RAFT. El nodo líder es el encargado de establecer las pautas y directrices. La versión que utiliza RAFT como técnica de consenso es la cadena de bloques Corda (Brown, 2018) que es un marco de trabajo que gestiona contratos inteligentes, y que pueden llegar a representar dinero físico u otros activos.

Protocolo de consenso Stellar – *Stellar Consensus Protocol (SCP)*

El protocolo Stellar posee funcionalidades y características aplicables a las redes públicas o sin permiso y a las redes privadas o con permiso. El protocolo Stellar carece de un nodo “guardián” o central que monitorice o garantice la legitimidad de las transacciones. Los nodos operan sobre la base de sectores de quorum compartidos, es decir, que cuando varios nodos tienen el mismo valor de estado, la mayoría de los nodos tienen el mismo valor. Lo mismo que ocurre en un sistema de acuerdos bizantino donde un nodo correcto o con buen comportamiento, acepta una declaración “x” sólo cuando el resto de los nodos nunca aceptarían declaraciones que contradigan a “x” (Mazieres, 2015).

A continuación en Tabla 7, se procede a establecer una comparación de los protocolos basados en votaciones, distinguiendo las principales características de cada algoritmo en función del grado de centralización (descentralización), seguridad, escalabilidad y eficiencia energética.

Tabla 7. Características de los protocolos basados en votaciones

FACTORES	PBFT	DPBFT	TENDERMINT	RAFT	SCP
Descentralización	Parcialmente descentralizada, existen algunos nodos de control para verificar y validar transacciones.	Contribuye a la descentralización porque mitiga las interrupciones debidas a comportamientos maliciosos o fallas del sistema.	Contribuye a la descentralización ya que permite que cualquier nodo proponga un bloque sin depender de un único nodo líder.	Riesgo de que la red se centralice ya que depende de la disponibilidad y el rendimiento del nodo líder.	Contribuye a la descentralización porque se basa en una red de nodos independientes que cooperan para validar y procesar transacciones.
Seguridad	Son muy susceptibles a ataques Sybil (falsos nodos que actúan con múltiples identidades).	Al proporcionar un sistema de controles, los delegados son eliminados si son poco confiables, garantizando la seguridad e integridad del sistema.	En comparación con las cadenas de bloques de prueba de trabajo presenta una mayor tasa de vulnerabilidad a los ataques de software malicioso o <i>malware</i> .	Son más vulnerables a los ataques de <i>malware</i> porque pueden ser interrumpidos por un nodo líder defectuoso o comprometido.	Garantiza la integridad de las transacciones y la seguridad de la red a través de una red de nodos confiables.
Escalabilidad	Debido a su sobrecarga de comunicación presenta una escalabilidad limitada.	Al ser utilizado por un grupo de nodos más reducido proporciona una solución altamente escalable y eficiente para la validación de transacciones.	Alta escalabilidad horizontal con capacidad de agregar nodos adicionales a su infraestructura para hacer frente a nuevas demandas.	Presenta una menor escalabilidad porque solo puede admitir unas pocas docenas de nodos con menor rendimiento.	Alta escalabilidad porque puede procesar gran cantidad de transacciones por segundo.
Eficiencia energética	Requiere de un mayor consumo de energía por presentar una alta sobrecarga de comunicación aumentando la cantidad de nodos en la red.	Agiliza el proceso de consenso, mejorando la velocidad de procesamiento con una reducción considerable en el consumo de energía.	Presenta una optimización de los recursos informáticos por lo que no requiere energía como en protocolo PoW.	Al ser un protocolo estrictamente de líder único presenta demasiado tráfico de información requiriendo un mayor consumo de energía.	Al manejar grandes volúmenes de transacciones requiere de mayor consumo energético.

Fuente: Elaboración propia (2025)

2.3. EVOLUCIÓN DE LA TECNOLOGÍA BLOCKCHAIN

La tecnología Blockchain ha evolucionado durante los últimos años, definida en sus orígenes como versión “Blockchain 1.0”, en la actualidad se encuentra en versión “Blockchain 5.0” definiendo cada versión y su aplicación como sigue (Mukherjee y Pradhan, 2021).

- **Blockchain 1.0. Impulsor clave de las criptomonedas**, la tecnología Blockchain funciona como un libro de contabilidad distribuido (*distributed ledger*) que registra de forma segura y eficiente las transacciones entre dos partes. Estas transacciones se agrupan en bloques, los cuales contienen tanto los datos de las operaciones como la cantidad total de transacciones incluidas. La capacidad de un bloque para almacenar información depende tanto del tamaño del bloque como del tamaño de cada transacción individual. Para que las transacciones sean válidas, deben ser aprobadas mediante un mecanismo de consenso. En la primera generación de Blockchain (Blockchain 1.0), se utilizó un algoritmo llamado ***Proof of Work (PoW)***, diseñado específicamente para evitar el problema del doble gasto en sistemas de pago digitales.
- **Blockchain 2.0.** Son contratos inteligentes o *smart contracts* (SC) y que funcionan como acuerdos automatizados inmutables e irreversibles entre dos partes. Son protocolos de transacción computarizado que traducen y ejecutan los términos de un contrato en código para su posterior implementación en forma de *software* o *hardware* para que cumplan automáticamente dos o más partes sin un intermediario confiable. Diferentes plataformas (Ethereum, Stellar, Rootstock o Hyper Ledger Fabric) implementan diferentes algoritmos de consenso.
- **Blockchain 3.0.** Son aplicaciones descentralizadas (DApps) utilizadas en la creación de plataformas DeFi (finanzas descentralizadas), criptompréstamos, cadenas de suministros y mercados de *Non Fungible Tokens* – NFT (activos digitales encriptados) entre otros. Proporciona un mayor número de características a estas aplicaciones distribuidas, incluido un mejor rendimiento en términos de baja latencia y alto rendimiento, una gestión de identidades más sencilla, un mantenimiento flexible para actualizaciones del sistema y una fácil recuperación de errores.
- **Blockchain 4.0.** Se refiere a la Web 3.0, metaverso impulsado por internet de las cosas o *internet of things* (IoT) e inteligencia artificial (IA). Blockchain 4.0 contribuye a cumplir requisitos de desarrollo del metaverso desde el punto de vista de la gestión de datos descentralizada, seguridad, prueba digital de titularidad, colección digital de activos como los NFT, gobernanza, transferencia de valor mediante criptomonedas e interoperabilidad permitiendo a entes públicos y privados a migrar sus operaciones actuales a aplicaciones más seguras y autorreguladas basadas en libros de contabilidad descentralizados y cifrados sin necesidad de emplear otros mecanismos de confianza (Granduri González, 2022). Blockchain 4.0 representa la velocidad, la experiencia del usuario y la democratización respecto a su usabilidad y que tiene un alto impacto en;
 - Web 3.0: se fundamenta en la descentralización, por lo que Blockchain 4.0 proporciona protocolos descentralizados y autónomos, interoperabilidad cohesiva y automatización mediante contratos inteligentes revirtiendo en un mayor control por parte del usuario, así como también evita las fallas del control centralizado sin que existan fisuras en la integración y almacenamiento.
 - Metaverso, IoT e IA: se caracterizan por su participación en la creación de mundos virtuales con una alta interacción y participación social. Eso

conlleva a que la información sensible y personal no debe estar en entidades centralizadas ya que no es un modelo sostenible para el futuro del metaverso. De ahí que el desarrollo de plataformas descentralizadas que proporcionan autonomía al usuario es un requisito indispensable. Prueba de ello, es que han aparecido metaversos descentralizados basados en tecnología Blockchain como Decentraland o AxieInfinity.

- **Blockchain 5.0.** El concepto emergente de Blockchain 5.0 surge en respuesta a los desafíos de automatización, resiliencia e interoperabilidad que cobraron especial relevancia a raíz de la pandemia de COVID-19, la cual aceleró la necesidad de sistemas descentralizados más robustos y adaptativos (Tapscott y Tapscott, 2023). Esta nueva etapa de evolución tecnológica integra Blockchain con inteligencia artificial (IA), aprendizaje automático e Internet de las Cosas (IoT), impulsando el desarrollo de organizaciones autónomas descentralizadas (DAOs) avanzadas, redes interoperables y soluciones energéticamente sostenibles. Su aplicación en sectores como el hotelero abre nuevas oportunidades en la tokenización de activos, los sistemas de pago descentralizados y la gestión de identidades digitales (Lee et al., 2022). Los elementos fundamentales que definen esta nueva etapa son los siguientes:
 - Organizaciones Autónomas Descentralizadas (DAOs) inteligentes. Las DAOs evolucionan hacia estructuras capaces de gestionar procesos empresariales complejos mediante mecanismos de gobernanza algorítmica e integración con IA, lo que permite un grado elevado de autonomía operativa (Xu et al., 2023).
 - Contratos inteligentes cognitivos. Los contratos inteligentes se enriquecen con capacidades de aprendizaje y adaptación, facilitando la automatización de procesos dinámicos y la toma de decisiones basadas en datos contextuales (Lee et al., 2022).
 - Interoperabilidad entre redes. La interoperabilidad se convierte en un objetivo clave, promoviendo el desarrollo de protocolos estandarizados que faciliten la interacción entre diferentes plataformas Blockchain y sistemas externos (Antonopoulos y Wood, 2022).
 - Sostenibilidad y eficiencia energética. Blockchain 5.0 enfatiza el uso de mecanismos de consenso energéticamente sostenibles, como PoS y variantes innovadoras, en respuesta a las crecientes preocupaciones medioambientales (Schinckus, 2022).
 - Usabilidad mejorada. La experiencia del usuario es prioritaria en esta etapa, buscando democratizar el acceso a las aplicaciones descentralizadas mediante interfaces más intuitivas y procesos simplificados (Gartner, 2021).
 - Tokenización avanzada de activos. Se amplían las posibilidades de tokenización, permitiendo representar y gestionar activos físicos y digitales de manera más flexible, segura y automatizada (World Economic Forum, 2020).

Tabla 8. Principales etapas y niveles de la tecnología Blockchain

PERIODO	Versiónes	Descripción
2008 - 2013	Blockchain 1.0	Esta versión de Blockchain se utiliza básicamente para criptomonedas y se introdujo con la invención de bitcoin. Todas las monedas alternativas también se incluyen en la versión 1.0.
2013 - 2015	Blockchain 2.0	La versión de Blockchain 2.0 se utiliza en la industria financiera donde por primera vez se introdujeron los contratos inteligentes. Los contratos inteligentes se pueden definir como la forma de verificar si el proveedor se compromete a la entrega de productos y/o la prestación de servicios durante un determinado proceso de transacción entre dos partes.
2015 - 2018	Blockchain 3.0	La versión de Blockchain 3.0 ofrece más seguridad en comparación con las versiones de Blockchain 1.0 y 2.0 . Es altamente escalable y adaptable, proporcionando mayor rendimiento y sostenibilidad. Se aplica en diversos sectores como en el sector del arte, de la salud y en numerosas instituciones gubernamentales.
2018 - 2023	Blockchain 4.0	La versión de Blockchain 4.0. representa la velocidad, la experiencia del usuario y la democratización en cuanto a su usabilidad, aplicándose en el desarrollo de la Web 3.0, metaverso, Internet of Things (IoT) e inteligencia artificial (IA).
Desde 2023 a la actualidad	Blockchain 5.0	La versión Blockchain 5.0 es la nueva generación de blockchain que mejora la escalabilidad, sostenibilidad e interoperabilidad, integrando inteligencia artificial (IA) y enfocándose en su uso práctico para facilitar su adopción masiva.

Fuente: Elaboración propia (2025)

2.4. CARACTERÍSTICAS DE LA TECNOLOGÍA BLOCKCHAIN

Esta sección sintetiza las características clave de la tecnología Blockchain que hacen que la misma, sea una tecnología innovadora y única. Aplicable no únicamente a criptomonedas, actualmente se emplea en otros campos muy diversos como la salud, industria alimentaria, turismo o cadena de suministro. Su eficacia y seguridad demostradas hacen de ella un componente fundamental en términos de transparencia y eficiencia (Shindle et al, 2024).

Se han identificado once características clave de la tecnología Blockchain y que se pueden resumir en: descentralización, transparencia, autonomía, seguridad, inmutabilidad, trazabilidad, anonimato, democratización, integridad, programabilidad, tolerancia a fallos y automático (contratos inteligentes). A continuación se explica la naturaleza de cada una de ellas.

Descentralización

La tecnología Blockchain es una base de datos distribuida y compartida entre distintos nodos de forma *peer-to-peer* (P2P), formando una red Blockchain que utiliza una estructura de sistema distribuido para registrar, almacenar, actualizar, transmitir, verificar y mantener una red descentralizada (Lin, 2017). La descentralización elimina la necesidad de autoridades centrales poderosas, transfiriendo el control al usuario individual, aumentando el nivel de confianza que los miembros depositan entre sí y el nivel de seguridad para que la red siga funcionando de forma eficiente y sin que sea corrompida (Xinyin, 2018). El registro de la información y las transacciones se validan utilizando un conjunto de reglas y algoritmos (protocolos de consenso) entre los nodos para garantizar que la información sea consistente e incorruptible (Lashkari, 2021). Cuando los nodos acuerdan lo que se debe registrar en una red Blockchain es cuando se produce consenso con la seguridad de que la información es genuina debido al complejo mecanismo para su registro. Al existir múltiples copias de información distribuida en la cadena de bloques, se reduce el riesgo de que la información se extravíe o elimine, mejore la privacidad del usuario y se reduzcan los costes de intermediación por no haber una dependencia de una ubicación u organismo centralizado que registre y valide transacciones (Xinyin, 2018).

Transparencia

En una red Blockchain el proceso de validación se realiza entre varios nodos pares sin una autoridad centralizada por lo que las transacciones son completamente transparentes, rastreables, accesibles y de carácter público, proporcionando un alto nivel de integridad de la información, garantizando que la información no sea alterada, manipulada o eliminada de forma engañosa (Xinyin, 2018).

Autonomía

El sistema Blockchain al funcionar de manera *peer-to-peer* (P2P) sin necesidad de un tercero que garantice que ambas partes cumplan con sus compromisos proporciona la base para la confianza. Y se debe fundamentalmente al empleo de mecanismos como la criptografía asimétrica que protege el contenido del mensaje, verifica la identidad del remitente y asegura las transacciones confiables en el sistema. La criptografía asimétrica es una de las técnicas más potentes de criptografía desarrollada por fórmulas matemáticas complejas cuya finalidad es la creación de un par de claves: la clave privada y la clave pública, estableciéndose un canal de comunicación seguro entre los nodos o usuarios. Cada nodo crea su propio par de claves (privada y pública), y cualquier nodo que tenga la clave pública puede enviar datos cifrados al nodo propietario de la clave privada y verificar su identidad. Con la clave privada se puede

descifrar los datos cifrados generando firmas digitales o autenticación de la identidad del usuario (Martínez Pérez et al., 2023)

Seguridad

Los sistemas Blockchain son intrínsecamente seguros ya que utilizan criptografía asimétrica que consiste en un conjunto de claves públicas visibles para cualquiera y un conjunto de claves privadas visibles solo para el propietario. Estas claves se utilizan para garantizar la propiedad de la transacción, así como la inalterabilidad de la transacción (Xinyi, 2018). La naturaleza distribuida del sistema Blockchain que requiere un mecanismo de consenso P2P elimina el punto único de falla de los datos versus el que se almacena centralmente y es mucho más vulnerable al verse comprometido (Castro y Liskov, 2002).

Inmutabilidad

La criptografía es la base de la inmutabilidad de la cadena de bloques caracterizándose por ser inalterable, persistente e infalsificable sin dar cabida a su alteración ni manipulación. Cada bloque se cifra con un algoritmo hash que convierte los datos en un formato ilegible y sin clave de descifrado (Politou et al. 2021). El código hash es una sucesión alfanumérica (letras y números) de longitud fija, que identifica o representa a un conjunto de datos determinados, es un algoritmo matemático que transforma el conjunto de datos de entrada en una expresión alfanumérica que tiene una longitud predeterminada (ejemplo: 9c8245e6e0b74cfccg97e8714u3234228fb4xcd2). Los bloques de datos en una estructura Blockchain tienen una marca de tiempo y cada bloque se cifra con un algoritmo hash, lo que hace que la entrada de datos sea permanente y a prueba de manipulaciones a menos que exista el consenso de la mayoría de los nodos de todo el sistema (Ali et al., 2023).

Trazabilidad

El sistema de trazabilidad de los datos presenta tres pilares claves; origen, destino y secuencia de varias actualizaciones por la que pasan los datos entre nodos. La tecnología Blockchain permite asignar una marca de tiempo a toda información agregada o actualizada para cada bloque de datos. El sistema de trazabilidad aporta beneficios como una mejor gobernanza de datos, cumplimiento de regulaciones y mejora de la calidad del dato (Azevedo et al., 2023).

Anonimato

El anonimato se logra autenticando transacciones sin revelar ninguna información personal de las partes involucradas en la transacción. Los datos se intercambian entre nodos utilizando un algoritmo definido que establece confianza, por lo que no es necesario revelar ni verificar la información de los nodos y la transferencia de información se puede realizar de forma anónima (Camenisch y Lysyanskaya, 2001).

Democratización

Desde un enfoque P2P, en un sistema Blockchain las decisiones son tomadas democráticamente por todos los nodos ya que al estar descentralizados utilizan algoritmos de consenso, permitiendo que determinados nodos agreguen nuevos bloques a una red de Blockchain existente (Yang et al., 2019).

Integridad

Como resultado de la inmutabilidad y la descentralización del sistema Blockchain, la integridad de los datos es una garantía ya que una vez que los nodos acuerdan agregar un bloque de datos a una red Blockchain, el registro de transacciones de ese bloque no se puede editar ni modificar, conservando múltiples copias en varios nodos de la red (Yang et al., 2019).

Programabilidad

La programabilidad es un mecanismo cuya función es automatizar procesos y transacciones sin la intervención de intermediarios mejorando la transparencia, la seguridad y la eficiencia, permitiendo la creación de contratos inteligentes o *smart contracts* así como aplicaciones descentralizadas (DApps) en una plataforma Blockchain (Li et al., 2020). La activación automática y en función de ciertas condiciones permite que se pueda ejecutar un código predefinido facilitando la automatización de procesos, eliminando la necesidad de intermediarios, reduciendo costes y aumentando la velocidad de las transacciones.

Tolerancia a fallos

Las cadenas de bloques están diseñadas para ser tolerantes a fallas bizantinas, lo que significa que la red llega a un consenso incluso si algunos nodos están inactivos o no actúan correctamente. Un protocolo de consenso se considera tolerante a fallos si puede recuperarse del fallo de un nodo que participa en el consenso (Baliga, 2017).

Automático – Contratos Inteligentes o *Smart Contracts*

Un contrato inteligente en Blockchain es un programa informático que auto-ejecuta acuerdos establecidos entre dos o más partes. Cuando se cumplan ciertas condiciones pactadas en un determinado contrato es cuando se aplica automáticamente las cláusulas contractuales aprobadas a través de un protocolo sin intervención manual (Zheng y Feng, 2021). El ciclo de vida completo de los contratos inteligentes consta de cuatro fases consecutivas:

- 1) Creación de contratos inteligentes. Las partes involucradas negocian sobre las obligaciones y derechos a pactar para que posteriormente sea digitalizado y traducido en un lenguaje informático por los desarrolladores de software.
- 2) Despliegue de contratos inteligentes. Los contratos inteligentes se implementan en plataformas Blockchain para validar que se cumplan los parámetros del contrato y así aprobar o rechazar cada transacción de la red. Los nodos mineros obtienen una recompensa por ejecutar los cálculos necesarios de cada trámite permitiendo que se descentralice el procesamiento de los datos.
- 3) Ejecución de contratos inteligentes. Una vez alcanzadas las condiciones contractuales previa monitorización y evaluación de las cláusulas contractuales, las funciones o procedimientos se ejecutarán automáticamente.
- 4) Finalización de contratos inteligentes. Una vez ejecutado un contrato inteligente se origina una actualización de todas las transacciones llevadas a cabo, así como de la situación final contractual almacenándose la información en la cadena de bloques.

2.5. TIPOS DE TECNOLOGÍA BLOCKCHAIN

Según su uso, atributos y acceso a los datos almacenados, hay varios tipos de tecnología Blockchain o cadena de bloques clasificándose en redes públicas o sin permiso, privadas o con permiso y consorcio.

- **Blockchain pública o sin permiso:** una cadena de bloques no tiene permiso o es pública si se permite a todos los usuarios la participación en el envío y la confirmación de las transacciones (Cai et al., 2018). No existe ningún permiso especial para realizar transacciones más allá de la posesión de alguna forma de pagar las tarifas de transacción. Esta Blockchain está verdaderamente descentralizada ya que los

participantes pueden participar en el proceso de consenso, leer y enviar transacciones y mantener el libro de contabilidad compartido (Xie et al., 2019). Todos los participantes pueden publicar, acceder y validar nuevos bloques, de modo que puedan mantener una copia de la Blockchain completa y participar en el proceso de validación de transacciones para ser seleccionados como validadores (Ali et al., 2019). Esta Blockchain está descentralizada ya que los usuarios pueden participar en el proceso de consenso, leer y enviar transacciones manteniendo el libro registro compartidos. Todos los usuarios pueden publicar, acceder y validar nuevos bloques, de modo que se pueda mantener una copia de la Blockchain completa. Las cadenas de bloques públicas son seguras en su creación y funcionamiento. Cualquier usuario puede unirse a la red y agregar transacciones como bloques, sin embargo, la manipulación del contenido de los bloques está protegido por *hashes* y un consenso descentralizado. Para proteger su privacidad, algunos nodos pueden ser anónimos (Ali et al., 2019). Destacar que el proveedor de confianza en las redes públicas es la minería o participante verificador que valida que la transacción no ha sido realizada anteriormente, ya que cualquier nodo en el sistema puede solicitar que se agregue una determinada transacción a la cadena de bloques, aceptándose, si todos los usuarios validan su legitimidad. Los mecanismos de consenso fundamentales en la red pública para validar la transacción y su actualización en la cadena de bloques son *Proof of Work (PoW)* y *Proof of Stake (PoS)*. PoW es un algoritmo que requiere competir por generar nuevos bloques en Blockchain en función del poder computacional siendo el valor ganador aquel que es menor al valor predefinido y establecido por la red. PoS es más eficiente en términos de coste energético y computacional ya que no requiere que su nodo compre equipos costosos para realizar la minería (Vasin, 2014). Ejemplos de redes públicas son Bitcoin, Ethereum o Litecoin.

- **Blockchain privadas o con permiso:** las cadenas de bloques autorizadas o privadas están diseñadas para una sola organización. Los participantes pueden unirse a la red mediante invitación y desempeñar un papel específico para mantener Blockchain de manera descentralizada. Las cadenas de bloques privadas se diferencian de las públicas en que solo las entidades autorizadas pueden unirse a la red y mantener los bloques. Las cadenas de bloques autorizadas se consideran más seguras y eficientes que las públicas, ya que solo los participantes conocidos se unen a la red y la manipulación está protegida de manera similar mediante *hashes* y consenso de los participantes, como en el caso de las cadenas de bloques públicas. Sin embargo, los nodos de las cadenas de bloques privadas no son anónimos. Los problemas de investigación abiertos en cadenas de bloques privadas están relacionados con la manipulación de bloques y el ciberataque de la red por parte de participantes internos autorizados (Cai et al., 2018). Ejemplos de Blockchain privadas formadas por miembros y entes privados que han desarrollado plataformas en común y universales son Hyperledger o Quorum.
- **Blockchain híbridas:** son la fusión entre una red pública y privada que permite el acceso abierto a algunos datos, al tiempo que protege la información sensible con acceso autorizado. Es una tecnología innovadora que es utilizada fundamentalmente por instituciones privadas en diferentes áreas como en la cadena de suministros, registro de propiedad intelectual y gestión de la identidad digital entre otras. Los motivos se fundamentan en que la red híbrida permite una transacción segura de activos digitales y proporciona un registro transparente e inmutable, reduciendo la dependencia de intermediarios, costes y tiempos de transacción (Marar y Marar, 2020).
- **Blockchain de consorcio:** son cadenas de bloques y privadas, y destinadas a múltiples organizaciones, donde el proceso de consenso es controlado por un conjunto de nodos

preseleccionados y que únicamente los participantes invitados y de confianza pueden unirse y mantener la red. El proceso de consenso en este tipo es relativamente lento en comparación con las cadenas de bloques privadas, pero más ágil y rápido que las cadenas de bloques públicas y mejor protegidas por disponer de complejas medidas de seguridad debido a la participación de múltiples organizaciones (Parrondo, 2018). Contour Blockchain, Enterprise Ethereum Alliance o WeTrade son redes de consorcio con más de 250 miembros que colaboran juntos donde la innovación es su principal prioridad (Sultana y Alam, 2024).

En la tabla 9 se resumen las principales características y ventajas de cada tipo de red de Blockchain observándose que en función de los casos de uso, su usabilidad es variada y aplicable a diferentes sectores.

Tabla 9. Características básicas de los diferentes tipos de tecnología Blockchain

TIPO DE BLOCKCHAIN	ACCESO	CASOS DE USO	VENTAJAS
Pública	Sin permisos	Criptomonedas, activos digitales, votación, finanzas descentralizadas	Acceso abierto, transparencia y descentralización
Privada	Con permisos; limitada a una organización	Banca y pagos, almacenamiento seguro de datos	Privacidad, consenso controlado y mayor escalabilidad
Híbrida	Se pueden combinar aspectos con y sin permisos	Gobiernos, cadena de suministros y atención médica.	Datos públicos y privados seleccionables y mejora en la escalabilidad
Consorcio	Con permisos; limitada a un grupo específico	Cadena de suministro, grupos industriales y verificación de identidad	Control compartido, privacidad mejorada, control de acceso y mayor escalabilidad

Fuente: Isige (2024)

2.6. APLICABILIDAD DE LA TECNOLOGÍA BLOCKCHAIN

La tecnología Blockchain ha ganado un amplio reconocimiento por su potencial para revolucionar diversas industrias fundamentalmente por los beneficios clave de incorporar dicha tecnología en los procesos operacionales y comerciales de numerosos sectores productivos (Pilkington, 2016), destacando principalmente:

- **Seguridad mejorada:** uno de los principales beneficios de la tecnología Blockchain son sus excepcionales características de seguridad. Los datos almacenados en una cadena de bloques están protegidos criptográficamente, lo que los hace altamente resistentes a la piratería y el fraude. Cada bloque de datos está vinculado al anterior, creando una cadena inquebrantable. Los servicios de desarrollo de Blockchain garantizan la implementación de protocolos de seguridad sólidos para proteger la información confidencial (Xinyi et al., 2018).
- **Transparencia y trazabilidad:** la naturaleza transparente e inmutable de Blockchain permite el seguimiento y la auditoría de transacciones y datos en tiempo real. Esta transparencia es especialmente valiosa en la gestión de la cadena de suministro, donde se puede utilizar para rastrear el origen y el recorrido de los productos, garantizando la

autenticidad y la calidad. Los servicios Blockchain pueden ayudar a las empresas a configurar dichos sistemas de manera eficiente (Hellani et al., 2021).

- **Costos reducidos:** la implementación de la tecnología Blockchain puede reducir significativamente los costos operativos al eliminar intermediarios y agilizar los procesos. Los contratos inteligentes, por ejemplo, automatizan acuerdos y transacciones, reduciendo la necesidad de intermediarios como abogados y corredores. Los desarrolladores de Blockchain pueden personalizar los contratos inteligentes para satisfacer necesidades empresariales específicas (Khan et al., 2021).
- **Eficiencia y Velocidad:** la tecnología Blockchain permite transacciones más rápidas y eficientes, particularmente en pagos y remesas transfronterizas. Las transacciones que normalmente tardan días o semanas se pueden completar en minutos o incluso segundos. Los servicios de desarrollo de Blockchain desempeñan un papel crucial en la optimización del rendimiento de las redes Blockchain (Wilkie y Smith, 2021).

Por tanto, la tecnología Blockchain, que se asoció principalmente con la aparición de las criptomonedas, ha evolucionado hasta convertirse en una solución versátil con una amplia gama de aplicaciones en el mundo real. La capacidad de las plataformas Blockchain para brindar seguridad, transparencia y descentralización, las convierte en un punto de inflexión en varias industrias, destacando sus principales aplicaciones en los siguientes campos:

Atención sanitaria

Las aplicaciones de la tecnología Blockchain en la atención sanitaria básicamente automatizarán desde los pagos y los registros médicos, hasta la recopilación y el análisis de datos, en beneficio de todas las partes involucradas, incluidos pacientes, así como médicos, administradores y organizaciones de atención médica (Agbo et al., 2019).

Cadena de suministro

Las empresas están buscando métodos que no sólo simplifiquen la gestión de la cadena de suministro, sino que también descubran diversos procesos comerciales que comprenden las cadenas de suministro en una era en la que se han vuelto cada vez más complicadas debido a las crecientes demandas de los consumidores y otras partes interesadas. Las aplicaciones de Blockchain en la cadena de suministro pueden mejorar una variedad de operaciones, desde agilizar los pagos a proveedores, rastrear la cadena de frío, realizar licitaciones de contratos e incluso recopilar el estado del producto en el punto de producción (Dutta et al., 2020).

Ciberseguridad

Basados en las cualidades fundamentales de resiliencia operativa, cifrado de datos, auditabilidad, transparencia e inmutabilidad, los sistemas Blockchain pueden prevenir acciones fraudulentas e identificar la manipulación de datos (Dermirkan et al., 2020). Debido a que las cadenas de bloques están distribuidas, no permiten un único punto de falla y, por lo tanto, brindan mayor seguridad que los sistemas transaccionales basados en bases de datos.

Sector inmobiliario

La tecnología Blockchain y por medio de los contratos inteligentes permiten que los acuerdos inmobiliarios, los depósitos en garantía y la documentación de la propiedad se completen sin la participación de terceros (abogados, registradores de la propiedad y bancos). En el futuro, un comprador podrá adquirir una propiedad y finalizar la transacción simplemente haciendo clic en un carro de compras en un sitio web. Garantizando así que el comprador reciba el título y que el vendedor reciba una compensación en criptomonedas (García-Teruel, 2020).

Inteligencia artificial (IA)

Las organizaciones autónomas descentralizadas o *decentralized autonomous organization* (DAO) se definen como una entidad autónoma y descentralizada que opera a través de contratos inteligentes en una cadena de bloques. Los contratos se rigen por reglas y protocolos que definen los procesos de decisión, la forma de ejecutar las transacciones, así como los derechos y responsabilidades de los miembros (Buterin, 2014a). Sabiendo que la inteligencia artificial (IA) es una rama de la informática que se dedica a la creación de máquinas y software y que realizan tareas como el aprendizaje, el razonamiento y la toma de decisiones (Rouhiainen, 2018), las organizaciones autónomas descentralizadas presentan un potencial impacto en la inteligencia artificial en; a) pueden proporcionar un marco para el intercambio de datos y la colaboración entre investigadores y desarrolladores de inteligencia artificial así como un mecanismo para incentivar y recompensar las contribuciones, b) pueden permitir la creación de redes de inteligencia artificial descentralizadas, donde múltiples agentes pueden cooperar y competir en un entorno basado en el mercado y c) pueden ayudar a abordar algunos de los problemas éticos y sociales de la IA, como la rendición de cuentas, la transparencia y la equidad (Hoyos, 2024).

Internet de las cosas o *internet of things* IoT

Blockchain permite que todos los dispositivos con tecnología IoT mejoren la transparencia y la seguridad en sus ecosistemas interconectados. Un ejemplo significativo de la implementación de Blockchain en IoT son los hogares inteligentes. Aunque IoT permite que los sistemas de seguridad del hogar se manejen de forma remota desde dispositivos móviles, la forma centralizada típica de transmitir datos creados por dispositivos de IoT no cumple con los estándares de seguridad ni con la propiedad de los datos. Blockchain tiene la capacidad de llevar los hogares inteligentes al siguiente nivel al abordar los problemas de seguridad y eliminar la infraestructura centralizada. Como por ejemplo, Telstra, una empresa australiana especializada en telecomunicaciones, ofrece soluciones para hogares inteligentes, garantizando que los datos recopilados por los dispositivos inteligentes no sean manipulados. La empresa emplea Blockchain y autenticación biométrica. Blockchain almacena datos confidenciales del usuario, como huellas dactilares, reconocimiento de voz y reconocimiento facial. Cuando los datos se registran en la cadena de bloques, se vuelven inalterables y el acceso está restringido a un pequeño grupo de personas (Reyna et al., 2018).

Redes Sociales

La tecnología Blockchain mejora los sistemas de redes sociales a un nivel completamente nuevo. La tecnología Blockchain, con su estructura descentralizada y distribuida, presenta un sistema a través del cual los individuos pueden ejercer más control sobre la protección de la información personal y al mismo tiempo recibir recompensas monetarias por el material viral que seleccionan y comparten (Hisseine et al., 2022).

Seguridad alimentaria

Blockchain permite realizar el seguimiento de los alimentos desde la granja hasta la mesa, garantizando la seguridad y la trazabilidad de los mismos. En caso de brotes de contaminación, las autoridades pueden identificar rápidamente los productos afectados y minimizar los riesgos para la salud. Los consumidores también pueden verificar la autenticidad de los alimentos orgánicos o de origen local. Esta tecnología genera confianza en la cadena de suministro de alimentos, reduciendo el desperdicio mediante una mejor gestión del inventario y facilita el cumplimiento de las normas de seguridad alimentaria (Tse et al., 2017).

Sector gubernamental

Países como Venezuela y Rusia están implementando sus propias criptomonedas nacionales para aumentar la transparencia y reducir la corrupción. Además, las cadenas de bloques pueden utilizarse para crear sistemas de votación inmutables que eliminen las falsificaciones y el fraude. Además, las cadenas de bloques se pueden utilizar para mejorar la gestión de identidad y la administración tributaria (Navadkar et al., 2018).

Sector turístico

La tecnología Blockchain presenta múltiples usos en el sector turístico por el nivel de digitalización de este, así como la aplicación de otras tecnologías como inteligencia artificial o realidad virtual (Zsarnoczky, 2018). Tal y como afirman los autores Önder and Treiblmaier (2018) y Topsakal et al., (2020), la tecnología Blockchain presenta en el sector turístico un impacto positivo en:

- Los sistemas de evaluación de los clientes respecto a un destino específico, permitiendo una evaluación más fiable y transparente, eliminando aquellas opiniones o valoraciones de origen dudoso o mal intencionado en cuanto al mismo.
- Los modelos de negocio *business-to-customer* (B2C) por el uso extensivo de criptomonedas pueden generar nuevas unidades de negocio en el sector.
- Mayor desintermediación en la cadena de valor del sector turístico por el uso y aplicación de contratos inteligentes.
- Mejora en la gestión del equipaje extraviado permitiendo que diferentes aeropuertos puedan compartir información del equipaje, registrando automáticamente los detalles de propiedad en varios puntos para rastrear con mayor precisión las maletas a lo largo de su trayectoria.

No solo la tecnología Blockchain resulta útil y válida desde la perspectiva empresarial, sino que, como señalan Croes y Rivera (2015), el turismo actúa como un importante motor de desarrollo y de reducción de la pobreza, tanto por la creación de empleo directo derivado de inversiones en proyectos hoteleros (efectos directos), como por el empleo indirecto que surge para dar soporte a dichos proyectos (efectos secundarios). En los países en vías de desarrollo, donde el turismo contribuye de manera significativa al producto interior bruto (PIB), la gestión y ejecución de contratos vinculados al desarrollo de infraestructuras turísticas esenciales como saneamiento, energía, potabilización del agua y obra civil, podrían beneficiarse de la aplicación de la tecnología Blockchain, generando impactos destacados en:

- Minimización del fraude y malas prácticas incrementando los niveles de confianza entre las partes, como pueden ser gobiernos y agencias de cooperación y desarrollo.
- La transparencia de las transacciones y la naturaleza inmutable de la cadena de bloques pueden generar protección salarial y reducción de la explotación entre los trabajadores del turismo (Barrutia et al., 2019).

Sector hotelero

El sector hotelero, por su propia naturaleza, presenta dos componentes a valorar; a) el activo o inmovilizado que permite iniciar la explotación del negocio y b) el modelo de negocio propio que es la fuente de generación de ingresos (Wei, 2024). En otras palabras, las necesidades desde el punto de vista del inversor o promotor que realiza inversiones en activos hoteleros son muy diferentes a las de la empresa gestora hotelera que administra dicho modelo. En el primer caso, los requerimientos suelen estar orientados al capital o deuda a largo plazo, mientras que

en el segundo, se prioriza la optimización de la cuenta de resultados (Carvajal-Salgado y Carvajal-Salgado, 2018).

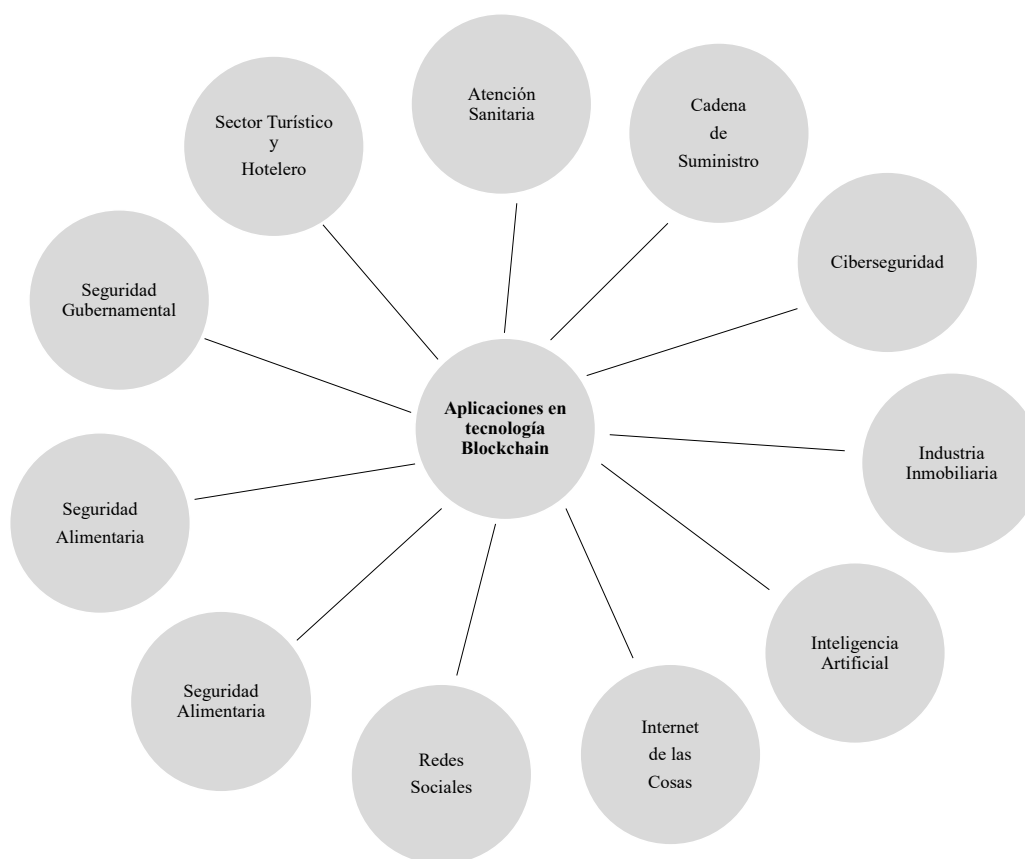
La implementación de tecnologías como la tokenización de activos mediante Blockchain ha comenzado a ofrecer soluciones innovadoras para ambos perfiles. Por un lado, permite democratizar el acceso a la inversión hotelera, abriendo la participación a pequeños inversores a escala global (MarketsandMarkets, 2024), y por otro, reduce la dependencia de intermediarios tradicionales mejorando los márgenes de rentabilidad para la empresa operadora hotelera (Statista, 2024).

Sabiendo que la tecnología Blockchain es una de las innovaciones de los últimos años que se considera una solución a numerosos problemas tradicionales relacionados con los negocios, no hay que olvidar que la hotelería en líneas generales, se caracteriza por ser una empresa pequeña y mediana (PYME) con dificultades en adoptar nuevas tecnologías de la información y comunicación (TIC) más sofisticadas, que podrían ayudarlas a beneficiarse de las oportunidades que ofrece la digitalización (OCDE, 2017). Veamos a continuación algunos aspectos donde la tecnología Blockchain puede contribuir en beneficio del sector hotelero y que en el capítulo 4 se verá en detalle.

- **Reducción de costes:** las limitaciones de recursos que con frecuencia sufre la PYME (Jarrillo, 1989) en comparación con la empresa grande, hace que las primeras se focalicen en mayor medida en la reducción de sus costos operativos para competir con rivales más grandes (Amelingmeyer y Amelingmeyer, 2005). Una de las soluciones que ofrece la tecnología Blockchain es la eliminación de intermediarios para las transacciones de valor. Este intermediario puede ser una agencia de viajes online o un touroperador cuya comisión por intermediación oscila entre el 15% y 28% del importe total de la reserva (Ciftci et al., 2022). Dependiendo de un intermediario inevitablemente aumenta los costes de transacción debido a las tarifas que cobra el intermediario (Madhok y Tallman, 1998). Al utilizar Blockchain, la PYME puede reducir sus costes de transacción siendo más competitiva e incrementar los ingresos brutos.
- **Internacionalización:** uno de los desafíos de la PYME es la internalización de sus operaciones con objeto de aumentar su participación en los mercados globales, para ello necesitan recursos adicionales y relaciones de confianza (Pereda et al., 2022) para implementar con éxito sus estrategias de internalización. En este sentido, la tecnología Blockchain y en concreto los contratos inteligentes brindan una oportunidad para que la PYME pueda formalizar negocios con terceras partes que no son de confianza. El empleo de contratos inteligentes establece condiciones arbitrarias para ejecutar la operación comercial, y siempre que los pares cumplan las condiciones predeterminadas, estos contratos ejecutan transacciones de valor de forma autónoma, siendo una solución adecuada para mejorar las oportunidades comerciales.
- **Inalterabilidad del registro de datos:** uno de los principales problemas que sufre la PYME es que tienen procesos comerciales menos formales que las empresas más grandes (Tuan y Rajagopal, 2022) y son más propensas a cometer más errores en la gestión de sus datos. Por tanto, la cadena de bloques es una solución adecuada para aquella PYME que busca un sistema de registro de datos inalterable ya que los datos registrados y los nodos validan la información, no dando lugar a la inalterabilidad de los datos.
- **Representación digital de activos y financiación:** uno de los principales desafíos a los que se enfrenta la PYME es el acceso y la captación de financiación para acometer

sus planes de expansión o atender a sus necesidades comerciales (OECD, 2017). Obtener un préstamo de un banco o acceder a instrumentos de financiación alternativos proporcionados por otros intermediarios financieros en el periodo post-COVID, ha supuesto un reto para numerosos hoteles a nivel internacional. Debido a las tasas de interés exigidas por las instituciones financieras o simplemente a la restricción al crédito, se observa que ha habido un impacto negativo en términos de crecimiento y de expansión de numerosas compañías hoteleras (Kozhamzharova et al., 2022). En virtud de lo anterior, la tecnología Blockchain ofrece a la PYME las siguientes ventajas; a) una oportunidad de financiación mediante la digitalización de activos como bienes inmuebles, acciones o cualquier otro elemento que pueda tener valor en forma de tokens (activos) digitales en una cadena de bloques, lo que permite la transferencia y el intercambio de valor de forma rápida, segura y transparente. Dicho de otro modo, los activos tradicionalmente ilíquidos, como bienes raíces, adquieren mayor liquidez y accesibilidad para un abanico más amplio de inversores. Y b) acceder a mecanismos de recaudación de fondos en la industria de las criptomonedas denominado oferta inicial de moneda o *inital coin offering* (ICO), similar a una oferta pública inicial (IPO) en el sector financiero tradicional (Cappa y Pinelli, 2021), donde las personas interesadas en adquirir los tokens emitidos por una determinada empresa pueden adquirirlo.

Figura 2. Mapa conceptual de los diferentes tipos de aplicación de la tecnología Blockchain



Fuente: Elaboración propia (2025)

En definitiva, en este capítulo el autor ha expuesto en qué consiste la tecnología Blockchain, así como su evolución, principales características, tipos y sus aplicaciones con objeto de acercar al lector una tecnología, aún incipiente, como herramienta útil, eficiente y con alto

potencial en satisfacer numerosas necesidades que presentan diferentes sectores productivos. Una vez detallado lo anterior, en el próximo capítulo se profundiza en la importancia de la aplicación de la tecnología Blockchain en la tokenización o digitalización de activos de hoteleros, que es la representación de un activo tangible o intangible en un token digital. La tokenización de activos se presenta como un nuevo mecanismo o fórmula alternativa de captar financiación, garantizando inversiones seguras, permitiendo digitalizar valores que solo pueden usarse para determinados fines. Además de brindar transparencia, trazabilidad, simplicidad y reducción de costos entre otros beneficios.

2.7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agbo, C. C., Mahmoud, Q. H., & Eklund, J. M. (2019, April). *Blockchain technology in healthcare: a systematic review*. In *Healthcare* (Vol. 7, No. 2, p. 56). MDPI.
- Ali, A. A. M. A., Hazar, M. J., Mabrouk, M., & Zrigui, M. (2023). *Proposal of a modified hash algorithm to increase blockchain security*. *Procedia Computer Science*, 225, 3265-3275.
- Ali, M. S., Vecchio, M., Pincheira, M., Dolui, K., Antonelli, F., & Rehmani, M. H. (2019). *Applications of Blockchains in the Internet of Things: A Comprehensive Survey*. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, 21(2), 1676–1717. <https://doi.org/10.1109/comst.2018.2886932>
- Amelingmeyer, J., & Amelingmeyer, G. (2005). *Wissensmanagement beim Führungswechsel in KMU* (No. 26347). Darmstadt Technical University, Department of Business Administration, Economics and Law, Institute for Business Studies (BWL).
- Antonopoulos, A. M., & Wood, G. (2022). *Mastering Ethereum: Building Smart Contracts and DApps* (2nd ed.). O'Reilly Media.
- Azevedo, P., Gomes, J., Romão, M., (2023). *Supply chain traceability using Blockchain*. *Operations Management Research* 16, 1359–1381. <https://doi.org/10.1007/s12063-023-00359-y>
- Baliga, A. (2017). *Understanding Blockchain consensus models*. *Persistent*, 4(1), 14.
- Barrutia Barreto, I., Urquiza Maggia, J. A., & Acevedo, S. I. (2019). *Cryptocurrencies and Blockchain in tourism as a strategy to reduce poverty*. *RETOS. Revista de Ciencias de la Administración y Economía*, 9(18), 287-302. <https://doi.org/10.17163/ret.n18.2019.07>
- Brown, R. G. (2018). *The corda platform: An introduction*. Retrieved, 27, 2018.
- Buchman, E. (2016). *Tendermint: Byzantine fault tolerance in the age of Blockchains* (Doctoral dissertation, University of Guelph).
- Bui, T., Rao, S. P., Antikainen, M., & Aura, T. (2019, March). *Pitfalls of open architecture: How friends can exploit your cryptocurrency wallet*. In *Proceedings of the 12th European Workshop on Systems Security* (pp. 1-6)
- Buterin, V. (2014a). *A next-generation smart contract and decentralized application platform*. White paper, 3(37), 2-1.
- Cachin, C., Schubert, S., & Vukolić, M. (2016). *Non-determinism in byzantine fault-tolerant replication*. ArXiv preprint arXiv:1603.07351.
- Cai, Y., & Zhu, D. (2016). *Fraud detections for online businesses: a perspective from Blockchain technology*. *Financial Innovation*, 2(1). <https://doi.org/10.1186/s40854-016-0039-4>

- Cai, W., Wang, Z., Ernst, J. B., Hong, Z., Feng, C., & Leung, V. C. M. (2018). *Decentralized applications: the Blockchain-Empowered software system*. IEEE Access, 6, 53019-53033. <https://doi.org/10.1109/access.2018.2870644>
- Camenisch, J., & Lysyanskaya, A. (2001). *An efficient system for non-transferable anonymous credentials with optional anonymity revocation*. In Advances in Cryptology - EUROCRYPT 2001: International Conference on the Theory and Application of Cryptographic Techniques Innsbruck, Austria, May 6–10, 2001 Proceedings 20 (pp. 93-118). Springer Berlin Heidelberg.
- Caminero Herráez, M. B., Núñez Gómez, C., & Carrión Espinosa, M. D. C. (2021). Aplicaciones de blockchain en IoT y computación en la niebla.
- Camões, Pedro J. (2020). *Types of decentralisation and governance: Evidence from across the world*. Journal of Public Affairs 2022-08. <https://doi.org/10.1002/pa.2435>
- Cappa, F., & Pinelli, M. (2021). *Collecting money through Blockchain technologies: first insights on the determinants of the return on initial coin offerings*. Information Technology for Development, 27(3), 561-578.
- Carvajal-Salgado, A. L., & Carvajal-Salgado, M. B. (2018). *Estrategias de financiamiento en sectores turísticos: hoteles y restaurantes*. Revista Ciencia UNEMI, 11(27), 30-42.
- Castro, M., & Liskov, B. (2002). *Practical byzantine fault tolerance and proactive recovery*. ACM Transactions on Computer Systems (TOCS), 20(4), 398-461.
- Catalini, C., & Gans, J. S. (2018). *Initial coin offerings and the value of crypto tokens (No. w24418)*. National Bureau of Economic Research.
- Chung, L., Nixon, B. A., Yu, E., & Mylopoulos, J. (2012). *Non-functional requirements in software engineering* (Vol. 5). Springer Science & Business Media.
- Ciftci, O., Berezina, K., & Cobanoglu, C. (2022). *Online Travel Agencies in Hotel Distribution: Game on!* Journal of Hospitality & Tourism Cases, 10(2), 26-32.
- Conti, M., Kumar, E. S., Lal, C., & Ruj, S. (2018). *A survey on security and privacy issues of bitcoin*. IEEE communications surveys & tutorials, 20(4), 3416-3452.
- Croes, R., & Rivera, M. A. (2017). *Tourism's potential to benefit the poor: A social accounting matrix model applied to Ecuador*. Tourism Economics, 23(1), 29-48.
- Demirkan, S., Demirkan, I., & McKee, A. (2020). *Blockchain technology in the future of business cyber security and accounting*. Journal of Management Analytics, 7(2), 189-208.
- Díaz, F. J., Tugnarelli, M. D., & Fornaroli, M. F. (2022). *Protocolos de consenso*. In XXIV Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación (WICC 2022, Mendoza).
- Drescher, D. (2017). *Reinventing the Blockchain: The emergence of four different kinds of Blockchain*. In Blockchain Basics: A Non-Technical Introduction in 25 Steps (pp. 213-220). Berkeley, CA: Apress.

- 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.
- Dziembowski, S., Faust, S., Kolmogorov, V., & Pietrzak, K. (2015, August). *Proofs of space*. In *Annual Cryptology Conference* (pp. 585-605). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Garba, A., Khoury, D., Balian, P., Haddad, S., Sayah, J., Chen, Z., ... & Al-Mutib, K. (2023). *LightCERT4IoTs: Blockchain-based lightweight certificates authentication for IoT applications*. *IEEE Access*, 11, 28370-28383.
- Garcia-Teruel, R. M. (2020). *Legal challenges and opportunities of Blockchain technology in the real estate sector*. *Journal of Property, Planning and Environmental Law*, 12(2), 129-145.
- Gómez-Barroso, J., & Feijóo-González, C. (2013). *Información personal: la nueva moneda de la economía digital*. *El Profesional de la Información*, 22(4), 290-297. <https://doi.org/10.3145/epi.2013.jul.03>
- Grange, E. (2019). *Mesh World P2P Hypothesis*.
- Hellani, H., Sliman, L., Samhat, A. E., & Exposito, E. (2021). *On Blockchain integration with supply chain: Overview on data transparency*. *Logistics*, 5(3), 46.
- Hisseine, M. A., Chen, D., & Yang, X. (2022). *The application of Blockchain in social media: a systematic literature review*. *Applied Sciences*, 12(13), 6567.
- Hobeck, R., Klinkmüller, C., Bandara, H. D., Weber, I., & van der Aalst, W. M. (2021). *Process mining on Blockchain data: A case study of augur*. In *Business Process Management: 19th International Conference, BPM 2021, Rome, Italy, September 06–10, 2021, Proceedings 19* (pp. 306-323). Springer International Publishing.
- Hoyos, M. I. V., & Cely, J. A. A. (2024). *Aplicación de Blockchain en diferentes sectores: revisión literaria*. *Revista Ingeniería, Matemáticas y Ciencias de la Información*, 11(21), 81-98.
- Isige, John (2024). *4 Tipos de Blockchain Explicados: Una guía completa para 2024*. Techopedia. <https://www.techopedia.com/es/tipos-Blockchain>.
- Jarillo, J. (1989). *Entrepreneurship and growth: the strategic use of external resources*. *Journal Of Business Venturing*, 4(2), 133-147. [https://doi.org/10.1016/0883-9026\(89\)90027-x](https://doi.org/10.1016/0883-9026(89)90027-x)
- Juniper Research (2023). *Online Payment Fraud: Market Forecasts, Emerging Threats & Segment Analysis 2023-2028*. <https://www.juniperresearch.com/research/fintech-payments/fraud-identity/online-payment-fraud-research-report/>
- Kaci, A., & Rachedi, A. (2020). *Toward a machine learning and software defined network approaches to manage miners' reputation in Blockchain*. *Journal of Network and Systems Management*, 28(3), 478-501.

- Khan, S. N., Loukil, F., Ghedira-Guegan, C., Benkhelifa, E., & Bani-Hani, A. (2021). *Blockchain smart contracts: Applications, challenges, and future trends*. Peer-to-peer Networking and Applications, 14, 2901-2925.
- Kiayias, A., Russell, A., David, B., & Oliynykov, R. (2017). *Ouroboros: A provably secure Proof-of-Stake Blockchain protocol*. En Lecture notes in computer science (pp. 357-388). https://doi.org/10.1007/978-3-319-63688-7_12
- Kozhamzharova, G., Omarbakiyev, L., Kogut, O., Zhumasheva, S., Saulembekova, A., & Abdrakhmanova, G. (2022). *Banking risks and lending to tourism and hotel businesses amid the COVID-19 pandemic*. Journal of Environmental Management & Tourism, 13(2), 427-437.
- Lashkari, B., & Musilek, P. (2021). *A comprehensive review of Blockchain consensus mechanisms*. IEEE access, 9, 43620-43652.
- Lee, D. K. C., Chen, L., & Deng, R. H. (2022). *Blockchain 5.0: The convergence of Blockchain, AI, and IoT*. Journal of Digital Assets and Smart Technologies, 1(1), 1-15. <https://doi.org/10.1016/j.jdast.2022.100001>
- Lemos, C., Ramos, R. F., Moro, S., & Oliveira, P. M. (2022). *Stick or Twist - The Rise of Blockchain Applications in Marketing Management*. Sustainability, 14(7), 4172. <https://doi.org/10.3390/su14074172>
- Li, X., Jiang, P., Chen, T., Luo, X., & Wen, Q. (2020). *A survey on the security of Blockchain systems*. Future Generation Computer Systems, 107, 841-853. <https://doi.org/10.1016/j.future.2017.08.020>
- Lin, I. C., & Liao, T. C. (2017). *A survey of Blockchain security issues and challenges*. Int. J. Netw. Secur., 19(5), 653-659
- Madhok, A., & Tallman, S. (1998). *Resources, Transactions and Rents: Managing Value Through Interfirm Collaborative Relationships*. Organization Science, 9(3), 326-339.
- Marar, H. W., & Marar, R. W. (2020). *Hybrid Blockchain*. Jordanian Journal of Computers and Information Technology (JJCIT), 6(04).
- Marchesi, L., Marchesi, M., Tonelli, R., & Lunesu, M. I. (2022). *A Blockchain architecture for industrial applications*. Blockchain Research and Applications, 3(4), 100088. <https://doi.org/10.1016/j.bcra.2022.100088>
- MarketsandMarkets. (2024). *Tokenization Market by Component, Application, Deployment Mode, Organization Size, Vertical and Region - Global Forecast to 2027*. <https://www.marketsandmarkets.com/>
- Martínez Martínez, Ricard. (2007). *El derecho fundamental a la protección de datos: perspectivas*. Revista de los Estudios de Derecho y Ciencia Política de la UOC IDP Número 5 (2007) I ISSN 1699-8154. <https://doi.org/10.7238/idp.v0i5.440>
- Martínez Pérez, S., Gómez Ramírez, J. P., López Vargas, C., & Moreno Álvarez, A. F. (2023). *Fortalecimiento de la seguridad en aplicaciones web mediante criptografía avanzada: métodos y técnicas*. Revista Vínculos, 20(2).

- Mazieres, D. (2015). *The stellar consensus protocol: A federated model for internet-level consensus*. Stellar Development Foundation, 32, 1-45.
- Menon, A. A., Saranya, T., Sureshababu, S., & Mahesh, A. S. (2022). *A comparative analysis on three consensus algorithms: proof of burn, proof of elapsed time, proof of authority*. In *Computer Networks and Inventive Communication Technologies: Proceedings of Fourth ICCNCT 2021* (pp. 369-383). Springer Singapore.
- Morishima, S., & Matsutani, H. (2018, March). *Accelerating Blockchain search of full nodes using GPUs*. In *2018 26th Euromicro International Conference on Parallel, Distributed and Network-based Processing (PDP)* (pp. 244-248). IEEE.
- Mukherjee, P., Pradhan, C. (2021). *Blockchain 1.0 to Blockchain 4.0 - The Evolutionary Transformation of Blockchain Technology*. In: Panda, S.K., Jena, A.K., Swain, S.K., Satapathy, S.C. (eds) *Blockchain Technology: Applications and Challenges*. Intelligent Systems Reference Library, vol 203. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-69395-4_3
- Mylrea, M., & Gourisetti, S. N. G. (2017, September). *Blockchain for smart grid resilience: Exchanging distributed energy at speed, scale and security*. In *2017 Resilience Week (RWS)* (pp. 18-23). IEEE.
- Nakamoto, S. (2008). *Bitcoin: a peer-to-peer electronic cash system*. <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>.
- Navadkar, V. H., Nighot, A., & Wantmure, R. (2018). *Overview of blockchain technology in government/public sectors*. *International Research Journal of Engineering and Technology*, 5(6), 2287-2292.
- Nguyen, G., & Kim, K. (2018). *A Survey about Consensus Algorithms Used in Blockchain*. *Journal Of Information Processing Systems*, 14(1), 101-128. <https://doi.org/10.3745/JIPS.01.0024>
- OECD (2017) *Enhancing the Contributions of SMEs in a Global and Digitalised Economy*. <https://www.oecd.org/mcm/documents/C-MIN-2017-8-EN.pdf>
- Önder, I., & Treiblmaier, H. (2018). *Blockchain and tourism: Three research propositions*. *Annals of Tourism Research*, 72(C), 180-182.
- Ozdemir, A. I., Ar, I. M., & Erol, I. (2020). *Assessment of Blockchain applications in travel and tourism industry*. *Quality & Quantity*, 54, 1549-1563.
- Panwar, A., & Bhatnagar, V. (2020, February). *Distributed ledger technology (DLT): The beginning of a technological revolution for Blockchain*. In *2nd International Conference on Data, Engineering and Applications (IDEA)* (pp. 1-5). IEEE.
- Parrondo, Luz (2018). *Tecnología Blockchain: una nueva era para la empresa*. *Revista de contabilidad y dirección* Vol. 27, año 2018, p.5.
- Pastrana, S., & Suarez-Tangil, G. (2019, October). *A first look at the crypto-mining malware ecosystem: A decade of unrestricted wealth*. In *Proceedings of the Internet Measurement Conference* (pp. 73-86).

- Pereda, B. A. M., Pastor, G. E. R., Peralta, E. C. O., & Balcázar, S. C. R. (2022). *Barreras de exportación en la internacionalización de pymes: una revisión de la literatura científica 2011–2020*. Polo del Conocimiento: Revista científico-profesional, 7(5), 64-78.
- Pilkington, M. (2016). *Blockchain technology: principles and applications*. En Edward Elgar Publishing eBooks. <https://doi.org/10.4337/9781784717766.00019>
- Politou, E., Casino, F., Alepis, E., & Patsakis, C. (2021). *Blockchain Mutability: Challenges and Proposed Solutions*. IEEE Transactions On Emerging Topics In Computing, 9(4), 1972-1986. <https://doi.org/10.1109/tetc.2019.2949510>
- Rallo, A., & Martínez, R. (2011). *Protección de datos personales y redes sociales: obligaciones para los medios de comunicación*. Quaderns del CAC, 14(2), 41-52.
- Reyna, A., Martín, C., Chen, J., Soler, E., & Díaz, M. (2016). *On blockchain and its integration with IoT*. Challenges and opportunities, 88.
- Rodríguez Bolívar, M. P., Sepe, F., Nanu, L., & Roberto, F. (2025). *Perceptions and challenges of blockchain adoption in tourism industry: a study on trust, privacy and security*. Journal of Hospitality and Tourism Technology, 16(3), 429-449.
- Rouhiainen, L. (2018). *Inteligencia artificial*. Madrid: Alienta Editorial, 20-21.
- Saad, S. M. S., & Radzi, R. Z. R. M. (2020). *Comparative review of the Blockchain consensus algorithm between proof of stake (pos) and delegated proof of stake (dpos)*. International Journal of Innovative Computing, 10(2).
- Schollmeier, R. (2001). *A definition of peer-to-peer networking for the classification of peer-to-peer architectures and applications*. Proceedings First International Conference on Peer-to-Peer Computing, Linköping, Sweden, 2001, pp. 101-102, doi: 10.1109/P2P.2001.990434.
- Schinckus, C. (2022). *Proof-of-stake: A sustainable alternative to proof-of-work?* Journal of Cleaner Production, 319, 128787. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.128787>
- Shinde, R., Patil, S., Kotecha, K., Potdar, V., Selvachandran, G., & Abraham, A. (2024). *Securing AI-based healthcare systems using Blockchain technology: A state-of-the-art systematic literature review and future research directions*. Transactions on Emerging Telecommunications Technologies, 35(1), e4884.
- Statista. (2024). *Share of online hotel bookings via OTAs worldwide*. <https://www.statista.com/statistics/1101143/global-ota-hotel-bookings-share/>
- Sultana, A., & Alam, S. (2024). *Adaptation of Blockchain Technology into the Letter of Credit (LC) Arrangement: An Overview of the Sustainable Business Practice in Asia*. Green Management: A New Paradigm in the World of Business, 303-337.
- Tanenbaum, A. S., & Van Steen, M. (2001). *Distributed Systems: Principles and Paradigms*. <http://ce.miau.ac.ir/azmoninfo/slides.01.pdf>
- Tapscott, D., & Tapscott, A. (2023). *Blockchain revolution revisited: How the technology behind bitcoin and other cryptocurrencies is changing the world*. Portfolio / Penguin.

- Topsakal, Y., Bahar, M., & Yüzbaşıoğlu, N. (2020). *Review of smart tourism literature by bibliometric and visualization analysis*. *Journal of Tourism Intelligence and Smartness*, 3(1), 1-15.
- Tse, D., Zhang, B., Yang, Y., Cheng, C., & Mu, H. (2017, December). *Blockchain application in food supply information security*. In 2017 IEEE international conference on industrial engineering and engineering management (IEEM) (pp. 1357-1361). IEEE.
- Tuan, V. K., & Rajagopal, P. (2022). *The mediating effect of the budget process on the performance of small-and medium-sized enterprises in Ho Chi Minh City, Vietnam*. *Journal of Entrepreneurship, Management and Innovation*, 18(1), 65-92.
- Vasin, P. (2014). *Blackcoin's proof-of-stake protocol v2*. URL: <https://blackcoin.co/blackcoin-pos-protocol-v2-whitepaper.pdf>, 71, 25.
- Verma, S., Yadav, D., & Chandra, G. (2022). *Introduction of Formal Methods in Blockchain Consensus Mechanism and Its Associated Protocols*. *IEEE Access*, 10, 66611-66624. <https://doi.org/10.1109/access.2022.3184799>
- Wang, H., Chen, G., Zhang, Y., & Lin, Z. (2022). *Multi-Certificate Attacks against Proof-of-Elapsed-Time and Their Countermeasures*. In NDSS.
- Wang, Q., Huang, J., Wang, S., Chen, Y., Zhang, P., & He, L. (2020). *A Comparative Study of Blockchain Consensus Algorithms*. *Journal Of Physics Conference Series*, 1437(1), 012007. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1437/1/012007>
- Wang, T., Zhao, C., Yang, Q., Zhang, S., & Liew, S. C. (2021). *Ethna: Analyzing the Underlying Peer-to-Peer Network of Ethereum Blockchain*. *IEEE Transactions On Network Science And Engineering*, 8(3), 2131-2146. <https://doi.org/10.1109/tNSE.2021.3078181>
- Wei, H. C. (2024). *A Strategic Evaluation Model for Hotel Investments: A Value Management Approach for Key Stakeholders*. (Doctoral dissertation, University of Wales Trinity Saint David).
- Wilkie, A., & Smith, S. S. (2021). *Blockchain: speed, efficiency, decreased costs, and technical challenges*. In *The emerald handbook of Blockchain for business* (pp. 157-170). Emerald Publishing Limited.
- World Economic Forum. (2020). *Building Value with Blockchain Technology: How to Evaluate Blockchain's Benefits*. <https://www.weforum.org/whitepapers>.
- Wu, X., Chang, J., Ling, H., & Feng, X. (2022). *Scaling proof-of-authority protocol to improve performance and security*. *Peer-to-Peer Networking And Applications*, 15(6), 2633-2649. <https://doi.org/10.1007/s12083-022-01371-y>
- Xiao, B., Jin, C., Li, Z., Zhu, B., Li, X., & Wang, D. (2021, December). *Proof of importance: A consensus algorithm for importance based on dynamic authorization*. In IEEE/WIC/ACM International Conference on Web Intelligence and Intelligent Agent Technology (pp. 510-513).
- Xie, J., Tang, H., Huang, T., Yu, F. R., Xie, R., Liu, J., & Liu, Y. (2019). *A Survey of Blockchain Technology Applied to Smart Cities: Research Issues and Challenges*. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, 21(3), 2794-2830. <https://doi.org/10.1109/comst.2019.2899617>

- Xinyi, Y., Yi, Z., & He, Y. (2018). *Technical characteristics and model of Blockchain*. In 2018 10th international Conference on communication Software and networks (ICCSN) (pp. 562-566). IEEE.
- Xu, X., Pautasso, C., & Zhang, L. (2023). *Decentralized autonomous organizations: Challenges and research opportunities*. IEEE Transactions on Emerging Topics in Computing. <https://doi.org/10.1109/TETC.2023.3245678>
- Yang, R., Yu, F. R., Si, P., Yang, Z., & Zhang, Y. (2019). *Integrated Blockchain and Edge Computing Systems: A Survey, Some Research Issues and Challenges*. IEEE Communications Surveys & Tutorials, 21(2), 1508-1532. <https://doi.org/10.1109/comst.2019.2894727>
- Yang, W., Garg, S., Raza, A., Herbert, D., & Kang, B. (2018). *Blockchain: Trends and future*. In *Knowledge Management and Acquisition for Intelligent Systems*. 15th Pacific Rim Knowledge Acquisition Workshop, PKAW 2018, Nanjing, China, August 28-29, 2018, Proceedings 15 (pp. 201-210). Springer International Publishing.
- Zabka, P., Foerster, K., Schmid, S., & Decker, C. (2022). *Empirical evaluation of nodes and channels of the lightning network*. Pervasive And Mobile Computing, 83, 101584. <https://doi.org/10.1016/j.pmcj.2022.101584>
- Zsarnoczky, M. (2018). *The digital future of the tourism & hospitality industry*. Boston Hospitality Review, 6, 1-9.
- Zhan, Y., Wang, B., Lu, R., & Yu, Y. (2021). *DRBFT: Delegated randomization Byzantine fault tolerance consensus protocol for Blockchains*. Information Sciences, 559, 8-21.
- Zheng, X., & Feng, W. (2021, March). *Research on practical byzantine fault tolerant consensus algorithm based on Blockchain*. In Journal of Physics: Conference Series (Vol. 1802, No. 3, p. 032022). IOP Publishing.
- Zheng, Z., Xie, S., Dai, H.-N., Chen, W., Chen, X., Weng, J., Imran, M., (2020). *An overview on smart contracts: Challenges, advances and platforms*. Future Generation Computer Systems 105, 475–491. <https://doi.org/10.1016/j.future.2019.12.019>

CAPÍTULO 3.

**APLICACIÓN DE LA TECNOLOGÍA
BLOCKCHAIN EN LA TOKENIZACIÓN DE
ACTIVOS HOTELEROS**

En este capítulo se analiza cómo la aplicación de la tecnología Blockchain, a través de la tokenización o digitalización de activos, puede generar una mayor eficiencia en la gestión del negocio hotelero. La tokenización consiste en la creación de un identificador único o token en un registro distribuido (*Distributed Ledger Technology*, DLT), que permite registrar, emitir, transferir y almacenar digitalmente el valor de un bien. Este enfoque no solo facilita nuevas formas de financiamiento e inversión, sino que también ofrece a las empresas hoteleras oportunidades concretas para innovar en sus modelos de negocio, mejorar su competitividad y adaptarse a las exigencias del entorno digital actual.

CAPÍTULO 3. APLICACIÓN DE LA TECNOLOGÍA BLOCKCHAIN EN LA TOKENIZACIÓN DE ACTIVOS HOTELEROS.

3.1. TOKENIZACIÓN

3.1.1. Conceptos básicos

3.1.2. Tendencias en tokenización

3.2. USO DE CONTRATOS INTELIGENTES O SMART CONTRACTS EN EL SECTOR HOTELERO

3.2.1. Definición

3.2.2. Aplicaciones

3.3. DIFERENTES TIPOS DE TOKENIZACIÓN APLICABLES AL SECTOR HOTELERO

3.3.1. Tokens de utilidad o *utility tokens*

3.3.2. Tokens de seguridad o *security tokens*

3.3.3. Tokens no fungibles o Non-Fungible Tokens (NFT's)

3.3.4. Tokens de pago o Payment Tokens (Criptomonedas)

3.4. MODELO ECONÓMICO DEL TOKEN - TOKENOMICS

3.4.1. Tokenomics y conceptos

3.4.2. Diseño del token

3.4.3. Legislación vigente aplicable

3.4.4. Vehículos de propósito especial o *special purpose vehicles* (SPV)

3.5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

3.1. TOKENIZACIÓN

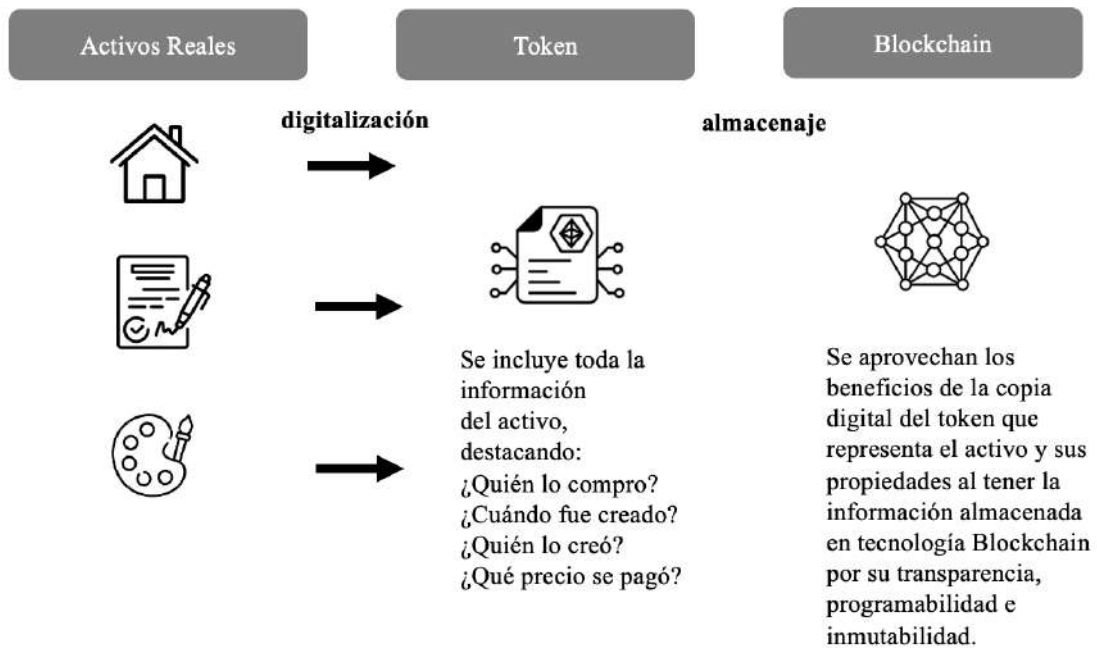
3.1.1. Conceptos básicos

La tokenización de activos es una expansión de la tecnología Blockchain que permite comprar, vender y comercializar activos digitales en cadenas de bloques. La digitalización de activos reales ayuda a crear sistemas financieros y de inversión universalmente accesibles, rápidos, líquidos, eficientes, transparentes y descentralizados de la propiedad del activo del mundo real o *real world asset – RWA* tokenizado (Sazandrishvili, 2020). Aunque la tokenización es un término relativamente innovador, lo cierto es que se perfila como un elemento dinamizador en la economía digital. Como afirma Mougayar (2016), en el escenario digital, el token se puede definir como una unidad de valor que una organización (pública o privada) crea para gestionar su modelo de negocio, dando más poder a sus usuarios para interactuar con sus productos o servicios, facilitando al mismo tiempo su distribución y reparto de beneficios.

Como se ha mencionado anteriormente, un token representa un activo en forma digital, combinado con información y derechos digitales asignables, los cuales están conectados de manera programable y automatizada (Figura 3). Los tokens pueden representar activos tangibles o intangibles como por ejemplo un activo físico (inmueble) o una acción (capital social). Puede ser cualquier cosa y aplicable a múltiples casos de uso (Figura 4), desde bienes raíces, acciones de una empresa, bonos o incluso una obra de arte (Benedetti y Rodríguez-García, 2023). Hay que tener en cuenta y se profundiza en las siguientes secciones del presente capítulo, que es importante diferenciar entre tokens fungibles y tokens no fungibles para entender la naturaleza de cada uno (Karandikar et al., 2021):

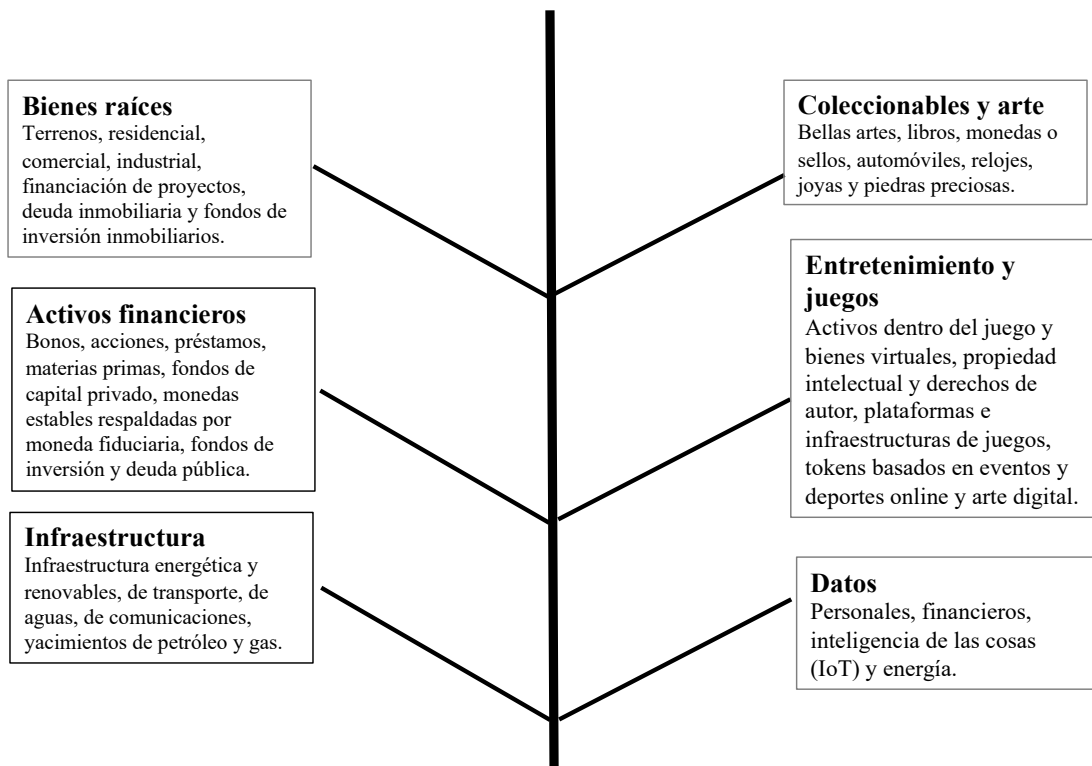
- Tokens fungibles: son activos que tienen la misma naturaleza, el mismo valor y pueden ser utilizados o intercambiados de manera equivalente. Por ejemplo, un billete de cinco euros.
- Tokens no fungibles (NFTs): son activos que no se pueden intercambiar por otro de manera equivalente, ya que cada uno es diferente. Es decir, representan elementos únicos como obras de arte digitales, propiedades y coleccionables virtuales.

Figura 3. Proceso de tokenización



Fuente: Elaboración propia (2025)

Figura 4. Tokenización aplicable a múltiples casos de uso



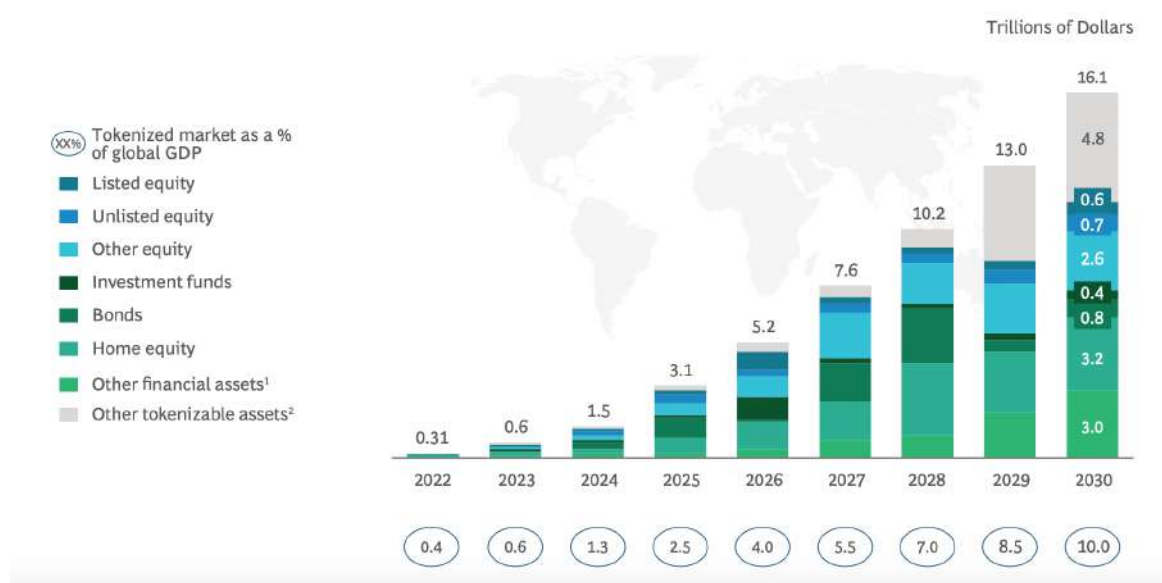
Fuente: Elaboración propia (2025)

3.1.2. Tendencias en tokenización

Volumen de tokenización

El mercado de tokenización creció aproximadamente un 85% interanual alcanzando los 15.200 millones de dólares en diciembre de 2024, abarcando diversas clases de activos como crédito privado, materias primas, bienes raíces y bonos del Tesoro (Real World Assets, 2025). Estimaciones desde instituciones como World Economic Forum y Boston Consulting Group estiman que la tokenización de activos no líquidos a nivel global alcanzaría los USD 16 trillones en el 2030 excluyendo activos cripto, es decir, el mercado tokenizado total representaría el 10% del PIB mundial (Kumar et al., 2022).

Figura 5. Tokenización de activos no líquidos a nivel mundial en el año 2030



Fuente: World Economic Forum – Global Agenda Council, BCG Analysis (2022)

La tokenización es el proceso mediante el cual los derechos de un activo del mundo real se convierten en un valor digital que se puede alojar, subdividir y comercializar en un sistema de cadena de bloques (Blockchain). Este tipo de activos han permitido obtener avances que hace unos años se veían imposibles como transformar activos físicos en activos digitales adoptando características propias de acciones financieras (Gupta, 2017). Bien es cierto que existen barreras significativas en los procesos de tokenización de bienes raíces comerciales, como elevados costes en la implantación de la tecnología, regulaciones, depósitos de garantía, etc., sin embargo, hay una clara apuesta por parte de la UE con la aprobación de la Ley MiCA o Ley para Mercados de Criptoactivos (Comisión Europea, 2023) centrada en ofrecer un marco regulatoria común para todo el ecosistema financiero que se da alrededor de Blockchain y criptomonedas.

La tokenización de activos se configura como una nueva forma de invertir en los mercados financieros digitales de una manera colaborativa, y con una tasa de entrada inicial mucho más rentable que la se observaba en los mercados financieros tradicionales. Estos a su vez, presentan estructuras conocidas, regulación muy definida y ampliamente aceptados, como es el caso de los instrumentos financieros tradicionales, activos usados comúnmente para invertir

o financiar productos de renta fija (bonos o letras del tesoro), de renta variable (acciones) y derivados básicos (futuros y opciones).

La tokenización presenta una serie de ventajas como liquidez mejorada, mayor accesibilidad y distribución de los portfolios de inversión, reducción de la burocracia e ineficiencias que se producen en el proceso de inversión y mayor interoperabilidad dentro de las fronteras de los mercados financieros (Tabla 10).

Tabla 10. Comparación entre la tokenización y los instrumentos financieros tradicionales

Tokenización	OPI (Oferta Pública Inicial)	Capital de Riesgo	Inversor Ángel	Préstamos Bancarios
Coste / Valor				
Bajo	Alto	Alto	Alto	Alto
Cobros de la cadena de bloques por el lanzamiento de nuevos tokens	Comisiones de bancos de inversión	Coste por atraer inversores de capital riesgo	Coste por atraer a un inversor ángel	Coste de ejecución del contrato de préstamo
Cobros de los exchanges de criptomonedas por su inclusión en el listado (sin comisiones)	Honorarios de licencias y abogados	Capital de riesgo aplica intereses	Inversor ángel aplica intereses	Pago de intereses
Gastos de marketing (no necesariamente)	Auditoría fiscal y gastos de marketing			Se requiere depósito
Disponibilidad				
Alto	Bajo	Medio	Medio	Bajo
Cualquier entidad o persona puede convertirse en emisor de tokens	Solo las empresas públicas pueden lanzar una OPI	Cualquier empresa o startup puede atraer capital de riesgo	Cualquier empresa o startup puede atraer inversores ángeles	Es necesario cumplir con los requisitos del banco, pero normalmente se requiere un depósito
Regulación				
Bajo	Alto	Medio	Medio	Alto
La mayoría de los países no tienen normas regulatorias claras para los activos tokenizados	Las OPI tienen reglas y estándares establecidos claramente definidos	La mayoría de los países establecen pautas en el sector de capital de riesgo	La mayoría de los países establecen pautas para que los inversores informales realicen actividades legales	Las reglas para el desembolso de préstamos están legisladas.
Adaptabilidad				
Alto	Bajo	Medio	Alto	Bajo
La tokenización prácticamente no tiene restricciones	Las reglas para las OPI son muy estrictas y no están sujetas a cambios	Las reglas son bastante flexibles	Todo depende de los inversores ángeles	La concesión de créditos está limitada por las políticas y regulaciones de ciertos bancos
Sectores				
Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera	Restricciones
Cualquier empresa con activos elegibles para la tokenización	Cualquier empresa pública	Cualquier empresa o startup	Cualquier empresa o startup	Depende del programa de crédito bancario
Duración del proceso				
Corto plazo	Largo plazo	Medio plazo	Medio plazo	Corto plazo
De 1 a 3 meses	De 6 a 12 meses	De 3 a 6 meses	De 3 a 6 meses	De 1 a 3 meses

Fuente: Goghie (2024) y elaboración propia (2025)

A colación de lo anterior, la tokenización es el proceso de crear una copia digital de cualquier activo en la cadena de bloques, presentando beneficios como eficiencia, liquidez y descentralización del activo del mundo real tokenizado (Mottaghi et al., 2024). La tokenización de activos del mundo real presenta dos tendencias principales: la digitalización y la financiarización (Arner et al., 2023). La primera transforma los activos físicos en un formato

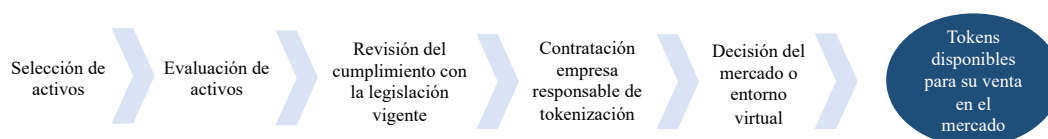
digital, mientras que la segunda les otorga propiedades de instrumentos financieros. La tokenización basada en Blockchain está acelerando estas dos tendencias, lo que permite innovaciones, como la programabilidad de tokens.

Destacar que sin la tokenización de los activos del mundo real (RWA), limitaría el crecimiento del volumen de datos digitales y la capacidad computacional de la propia cadena de bloques, disminuyendo el número de actividades, datos o transacciones que ocurren directamente dentro de una red Blockchain. En otras palabras, cualquier operación ejecutada en la cadena de bloques implica interacciones que se registran y verifican en el libro de contabilidad inmutable de la red Blockchain. Es por ello, que la tokenización de los activos del mundo real amplía las capacidades computacionales de la economía, ya que su aplicación a la provisión de servicios financieros presenta importantes beneficios a la sociedad en su conjunto (Fernández, 2019).

A continuación, veamos la naturaleza de la digitalización y financiarización de activos:

- **Digitalización de activos:** los activos (tangibles e intangibles) son transformados en formatos digitales o tokens registrados en una cadena de bloques con posibilidad de ser permutados o canjeados por inversiones fuera de la cadena de bloques, incrementando las oportunidades de inversión (Figura 6).

Figura 6. Tokenización aplicable a múltiples casos de uso

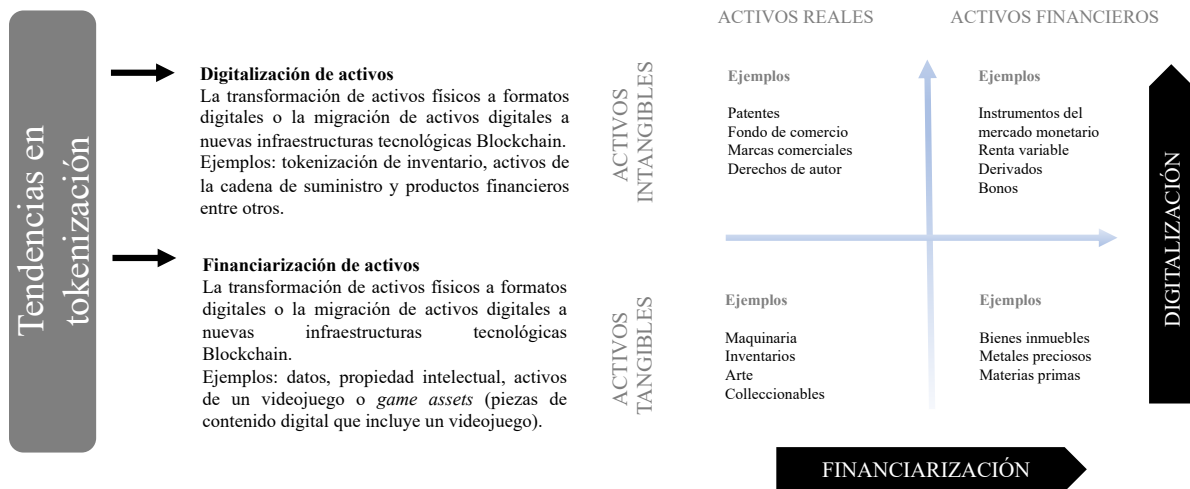


Fuente: Elaboración propia (2025)

- **Financiarización o *financialization*:** es el proceso de convertir cualquier activo (real y financiero) en un instrumento financiero mediante la reingeniería de los flujos de efectivo, las oportunidades de inversión y la captación de capital. La financiarización se entiende en términos generales como la expansión del sistema financiero, como resultado de nuevos actores, productos, regulaciones y estructuras tecnológicas. Estas transformaciones permiten nuevos modelos de relaciones entre los actores socioeconómicos y la esfera financiera en varios niveles interdependientes (Frame y White, 2004). La reciente expansión del sistema financiero ha estado respaldada por un intenso proceso de innovación financiera, entendida como la creación de nuevos productos financieros y mecanismos de intercambio, gracias a una combinación de desregulación y actividades empresariales en espacios financieros alternativos (Davis y Brauholtz-Speight, 2016; Langley, 2020), así como la aplicación de matemáticas avanzadas, análisis de datos y técnicas probabilísticas (Lash y Dragos, 2016).

En la Figura 7, se observa que la tokenización es aplicable a las diferentes dimensiones y naturaleza, espectro y naturaleza de cada activo. Como se mencionó previamente, la digitalización aplica a activos tangibles e intangibles y la financiarización aplica a activos reales y financieros.

Figura 7. Tendencias en tokenización

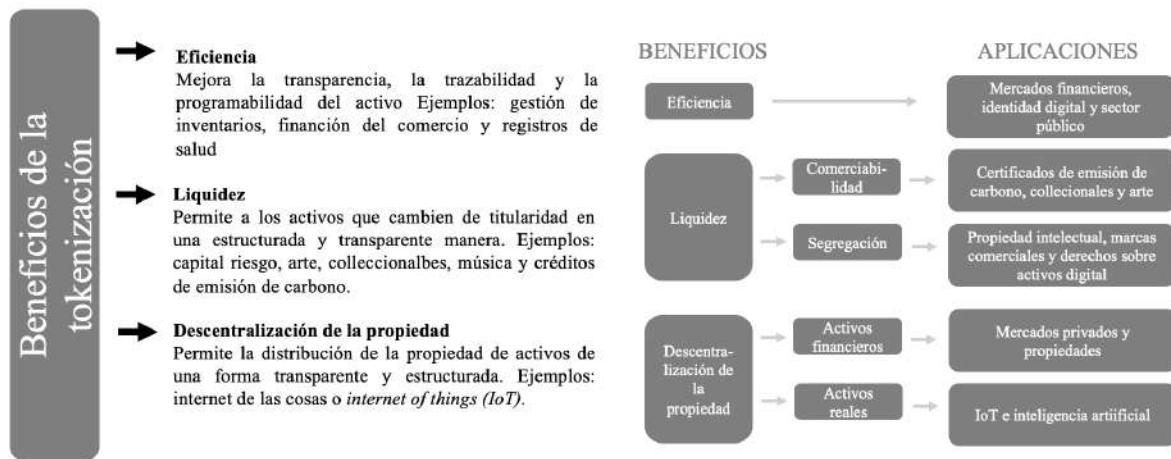


Fuente: Elaboración propia (2025)

La tokenización de activos reales puede desbloquear características clave como la transparencia, la comerciabilidad y la divisibilidad al estar representado a través de un token digital en la cadena de bloques. Aprovechar estas características clave genera tres beneficios al usar el token digital para la representación del activo subyacente en la cadena de bloques, y aplicable a diferentes industrias (Figura 8). Los tres beneficios son:

- **Eficiencia:** al digitalizar el activo se emplea menor cantidad de recursos como los gastos asociados a la producción, distribución y difusión de un activo determinado, mejorando la transparencia, los costes de transacción y ejecución.
- **Liquidez:** permite que los activos cambien de propietario de manera transparente y estructurada mejorando su liquidez por conferir a la compra, venta y comercialización de activos mayor accesibilidad y rentabilidad. En el caso de activos que son altamente ilíquidos (bienes inmuebles o materias primas entre otros) la tokenización de los mismos, permite crear mercados líquidos donde se permite a los inversores comprar y vender en momentos más flexibles del ciclo de inversión.
- **Descentralización de la propiedad:** permite la distribución de la propiedad de los activos de manera transparente y estructurada. La representación en la cadena de bloques de activos reales, proporciona un método eficiente y de bajo costo para rastrear las fracciones de propiedad entre varias partes. Debido a sus bajos costos y su escalabilidad, la cadena de bloques facilita la descentralización de la propiedad en escenarios en los que los altos costes anteriores hacían que la propiedad descentralizada fuera económicamente inviable. La fraccionización, que permite dividir fácilmente los activos digitales en fracciones (%) de sí mismos, desempeña un papel fundamental en la capacidad de los activos reales tokenizados para descentralizar la propiedad de los mismos. Al dividir los activos en porciones o fracciones más pequeñas de sí mismos, democratiza el acceso a estos activos creando nuevas formas de formación de capital.

Figura 8. Beneficios de la tokenización



Fuente: Elaboración propia (2025)

3.2. USO DE CONTRATOS INTELIGENTES O *SMART CONTRACTS* EN EL SECTOR HOTELERO

3.2.1. Definición

Los *smart contracts* o contratos inteligentes representan una innovación clave en la transformación digital del sector hotelero, al permitir la automatización de acuerdos sin necesidad de intermediarios. Basados en tecnología Blockchain, estos contratos se ejecutan de forma automática cuando se cumplen determinadas condiciones previamente programadas, lo que reduce significativamente los errores humanos, los tiempos de respuesta y los costos operativos (Catalini y Gans, 2023).

En el contexto hotelero, los *smart contracts* pueden aplicarse en múltiples áreas: desde la reserva y pago automatizado de habitaciones, hasta la gestión de programas de fidelización, contratación de proveedores, y distribución de ingresos en proyectos tokenizados (Paktiti y Economides, 2023). Su capacidad para generar registros inalterables y transparentes también mejora la confianza entre las partes involucradas (huéspedes, operadores, inversores y plataformas de servicios).

Además, su integración con sistemas de identidad digital descentralizada y pagos en criptomonedas permite nuevas formas de interacción con clientes globales, especialmente en un entorno donde la inmediatez, seguridad y trazabilidad son cada vez más valoradas (World Economic Forum, 2024). En suma, los *smart contracts* no solo optimizan procesos, sino que abren la puerta a modelos de negocio más eficientes, escalables y confiables en la industria hotelera.

El concepto de contrato inteligente fue conceptualizado por primera vez en la década de los noventa por Nick Szabo (Szabo, 1996). En un contrato inteligente, las cláusulas contractuales se registraban en programas informáticos y que éstos a su vez, y cumpliendo unas condiciones establecidas o parametrización, se ejecutaban automáticamente. La diferencia entre un contrato convencional y un contrato inteligente, es que en el primer supuesto, los contratos deben ser completados por un tercero de confianza de manera centralizada como por ejemplo un notario (Jiménez, 2017), lo que genera largos tiempos de ejecución y costes adicionales. En el caso de los contratos inteligentes las transacciones se almacenan, replican y actualizan esencialmente en cadenas de bloques distribuidas (Blockchain).

Independientemente del número de los intervinientes, optar por un único *smart contract* que integre el proceso completo de compraventa y logística ofrece ventajas significativas frente a la fragmentación en múltiples contratos. Un contrato unificado simplifica el flujo transaccional, mejora la trazabilidad, facilita la automatización de pagos condicionados y reduce los costes de transacción (Khan et al., 2021; Zheng et al., 2020). Aunque implica una mayor complejidad en el desarrollo y limita la reutilización modular, en el contexto de la cadena de suministro hotelera, donde las operaciones son secuenciales y de bajo dinamismo, esta opción proporciona una solución más eficiente y coherente.

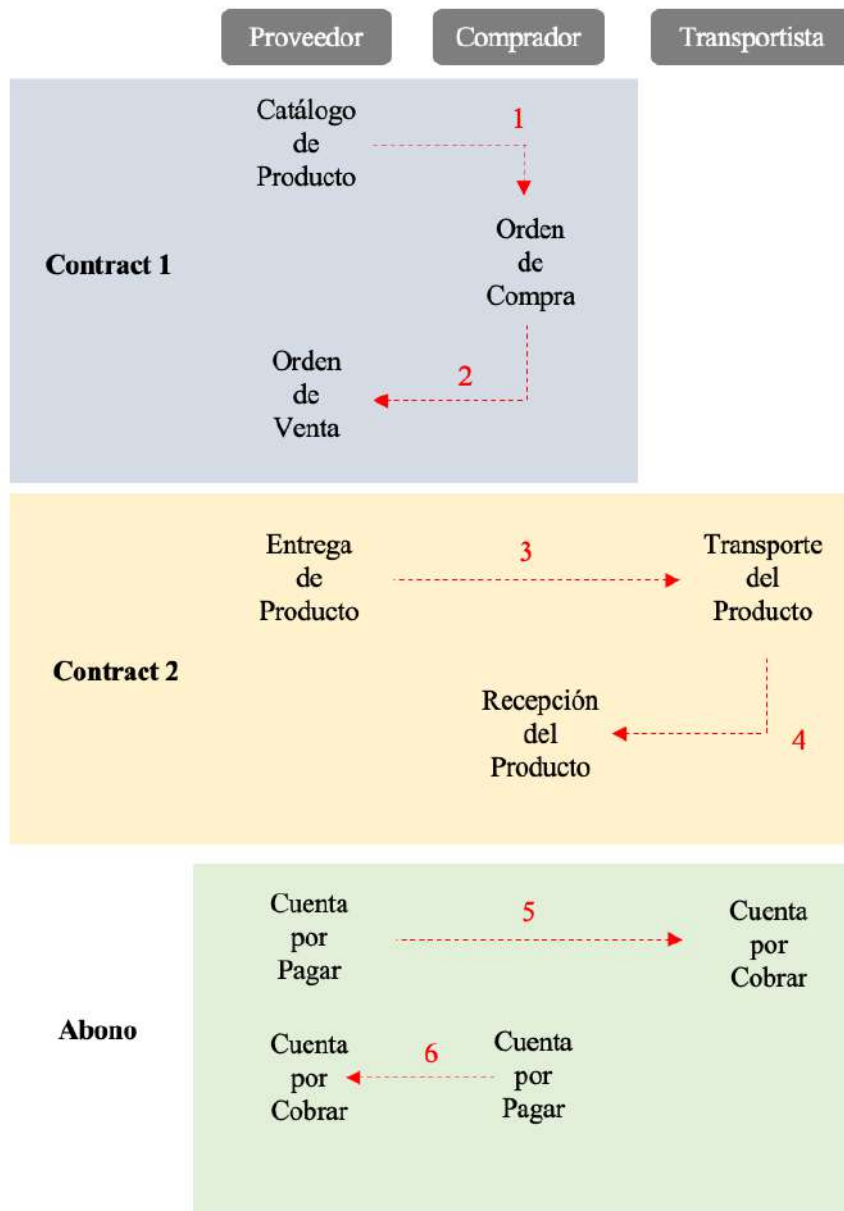
Tomemos como ejemplo un contrato inteligente entre un comprador como un hotel y un proveedor de alimentos y bebidas. Como se muestra en la Figura 9 (Khan et al., 2021), un determinado proveedor envía en primer lugar un catálogo de productos a un comprador, un hotel, a través de la red Blockchain. El catálogo incluye descripciones de los productos, como cantidad, precio y disponibilidad junto con el envío y las condiciones de pago que se almacenan en la cadena de bloques para que el comprador pueda obtener la información del producto y verificar la autenticidad del proveedor. A su vez, el comprador envía la orden de compra confirmando la cantidad especificada del producto y la fecha de pago a través de Blockchain. Todo este procedimiento forma un contrato de compra, es decir, contrato 1. Todo el procedimiento se realiza entre el comprador y el proveedor sin la intervención de un tercero. Finalizado el contrato 1, el proveedor buscará un transportista en la cadena de bloques para completar la fase de envío. Lo mismo que aplica en el contrato 1, el transportista también publica la descripción del envío (como tarifas de transporte, origen, destino, capacidad y tiempo de envío), así como las condiciones y términos de envío en la cadena de bloques. Si el proveedor acepta el contrato emitido por el transportista, los productos serán entregados al transportista quien finalmente enviará los productos al comprador. Todo este procedimiento constituye el contrato 2 y se lleva a cabo sin la intervención de un tercero al igual que los procedimientos de pago entre el pago del proveedor al transportista y el del comprador al proveedor que se completan automáticamente. Por ejemplo, una vez que el comprador confirma la recepción de los productos, el pago entre el comprador y el proveedor se activará automáticamente cuando se cumpla la condición predefinida. El pago entre el comprador al proveedor se realiza en forma de criptomonedas (Zheng et al., 2020).

En contraste con las transacciones convencionales, todo el proceso se realiza de igual a igual sin la intervención de terceros como los bancos. Como resultado, se pueden ahorrar considerablemente el tiempo de respuesta y los costes de transacción.

En resumen, los contratos inteligentes tienen las siguientes ventajas respecto a los contratos convencionales:

- Reducen riesgos. Debido a la inmutabilidad de las cadenas de bloques, los contratos inteligentes no pueden modificarse arbitrariamente una vez emitidos. Además, todas las transacciones que se almacenan y duplican en todo el sistema Blockchain son rastreables y auditables. Como resultado, se pueden mitigar en gran medida comportamientos maliciosos como los fraudes financieros.
- Reducen costes de administración y servicios. Las cadenas de bloques aseguran la confianza de todo el sistema mediante mecanismos de consenso distribuidos sin pasar por un corredor central o un mediador. Los contratos inteligentes almacenados en Blockchain se pueden activar automáticamente de forma descentralizada. En consecuencia, se pueden ahorrar significativamente los costes de administración y servicios debidos a la intervención de terceros.
- Mejoran la eficiencia de los procesos de negocio. La eliminación de la dependencia del intermediario puede mejorar significativamente la eficiencia del proceso empresarial. Tomemos como ejemplo el procedimiento de cadena de suministro antes mencionado. El pago se completa automáticamente de igual a igual una vez que se cumpla la condición predefinida (por ejemplo, el comprador confirma la recepción de los productos). Como resultado, el tiempo de respuesta se puede reducir significativamente.

Figura 9. Ejemplo de contrato inteligente entre un comprador y un proveedor



Fuente: Elaboración propia (2025)

3.2.2. Aplicaciones

Los contratos inteligentes tienen un amplio espectro de aplicaciones, que van desde Internet de las cosas o *Internet of Things* (IoT) hasta la economía colaborativa. En particular, se clasifican las principales aplicaciones de los contratos inteligentes en cinco tipos, como se muestra en la Figura 10. A continuación, se describen en detalle.

Internet de las cosas

Internet de las cosas es una de las tecnologías más prometedoras y puede soportar numerosas aplicaciones en hoteles, incluidas la gestión de la cadena de suministro, sistemas de control de inventario, relación con minoristas, control de acceso inteligente para huéspedes y robots inteligentes entre otros, que ayudan a la prestación de servicios sin contacto. Numerosas

empresas hoteleras están implementando con éxito aplicaciones IoT en sus establecimientos para mejorar la satisfacción de los huéspedes, la productividad del personal y la sostenibilidad ambiental, al tiempo que reducen los costes y la mano de obra innecesarios (Wynn y Jones, 2022).

Con la integración de contratos inteligentes, se pueden liberar las potencialidades de IoT. Tomemos como ejemplo cadenas hoteleras internacionales. La mayoría de estas empresas mantienen sus ecosistemas de IoT de manera centralizada. Por ejemplo, las actualizaciones de *firmware* (programa informático que establece la lógica de más bajo nivel que controla los circuitos electrónicos de un cualquier dispositivo), solo se pueden obtener en el servidor central manualmente por varios dispositivos de IoT mediante consultas desde los dispositivos al servidor. Los contratos inteligentes ofrecen una solución automática a este problema (Kontogianni et al., 2024) logrando una mayor descentralización por su registro en la Blockchain así como ventajas en términos de seguridad y estabilidad por estar todos los datos descentralizados y rastreables. Lo anterior aplica a operaciones inmobiliarias (Nasarre-Aznar, 2018), automatización de habitaciones y mantenimiento predictivo (Filimonau y Naumova, 2020), mayor personalización de servicios al cliente y contratos inteligentes para reservas (Dogru et al., 2018), gestión del inventario de habitaciones (Willie, 2020), pagos seguros y programas de fidelización (Önder y Treiblmaier, 2018) y seguimiento del equipaje (Önder y Gunter, 2022).

Seguridad de sistemas distribuidos

Los contratos inteligentes pueden aportar beneficios a la hora de mejorar la seguridad de los sistemas distribuidos. Los ataques de denegación de servicio distribuido (DDoS) son una de las principales amenazas a la seguridad de las redes informáticas. Los atacantes inundan la máquina atacada con solicitudes superfluas para sobrecargar los sistemas, interrumpiendo o suspendiendo en consecuencia los servicios de Internet (Falowo et al., 2024). En 2022, se propuso un mecanismo colaborativo para mitigar los ataques DDoS (Jian et al., 2022). En comparación con las soluciones tradicionales, este esquema basado en contratos inteligentes puede abordar los ataques de forma totalmente descentralizada. En particular, una vez que se ataca un servidor, las direcciones IP de los atacantes se almacenarán automáticamente en un contrato inteligente. De esta manera, se informará a otros nodos de las direcciones de los atacantes. Además, se aplicarán inmediatamente otras políticas de seguridad, por ejemplo, filtrar el tráfico de los usuarios maliciosos.

Finanzas

Los contratos inteligentes pueden reducir potencialmente los riesgos financieros, reducir los costes de administración y servicios y mejorar la eficiencia de los servicios financieros. A continuación, se explican los beneficios de los contratos inteligentes en los siguientes servicios financieros típicos.

- Mercados de capitales y banca de inversión. El sector hotelero en momentos de diversificación de sus inversiones o en la compra de valores de terceras compañías, han sufrido largos ciclos de liquidación, es decir, el tiempo entre el día que se realiza la compra-venta de valores y el día en el que el comprador-vendedor recibe las acciones o el efectivo respectivamente. Los contratos inteligentes pueden acortar significativamente el período de liquidación de 20 días o más a 6 a 10 días, aumentando así el atractivo para los hoteles por disponer de una mejor planificación financiera en

términos liquidez. Según Wang y Xu, (2023), esta eficiencia podría impulsar la demanda en un 5 ó 6 % en el futuro e incrementar los ingresos. Sin embargo, su impacto real depende de la adopción tecnológica y de marcos regulatorios adecuados, pues limitaciones de interoperabilidad o barreras normativas podrían retrasar los beneficios (Catalini y Gans, 2020; Schär, 2021). En este sentido, los contratos inteligentes representan un vector de competitividad para la hotelería, aunque su efectividad debe evaluarse dentro de los condicionantes contextuales (Cong y He, 2019).

- Banca comercial y minorista. Además de los mercados de capitales, la adopción de contratos inteligentes también puede traer beneficios al mercado hipotecario (Shoetan y Familoni, 2024) y por ende su disposición al sector hotelero. Los préstamos hipotecarios convencionales suelen ser complicados en los procesos de aplicación y solicitud de los mismos, lo que provoca costes y demoras adicionales. Los contratos inteligentes pueden reducir potencialmente los costes y las demoras mediante la automatización de los procesos hipotecarios con la digitalización de documentos legales en la cadena de bloques, fomentando el crédito al sector hotelero.
- Seguros. La aplicación de contratos inteligentes en la industria de seguros, también pueden reducir los gastos de procesamiento y ahorrar costes (Kanaparthi, 2024). Tomemos como ejemplo el seguro de un hotel independiente. Hay múltiples partes en un seguro de hoteles: daños materiales, robos, responsabilidad civil, realojo provisional, accidentes de empleados y maquinaria (Bahriddinovich, 2024). Los contratos inteligentes pueden automatizar la liquidación de reclamos al compartir documentos legales en la cadena de bloques, mejorando en consecuencia la eficiencia, reduciendo el tiempo de procesamiento de reclamos y ahorrando costos. Tomando como ejemplo, la compañía de seguros AXA, indicar que ha lanzado al mercado una nueva modalidad de seguro por retraso de vuelo, basado en contratos inteligentes. Los pasajeros que adquieren seguros de vuelo firmarán automáticamente un contrato inteligente que se conectará a la base de datos de tráfico aéreo global. Si el sistema detecta un retraso más de dos horas en el vuelo, activará una función en el contrato inteligente que permitirá pagar a los pasajeros de inmediato (Csongor, 2024).

Procedencia de los datos

Los contratos inteligentes también pueden utilizarse para garantizar la calidad de la información en el sector hotelero. La idea principal de la procedencia de los datos es almacenar la información de metadatos del origen, la derivación y la transformación de los datos. De hecho, se han propuesto sistemas de procedencia de datos basados en contratos inteligentes y cadena de bloques, cuyo funcionamiento es primeramente enviar los datos cifrados de un determinado cliente al sistema. Cuando hay algún cambio en los datos, se invoca al contrato inteligente para rastrear las transformaciones realizadas en los datos. De esta manera, se puede capturar cualquier falsificación maliciosa de datos (Tavakoli, 2024).

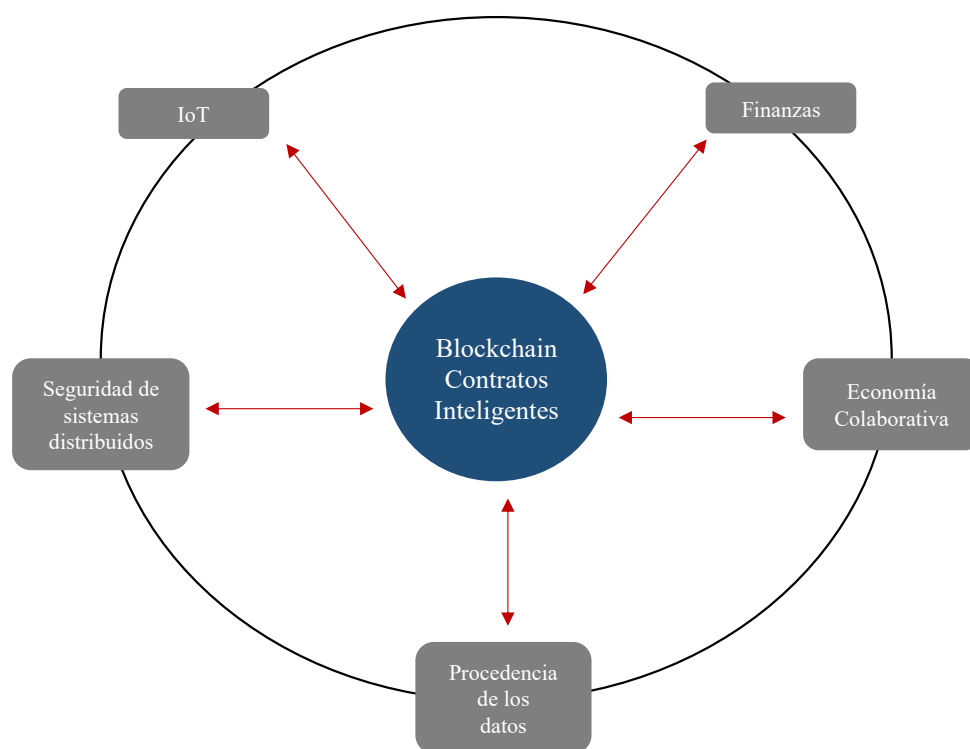
Economía colaborativa

La economía colaborativa aporta numerosos beneficios en el sector hotelero, ofreciendo la posibilidad de alquilar habitaciones compartidas, apartamentos y espacios dentro del hotel a huéspedes y clientes de forma temporal. Desde el punto de vista de la propiedad de un hotel, la economía colaborativa es una fuente de ingresos adicional reduciendo el consumo de recursos. Ofrecer habitaciones compartidas, alquilar espacios por horas, brindar servicios extra como desayuno o acceso al spa, gimnasio o zonas de coworking a aquellos huéspedes que se

alojan en las viviendas turísticas de la zona para ofrecer una experiencia más completa puede ser una oportunidad muy positiva para los hoteles en adaptarse a las nuevas tendencias ofreciendo experiencias de viaje más atractivas (Devesa et al., 2024).

Sin embargo, la mayoría de las plataformas actuales de economía colaborativa sufren los elevados costes de transacción de los clientes, la exposición de la privacidad y la falta de fiabilidad de terceros de confianza debido a la centralización. Los contratos inteligentes pueden transformar potencialmente la economía colaborativa descentralizando las plataformas de economía colaborativa (Raza et al., 2024), donde se propone una nueva plataforma de economía colaborativa basada en contratos inteligentes en la cadena de bloques Ethereum. Además, con la fusión de Internet de las cosas y los contratos inteligentes pueden avanzar en el desarrollo de las aplicaciones de la economía colaborativa como sistemas de pago automático entre pares, sistemas de viajes y plataformas de cambio de divisas (Huckle et al., 2016).

Figura 10. Principales aplicaciones de los contratos inteligentes



Fuente: Elaboración propia (2025)

3.3. DIFERENTES TIPOS DE TOKENIZACIÓN APLICABLES AL SECTOR HOTELERO

Cada tipo de tokenización tiene diferentes implicaciones en términos de las capacidades específicas que una empresa necesita desarrollar, su papel en la cadena de valor y la economía resultante. En función de las necesidades de cada establecimiento hotelero, la tokenización permite desbloquear beneficios como una mayor liquidez, una mejora en la personalización de

sus servicios o proporcionar nuevas ventajas competitivas. A continuación, se presentan los diferentes tipos de tokenización que aplican en el sector hotelero.

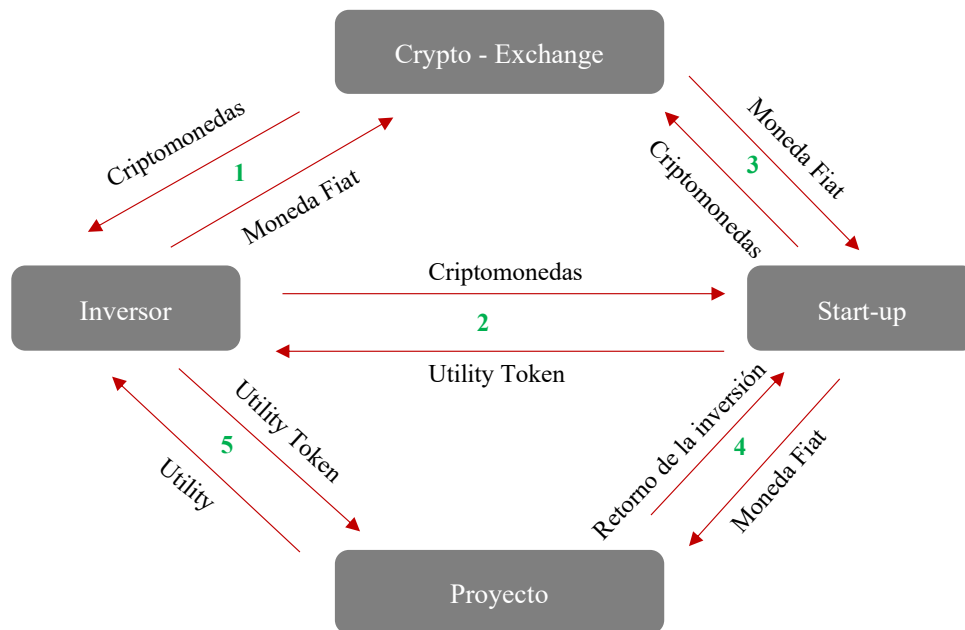
3.3.1. Tokens de utilidad o *utility tokens*

Los tokens de utilidad se caracterizan por su fungibilidad o unidad digital de valor intercambiable, de mismo valor y características que otro token del mismo tipo (criptomonedas o stablecoins) y también por su naturaleza puramente digital. Este tipo de tokens representan bienes o servicios dentro un mercado digital o incluso la participación en la gobernanza de una red descentralizada (Di Angelo y Salzer, 2020). Son comparables a la financiación colectiva de recompensas o *crowdfunding*, ya que el titular del token o inversor prefinancia un determinado proyecto obteniendo a cambio de una especie de vale de uso preferente para recibir un producto o servicio en una etapa posterior del proyecto (Chod et al., 2022).

Los tokens de utilidad que representan servicios pueden facilitar el comercio e intercambio de dichos servicios y presentan una fuente alternativa de financiación en la fase inicial de proyectos innovadores sin diluir el porcentaje de participación de los fundadores o accionistas del proyecto. Se puede considerar como un modelo alternativo a la financiación tradicional de capital y riesgo, en la medida en que los fundadores y propietarios del proyecto transfieren una proporción del riesgo del proyecto a los futuros clientes sin diluir los intereses de la propiedad. Además de la financiación, los tokens de utilidad presentan una dimensión empresarial y estratégica ya que, al ser emitidos, se crea una red de usuarios aumentando aún más el valor del negocio (Chutipat et al., 2023).

Una diferencia con el *crowdfunding* es que el flujo de flujos de efectivo y tokens dependen completamente de tecnología Blockchain y de contratos inteligentes para la automatización de las transacciones (Lenz, 2019). Veámoslo con un ejemplo en Figura 11. En el paso 1, los titulares de los tokens o inversores intercambian moneda fiduciaria o *fiat* (dinero de curso legal) para adquirir criptomonedas. En el paso 2 los inversores compran el token de utilidad a cambio de criptomonedas a la *start-up* o futura empresa. En el paso 3, la *start-up* intercambia al menos una parte de las criptomonedas por moneda *fiat*, invirtiendo el dinero en el proyecto y si la inversión tiene éxito, la *start-up* recibe un retorno de la inversión como se observa en el paso 4. En el último paso 5, los inversores son recompensados con una utilidad que estará vinculada al producto o servicio del proyecto.

Figura 11. Proceso de los tokens de utilidad



Fuente: Lenz (2019) y elaboración propia (2025)

Los *utility tokens* según su función y utilidad dentro de un ecosistema para los que fueron creados (Benedetti et al., 2023), se clasifican en:

- **Tokens de acceso o membresía.** Permiten a los usuarios disfrutar de funciones avanzadas, servicios especiales o contenido único dentro de una plataforma o red. Por ejemplo, pueden tener acceso a herramientas mejoradas en una aplicación, material exclusivo en un sitio de medios digitales o pertenencia a una comunidad en línea (Riabi et al., 2019).
- **Tokens de utilidad operativa.** Funcionan como un método de intercambio dentro de una red o plataforma para abonar bienes, servicios o transacciones. Por ejemplo, pueden ser empleados para cubrir tarifas de transacción (como sucede con Ether, la moneda del ecosistema Ethereum), gastos de almacenamiento de datos o servicios de computación en la nube (Motola Villanueva et al., 2022).
- **Tokens de gobernanza.** Otorgan a los poseedores la capacidad de involucrarse en el proceso de decisión y gestión de una red descentralizada o una organización autónoma descentralizada (DAO). Los poseedores de estos tokens tienen la posibilidad de votar en propuestas de modificaciones al protocolo, elecciones de líderes o decisiones clave sobre la dirección del proyecto (Liu et al., 2021).
- **Tokens de utilidad específica.** Poseen una función particular en un contexto determinado, como en el caso de tokens que simbolizan derechos de acceso a recursos digitales como almacenamiento, ancho de banda o capacidad de procesamiento. Por ejemplo, pueden emplearse para acceder a servicios de almacenamiento distribuido, computación distribuida o redes descentralizadas (Pacheco, 2019).
- **Tokens de incentivo.** Se emplean para motivar y premiar determinadas acciones o aportes dentro de una plataforma o red. Por ejemplo, pueden ser utilizados para recompensar a los usuarios por involucrarse en actividades como la generación de

contenido, la verificación de transacciones o la ayuda en el crecimiento y desarrollo de la red (Drasch et al., 2020)

Los tokens de utilidad se emiten comúnmente durante las Ofertas Iniciales de Monedas o *Initial Coin Offerings* (ICOs) o las Ofertas Iniciales de DEX o *Initial DEX Offerings* (IDO). A continuación se explica cada concepto:

- Las Ofertas Iniciales de Monedas o *Initial Coin Offerings* (ICOs) son una forma emergente de recaudación de fondos para empresas emergentes basadas en Blockchain en las que se emiten monedas digitales (tokens) a los inversores a cambio de fondos para ayudar a financiar el negocio. Los tokens pueden tener una variedad de usos, pero lo más común es que se utilicen para el consumo de los bienes y servicios de la empresa una vez que estén disponibles, tokens de utilidad, o se ofrezcan como acciones de las ganancias futuras de la empresa, tokens de capital (Gan et al., 2021).
- Las Ofertas Iniciales de DEX o *Initial DEX Offerings* (IDO) son un método de recaudación de fondos o *crowdfunding*, que permite a los proyectos de cadenas de bloques emitir sus monedas o tokens nativos a través de un *exchange* descentralizado (DEX). Un DEX es una plataforma que permite a los usuarios intercambiar criptomonedas sin intermediarios centrales (Magnusson et al., 2022).

En la mayoría de las jurisdicciones, los tokens de utilidad no se consideran valores y, por lo tanto, no se rigen por las leyes de valores. Esto elimina los obstáculos regulatorios, facilitando que los titulares de tokens minoristas puedan acceder a ellos. Dado que se parecen más a los vales de productos, los tokens de servicios están sujetos a las leyes fiscales y de protección del consumidor. Sin embargo, en la Unión Europea y desde el 30 de diciembre de 2024, los tokens de utilidad están regulados en Europa por el Reglamento sobre Mercados de Criptoactivos (MiCA). Europa se posiciona como referente mundial en regulación de criptoactivos, sentando las bases de un estándar global que otras jurisdicciones podrían adoptar (Parra, 2025).

3.3.2. Token de seguridad o *security tokens*

Un token de seguridad representa una clase distinta de activos digitales y su proceso de emisión, Oferta de Token de Seguridad o *Security Token Offerings* (STO), es un método único de financiación de empresas. Dicho de otra manera, un token de seguridad es una representación digital de un producto de inversión, registrado en un libro de contabilidad distribuido, y sujeto a regulación en virtud de las leyes de valores. Las plataformas de oferta de tokens de seguridad (STO), son como el puente entre la inversión tradicional y el mundo digital, y que en lugar de invertir en acciones tradicionales se obtienen tokens digitales, representando la propiedad correspondiente al valor del token ya que son certificados digitales de la propiedad (Lambert et al., 2022).

Como se puede observar en Figura 12, el proceso de emisión de una emisión de tokens de seguridad consta de cinco fases. Las primeras dos fases (1 y 2), implican la evaluación de la viabilidad económica de la iniciativa, preparación para el levantamiento del capital y diseño de la estructura legal y financiera. Destacar que en la fase 1 y como se estudiará en la siguiente sección, el análisis del modelo económico del token o *tokenomics*, es la piedra angular en la buena consecución de las siguientes fases por aplicar principios de la política monetaria a los activos dentro de la cadena de bloques o Blockchain, así como en la fase 2, la creación de una sociedad de propósito especial o *special purpose vehicle*, que son vehículos de inversión empresarial que se crean para gestionar un proyecto específico.

En la fase 3 se toman decisiones sobre la tecnología a implementar y la selección del proveedor de servicios (plataforma Blockchain). Ethereum es la opción más popular entre los emisores de tokens de seguridad porque tienen capacidad para representar el ciclo de vida completo de los valores, como ejercer el voto, pagar intereses o dividendos, así como evaluar a posibles inversores de acuerdo con las regulaciones respecto a conocer al cliente o *know your customer* (KYC) y anti lavado de dinero o *anti-money laundering* (AML). La cuarta y quinta fase (4 y 5), representan la obtención del capital, identificando a inversores claves para enviar señales positivas al mercado en general, ejecución de actividades de marketing para atraer el interés de inversores adicionales, formalización de transferencias de dinero por parte del inversor y la cotización del valor en una bolsa adecuada.

Figura 12. Emisión de tokens de seguridad (STO) con acciones específicas durante cada fase del proceso

FASE 1 Pre - STO Investigación Previa	FASE 2 Estructuración Legal STO	FASE 3 Emisión y oferta de Tokens	FASE 4 Promoción en la Oferta y Promoción	FASE 5 Post - STO Gestión
<ul style="list-style-type: none"> - Planificación de proyectos y presupuesto - Elegir la jurisdicción disponible más atractiva y ventajosa - Análisis fiscal - Valoración de riesgos - Análisis del modelo económico del Token (Tokenomics) - Estructuración financiera 	<ul style="list-style-type: none"> - Creación de una sociedad de propósito especial o Special purpose vehicle (SPV) - Apertura de cuentas bancarias - Preparación del acuerdo de suscripción y análisis de las características del token y su cumplimiento con las leyes. - Emisión del memorando de la oferta o documento técnico - Redacción de políticas conoce a tu cliente o <i>know your customer</i> (KYC), anti lavado de dinero o <i>anti-money laundering</i> (AML) y de privacidad. 	<ul style="list-style-type: none"> - Implementación de la plataforma de venta de tokens - Emisión técnica de tokens - Pruebas de la plataforma y de los contratos inteligentes - Lanzamiento de la STO 	<ul style="list-style-type: none"> - Definición de inversores objetivo y canales de divulgación - Emisión técnica de tokens - Desarrollo de la estrategia de comunicación en función del público objetivo - Colaboración con medios de comunicación e influencers. 	<ul style="list-style-type: none"> - Gestión de activos - Distribución de flujos de caja entre inversores - Definición de estrategia de trading en mercados secundarios - Gestión de liquidez

Fuente: Elaboración propia (2025)

Considerados como instrumentos financieros según el artículo 2 de la Ley del Mercado de Valores consolidada, están sujetos a las Directiva 2014/65/UE - MIFID II, el Reglamento (UE) 600/2014 - MIFIR, y lo estipulado en el Real Decreto Legislativo 4/2015, del 23 de Octubre, que aprueba la ley del Mercado de Valores consolidada. La emisión de los tokens de seguridad requiere la obtención de autorizaciones pertinentes y la supervisión de la Comisión Nacional del Mercado de Valores (CNMV), calificándose dicha operación como una STO (Martínez-Echevarría, 2025).

Los tokens de seguridad se pueden agrupar en diferentes categorías en función de su propósito:

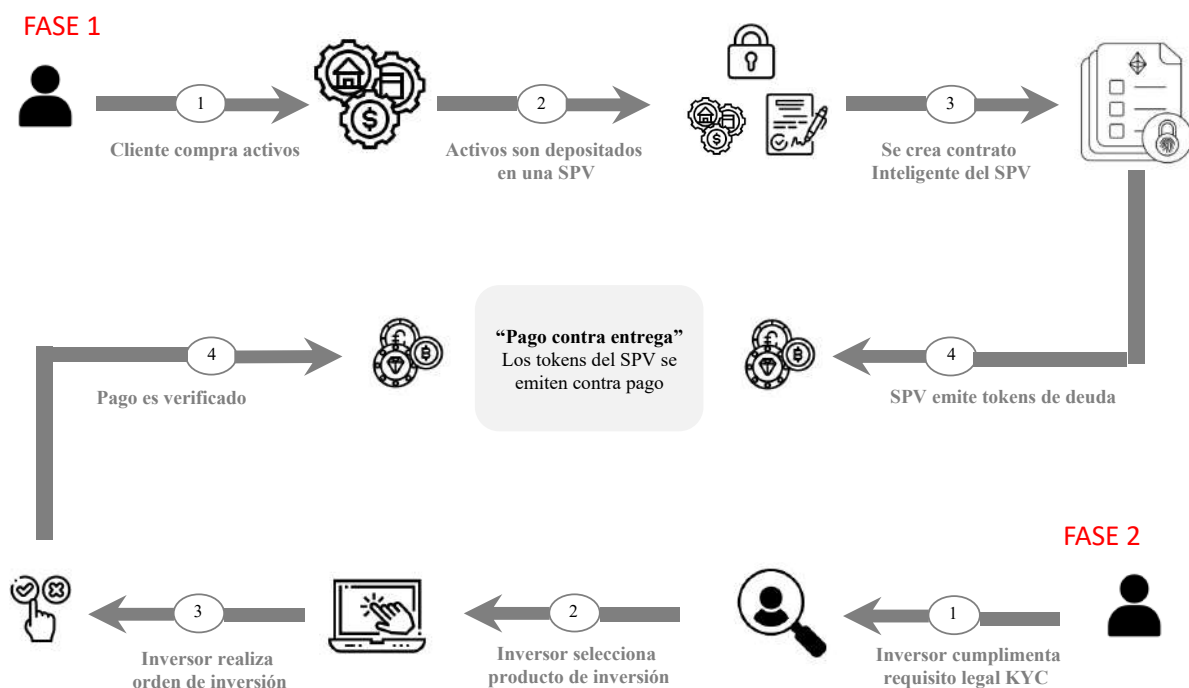
- **Tokens de capital o *equity tokens*.** Son activos digitales que simbolizan partes de propiedad en el capital de una empresa, permitiendo a los inversores involucrarse en la propiedad y los beneficios de manera fraccionada y accesible. El funcionamiento de estos activos se fundamenta en la conversión de las acciones de una empresa en tokens. La empresa emite una cantidad específica de estos tokens en una cadena de bloques, comúnmente Ethereum, que representan fracciones de su capital. Estos tokens se ofrecen a los inversores a cambio de criptomonedas o dinero tradicional.
- **Tokens de deuda o *debt tokens*.** Son activos digitales que representan una deuda o un préstamo. Son similares a los préstamos a corto plazo, con una tasa de interés vinculada a una cantidad principal específica. Son considerados como parte de un proceso llamado tokenización de activos financieros.

- **Tokens de fondos o *fund tokens*.** Son activos digitales que representan una parte de un fondo como un fondo de inversión, bienes raíces o de capital privado. Permiten la propiedad fraccionada de activos, lo que permiten una mayor accesibilidad a un mayor número de inversores, aumentando la liquidez de activos ilíquidos.
- **Tokens de participación en ingresos o *income – share tokens*.** Son activos digitales que representan una clase de acciones que pagan dividendos permitiendo a los inversores obtener una parte de los beneficios netos de una empresa determinada.

El proceso de emisión de los diferentes tipos de tokens de seguridad citados anteriormente, cumplen un similar flujo o procedimiento en cuanto a su emisión y adquisición. En figura 13, se observa como en la fase 1, como una persona física o jurídica (cliente) adquiere unos activos para su posterior transmisión a una SPV, dotándole del patrimonial fundacional suficiente. Definiendo el valor, la cantidad, las características y las reglas del uso del token, lo que en un principio un activo presenta una naturaleza ilíquida como por ejemplo bienes inmuebles, es en este punto y mediante la creación de un contrato inteligente de la emisión de tokens de seguridad de la SPV, cuando los activos se transforman en activos líquidos. Como los tokens de la SPV se emiten contra pago para su posterior entrega al inversor, vemos que en la fase 2, el inversor ha de formalizar una serie de requisitos legales como el KYC. Autorizado dicho requerimiento, es cuando el inversor selecciona el producto de inversión, y realiza la orden de inversión. Verificado que el pago se ha efectuado correctamente por parte del inversor es cuando se liberan los tokens y son transferidos al inversor como propietario de los mismos.

Como resultado de lo expuesto anteriormente, la emisión de tokens de seguridad es una herramienta que facilita el fraccionamiento de la propiedad de un activo representada en tokens digitales facilitando su compra, venta y negociación en mercados secundarios. O dicho de otra forma, lo que antes se consideraba un activo ilíquido, por medio de la tecnología Blockchain y la tokenización, se ha convertido en un activo líquido.

Figura 13. Proceso de creación, emisión y adquisición de un token de seguridad



Fuente: Elaboración propia (2025)

3.3.3. Tokens no fungibles o *Non-Fungible Tokens* (NFT's)

Un token no fungible es una representación de un único activo digital que no se puede intercambiar ni comercializar por igual otro NFT del mismo tipo. El concepto de token no fungible es esencialmente un certificado digital de autenticidad que no puede ser replicado. Los NFT se almacenan en una cadena de bloques o en un libro de contabilidad distribuido y se utilizan para representar la propiedad de artículos únicos. Gracias a las propiedades seguras de la tecnología Blockchain, el registro de la propiedad está siempre disponible, es inmutable y garantiza que sólo puede haber un propietario en un momento dado (Kuznetsov et al., 2024).

Los contratos inteligentes son el núcleo de los NFT, ya que son códigos automatizados que se ejecutan en una cadena de bloques que definen los atributos, la propiedad y el comportamiento transaccional de los NFT. Por lo general, los creadores de NFT siguen los protocolos estándar de contratos inteligentes de NFT recomendados por la comunidad de desarrolladores de Ethereum (red descentralizada que permite ejecutar y verificar contratos inteligentes) para crear e implementar sus NFT. Sobre esa base, se generan las direcciones de contrato inteligente de NFT correspondientes. Las diferentes direcciones de contrato inteligente de NFT representan una amplia variedad de NFT, lo que hace que la dirección del contrato sea el identificador único para distinguir las variedades de NFT, en lugar de la imagen de NFT (Liao et al., 2024).

Basado en la infraestructura programable Blockchain, los NFT pueden representar en un ámbito digital cualquier elemento que sea a la vez físico o digital. Es importante reconocer que los metadatos (datos que hablan acerca de los datos) que se almacenan dentro del contrato inteligente del token garantiza la unicidad y, junto con la transparencia del historial de transacciones proporcionado por la subyacente tecnología, permite que el NFT sea verificable por cualquiera de los participantes de la red, reduciendo el riesgo de falsificación a cero (Popescu, 2021). Los metadatos se refieren a un componente crucial de los NFT, ya que asocian información sobre los activos NFT, que comprenden el nombre, la descripción y, lo más importante, la ubicación de almacenamiento del activo digital (por ejemplo, un archivo de imagen, audio o video).

Los NFT están creando una nueva infraestructura digital basada en el concepto de prueba de activo o *proof-of-asset* (PoA). PoA es un mecanismo que garantiza que un gran número de garantes (avalistas) tengan suficientes activos para satisfacer el valor establecido por el prestamista. Las principales propiedades y características identificadas en el ecosistema de NFT son (Popescu, 2021):

- **Oferta limitada:** los NFT se emiten en un número limitado de unidades, por lo que no se puede tener un flujo de emisión de NFT con la misma propuesta de valor.
- **No interoperable:** esta propiedad se refiere a la característica de que cualquier activo se identifica y representa un elemento único dentro de su propio ecosistema. No puede tener la misma representación dentro de un entorno similar. Se aplica de la misma manera a cualquier coleccionable, recuerdo o tarjeta coleccionable.
- **Indivisible:** es importante reconocer que un NFT se representa como un artículo completo y no se puede dividir en denominaciones más pequeñas.
- **Indestructible:** la tecnología que impulsa las NFT mejora estos activos con la propiedad de ser inmutables. Todos los metadatos que se almacenan a través de

contratos inteligentes en la cadena de bloques no se pueden replicar, eliminar ni destruir, lo que otorga derechos de propiedad del NFT a la billetera o par que los posee.

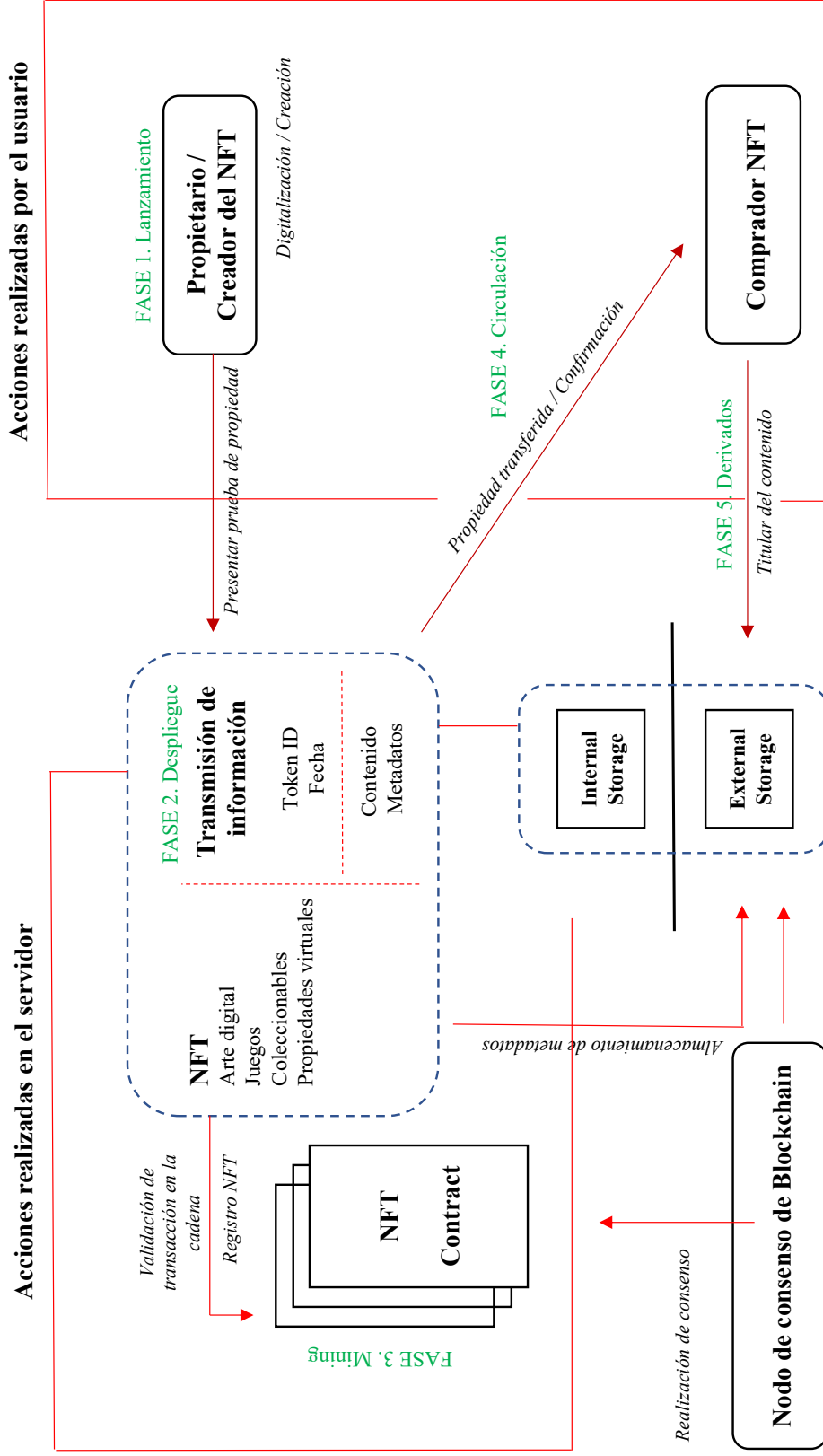
- **Verificable:** el proceso de autenticación también lo proporcionan las características subyacentes de la tecnología Blockchain. Esto permite una trazabilidad dentro del libro mayor, ya que todas las transacciones se registran y almacenan históricamente dentro de los bloques de datos. Esta propiedad permite rastrear cualquier NFT adjunto a una obra de arte hasta el creador original, eliminando la necesidad de un método de autenticación de terceros.

En el proceso de registro y procesamiento de un token no fungible - NFT (Figura 14), se identifican cinco ciclos de vida de un NFT; lanzamiento, despliegue, acuñación, circulación y derivados, así como dos principales actores: emisor/propietario y comprador (Liao et al., 2024).

- **Lanzamiento:** en esta fase, quienes emiten NFT se dedican a planificar y prepararse para lanzar sus tokens. Los creadores de estos proyectos definen cómo se posicionarán y diseñarán los NFT, elaboran documentos técnicos y planes del proyecto, y comparten información a través de diversos canales, como redes sociales, publicidad en línea y exposiciones de arte, con el fin de atraer a posibles compradores. Además, algunos emisores pueden invitar a voluntarios a ayudar, promocionar y dar visibilidad al proyecto. A cambio, estos voluntarios pueden recibir beneficios, como acceso anticipado a preventas, privilegios para acuñar NFT o descuentos en la compra de los mismos.
- **Despliegue:** los creadores de NFT llevan a cabo varias actividades: primero, suben sus obras de arte digitales, que pueden ser imágenes, audio o videos, a plataformas de almacenamiento en línea. Luego, generan metadatos para los NFT y los vinculan a estas obras, lo que incluye información como el enlace de almacenamiento, descripciones, atributos y otros detalles importantes. Después, escriben e implementan el contrato inteligente de NFT en la Blockchain, lo que implica desarrollar el código necesario y ponerlo en funcionamiento en la red elegida. Es importante mencionar que el almacenamiento de los NFT es un aspecto crucial en esta fase, y hay dos tipos; el almacenamiento centralizado, donde los NFT se guardan en los servidores de los creadores o en servicios de nube de terceros como Amazon Web Services o Alibaba Cloud (almacenaje interno o internal storage) y el almacenamiento descentralizado, donde se utilizan plataformas como el Sistema de Archivos Interplanetarios (IPFS) o la red Arweave (almacenaje externo o external storage).
- **Acuñación o *mining*:** es el momento en que una obra de arte digital se convierte en un NFT. Durante este proceso, se crea un token NFT en la cadena de bloques y se envía a la billetera digital del primer comprador. Los primeros compradores conectan sus billeteras al sitio y utilizan un contrato inteligente para completar la compra. Esta función de acuñación es algo que los creadores diseñan específicamente. Al acuñar el NFT, se genera un ID único que se transfiere a la billetera del comprador. Además, la mayoría de los NFT tienen un número limitado de acuñaciones para mantener su exclusividad.
- **Circulación:** se transfiere la propiedad al comprador del NFT. En algunos casos, destacar que los compradores iniciales pueden transferir a mercados secundarios los NFT, donde son comprados y vendidos libremente.
- **Derivados:** los poseedores de NFT pueden depositar sus NFTs en plataformas de préstamos de NFT como garantía y recibir una cierta proporción de tokens, convirtiéndose en prestatarios en la plataforma de préstamos de NFT. Se requiere que

los prestatarios paguen un cierto porcentaje de interés y cumplan con un calendario de reembolso durante el plazo del préstamo. Si el precio del NFT dado en garantía cae a un punto en el que el préstamo se vuelve insolvente, el NFT será liquidado y confiscado por la plataforma de préstamos de NFT.

Figura 14. Proceso de registro y procesamiento de un token no fungible – NFT



Fuente: Bhujel y Rahulamathavan (2022) y elaboración propia (2025)

En función de los casos de uso, los NFTs se pueden clasificar en (Wlasinsky, 2023):

- **Imagen de perfil o *picture-for-profile* (PFP) y avatares.** Los NFTs PFP, que son NFTs de imagen de perfil, son activos digitales únicos que se utilizan principalmente para personalizar perfiles en redes sociales. Cada PFP NFT actúa como una representación digital del propietario y se refiere a una imagen digital única que sirve como identidad en línea del usuario. La empresa Laagam, especializada en moda, lanzó en 2022 más de 500 NFTs, que incluían una prenda digital para los avatares de los clientes en el metaverso Decentraland, una obra de arte en 3D y un filtro exclusivo para usar en Instagram (Martín-Guart, et al., 2024). Al incorporar un PFP, ofrecieron a los usuarios la posibilidad de crear una foto de perfil única y exclusiva para sus redes sociales (Figura 15).

Figura 15. PFP de Laagam en Instagram



Fuente: Martín-Guart et al., (2024)

- **Arte digital.** El arte digital abarca aquellas obras que emplean únicamente herramientas digitales y código binario en su proceso de creación y presentación. Se trata de una forma de arte en constante transformación, que habita en el ámbito virtual, lo que lo hace intangible, pero a su vez está condicionado por el software y hardware con el que se ejecuta (Valera et al., 2021). La comunidad de arte digital NFT se clasifica en coleccionistas, creadores (artistas y desarrolladores), inversores e intermediarios (Allen et al., 2022). Un ejemplo (Figura 16) sería las versiones digitales de las obras en la colección *The Currency* (Hirst y Fry, 2022).

Figura 16. Colección NFT *The Currency* de Damien Hirst



Fuente: Min (2022)

- **Juegos.** Los NFTs son conjuntos únicos de datos que se almacenan en la Blockchain, lo que permite a las personas verificar la escasez y propiedad de los datos. Por lo tanto, los NFTs también podrían representar objetos dentro de un juego. Un jugador podría, por ejemplo, obtener una espada digital vinculada a un NFT. Debido al NFT, esta espada puede ser escasa y otros jugadores pueden verificar que un jugador realmente posee el objeto. Aparte del hecho de que los jugadores generalmente pueden poseer un objeto digital dentro del juego, la implementación de los tokens digitales podría estimular la economía dentro del juego entre los jugadores (Rehman et al., 2021).

Los NFTs podrían revolucionar la forma en que los juegos manejan los activos dentro del juego, brindando a los jugadores la capacidad de probar la propiedad de los activos de juego. Además, el concepto de "*Play-To-Earn*" (jugar para ganar) puede hacerse posible y volverse más eficiente con la ayuda de las criptomonedas y los NFTs. "*Play-To-Earn*" es el concepto de dar a los jugadores la posibilidad de ganar dinero mientras juegan (Choi y Choi, 2022). *Play-To-Earn* se hizo popular en Filipinas en medio de altas tasas de desempleo y la pandemia de COVID-19. Axie Infinity, un juego *Play-To-Earn* con NFTs, se convirtió en una fuente importante de ingresos para las personas en el país (Patel, 2024).

- **Deportes.** El ecosistema deportivo está compuesto por diversos grupos de interés que desempeñan roles directos o indirectos en la conformación e influencia de la industria (Perdana et al., 2021). Atletas profesionales, aficionados y seguidores del deporte, radiodifusores y empresas de medios, patrocinadores y anunciantes, reguladores y organismos gubernamentales son responsables en la creación, distribución, regulación y consumo del producto (Chadwick y Holt, 2012). Los NFTs han surgido como una nueva tecnología que permite la creación e intercambio de activos digitales únicos, los cuales pueden incluir elementos como coleccionables deportivos, momentos destacados de juegos y otro contenido relacionado con el deporte (Yu, 2021), presentando un alto potencial de impacto en todo el ecosistema deportivo al igual en numerosas aplicaciones en la industria deportiva. Desde la creación de tokens para los aficionados que otorguen derechos de voto sobre ciertas decisiones del club o acceso exclusivo a contenido y experiencias (Mereu, 2023), creación de tokens para los atletas que representen un porcentaje de las ganancias del atleta provenientes de diferentes fuentes de ingresos monetizando su marca personal y con la posibilidad de ser negociados en un intercambio descentralizado recibiendo compensación por su valor

(Baker et al., 2022), o permitir un sistema de publicidad tokenizado que recompense a los espectadores por ver anuncios para su posterior canje por contenido exclusivo, entradas, experiencias y material publicitario.

- **Propiedades virtuales o digitales.** La fusión de los NFT y los bienes raíces virtuales ha dado lugar a lo que se conoce como la economía del metaverso. Los bienes raíces virtuales (terrenos y edificaciones) son propiedades digitales dentro de mundos o entornos virtuales, creados y gestionados mediante tecnología Blockchain (metaverso). En este contexto, los NFT son fundamentales para la propiedad, ya que permiten a las personas comprar, vender e intercambiar bienes raíces virtuales de manera fácil y segura (Garrido, 2024). Además, los mismos factores que influyen en la realidad, como la ubicación, las comodidades y el transporte, pueden afectar a los precios de las viviendas en el mundo virtual. Por ejemplo, en el metaverso, los usuarios pueden coleccionar y vender propiedades a otras personas por segunda vez, así como organizar exposiciones de arte, festivales de música, competiciones de videojuegos, entre otros. La plataforma virtual enfatiza explícitamente la escasez de terrenos virtuales para los usuarios, los cuales se ofrecen en subastas y se comercializan a través de NFTs (Duan et al., 2021). En Figura 17, se observa algunos proyectos metaversos conocidos como Decentraland, Sandbox, Axie Infinity e Illuvium. Tomando como ejemplo Decentraland, los terrenos son propiedad permanente de la comunidad con total vigilancia y control sobre sus actividades creativas. En Decentraland, un determinado terreno se identifica de manera única con un NFT, transferible, seguro y almacenado en un contrato inteligente. Decentraland no está administrado ni supervisado por ninguna organización centralizada; es decir, ningún agente tiene permiso para cambiar las reglas del software, el contenido, el sistema económico o evitar que otros usuarios accedan, comercien con productos digitales y presten servicios en el mundo Decentraland (Gadekallu et al., 2022).

Figura 17. Dentro de los mundos virtuales de diferentes proyectos del metaverso (de izquierda a derecha): Decentraland, Sandbox, Axie Infinity e Illuvium



Fuente: Elaboración propia (2025)

- **Música y entretenimiento.** Con la llegada de la Web 3.0, la tecnología Blockchain y los NFT, estudios de contenido están creando NFT basados en sus propias películas, música y otros contenidos permitiendo que artistas incrementen el valor de su trabajo. Ello se debe a la creación de una estructura económica basada en la economía del fan o *fandom*, es decir, grupos de personas que comparten una pasión por alguien o algo como un artista o una película. A través de los NFT se ofrecen diversas experiencias y beneficios a sus propietarios (Kang, 2022), convirtiendo a los NFTs como vehículos para la democratización del negocio, generando oportunidades tanto desde el punto de vista de la creación como de la captura de valor (Leal, 2022). El impulso se debe principalmente a tres factores: la oportunidad para que los creadores de contenido ejerzan y transmitan los derechos asociados a sus obras, la posibilidad de que un determinado admirador o fan de un artista pueda poseer derechos de titularidad y uso de las obras de sus artistas favoritos y el aprovechamiento de la singularidad o exclusividad de ser poseedor de un NFT que represente unos beneficios que sin su propiedad no sería posible, como por ejemplo el derecho de un fan a compartir una

sesión de música en privado de su artista favorito. En definitiva, los NFTs facilitan la cocreación y la copropiedad de la propiedad intelectual (Fernandes y Morais, 2022).

- **Colecciones temáticas o *collectables*.** Los NFT de coleccionables tienen un único propósito: ser coleccionados. Pueden representar a jugadores de deportes conocidos, momentos clave de la vida o eventos históricos. Las organizaciones deportivas como la NBA, la NFL o el Angel City FC ofrecen NFTs exclusivos. Estos NFTs capturan el valor de momentos deportivos en un formato digital o representan otros recuerdos deportivos digitales. Los coleccionables deportivos en formato NFT se pueden definir como elementos digitales no fungibles autenticados, relacionados con un deporte o una marca deportiva, tales como momentos y recuerdos deportivos, tarjetas de intercambio digitales, NFTs de deportes para vestir, etc., que se crean en la Blockchain y que proporcionan acceso a artículos o experiencias tanto tangibles como intangibles (Osivand y Abolhasani, 2021; Baker et al., 2022). Las nuevas tecnologías han sido esenciales para los coleccionables deportivos, especialmente las tarjetas de intercambio, que han pasado de ser un simple truco publicitario a convertirse en una inversión importante para los aficionados (Bernile y Lyandres, 2011). Internet ha permitido a los coleccionistas conectarse con otros de intereses similares para discutir, comprar, vender e intercambiar coleccionables de manera más eficiente y efectiva a nivel mundial, mientras que también ha ofrecido una experiencia más atractiva para los coleccionistas (Balbi y Magaouda, 2018). En particular, la llegada de la tecnología Blockchain y los NFTs ha abierto nuevas oportunidades promocionales y financieras para que las organizaciones deportivas y marcas creen valor adicional para los coleccionistas y puedan monetizarlo de manera adecuada (Baker et al., 2022).
- **Experiencias exclusivas.** Una experiencia NFT es, en cierto sentido, adjuntar una experiencia junto con la compra de NFT, esto puede significar acceso a una membresía sólo para determinadas comunidades en canales como Discord, acceso VIP para asistir al lanzamiento de determinados productos o acceso a un específico evento o videollamada privada con una celebridad (Ardavanis, 2022). La singularidad de poseer un NFT único cuya edición sea limitada y exclusiva incrementa el valor emocional, la satisfacción personal y el valor social (Alexander y Bellandi, 2022) o en otras palabras, es la utilidad derivada de la capacidad de los productos para mejorar el autoconcepto (Sweeney y Soutar, 2001).

3.3.4. Tokens de pago o *Payment Tokens* (Criptomonedas)

Las criptomonedas pueden definirse como "un tipo de unidad digital creada o adquirida mediante cálculos matemáticos, cuyo sistema se basa en internet y que sirve como medio de intercambio o como una forma de valor almacenado digitalmente" (Arreola y Dabdoub, 2017). Los tokens de pago son tokens criptográficos que se utilizan para realizar pagos digitales; el término se refiere principalmente a las criptomonedas, que son una forma específica de moneda digital construida sobre libros de contabilidad (Chuen et al., 2017).

Algunas monedas digitales de bancos centrales o *central bank digital currency* (CBDC) se construyen sobre libros de contabilidad, aunque la mayoría se basan en cuentas (Bindseil, 2020). Las criptomonedas de pago permiten a los usuarios guardar y efectuar transacciones de valor en una red descentralizada, sin la necesidad de intermediarios centralizados como entidades bancarias o gobiernos. Este tipo de criptomoneda busca ofrecer transacciones más rápidas, económicas y seguras en comparación con los métodos convencionales. Estas

monedas digitales crean una infraestructura para transferir, registrar y proteger transacciones financieras entre personas a nivel global (Schwiderowski et al., 2024).

En cuanto a la estabilidad de precios, las criptomonedas se dividen en monedas estables o *stablecoins* y monedas no estables o *non-stable cryptocurrencies*. De manera más precisa, las monedas estables están respaldadas por mecanismos diseñados para estabilizar su valor, igualándolo con el de otro activo real que tenga menor volatilidad (Hoang y Baur, 2024). Por otro lado, las criptomonedas no estables tienden a ser altamente volátiles o a perder valor con el tiempo (Mita et al., 2019), mientras que las monedas estables se perciben como más seguras, aunque no exentas de riesgos.

Las principales características de las criptomonedas (Lee et al., 2018) se enumeran a continuación:

- **Descentralizado.** Al igual que las monedas convencionales que se intercambian digitalmente, las criptomonedas también pueden usarse para comprar cosas electrónicamente. Sin embargo, a diferencia de cualquier dinero fiduciario o monedas digitales basadas en plataformas, las criptomonedas están descentralizadas. En otras palabras, no existe un único grupo o institución que controle la red de criptomonedas. Su suministro está gobernado por un algoritmo, y cualquiera puede acceder a él a través de Internet (Glaser y Bezenberger, 2015).
- **Flexible.** Las carteras o direcciones de las criptomonedas se pueden crear fácilmente en línea sin tarifas ni regulaciones. Además, las transacciones no están limitadas por la ubicación, por lo que las criptomonedas se pueden transferir entre diferentes países sin problemas (Li y Whinston, 2020).
- **Transparente.** Cada transacción se difunde a toda la red. Los nodos de minería o mineros validan las transacciones, las registran en el bloque que están creando y difunden el bloque completado a otros nodos. Los registros de todas las transacciones se almacenan en la red Blockchain, que es abierta y distribuida, por lo que cada minero tiene una copia y puede verificarlas (Li y Whinston, 2020).
- **Rápido.** Las transacciones se difunden en unos pocos segundos, y toma aproximadamente 10 minutos para que la transacción sea verificada por los mineros. Así, se pueden transferir criptomonedas a cualquier parte del mundo, y las transacciones generalmente se completan minutos después (Dierksmeier y Seele, 2018).
- **Bajas tarifas de transacción.** Las transacciones con criptomonedas se pueden llevar a cabo en cualquier momento, sin limitaciones, y con costos de transacción bajos (Moin et al., 2020). En la red Ethereum, una de las principales cadenas de bloques utilizadas por diversas criptomonedas, las tarifas de transacción se abonan mediante un recurso específico conocido como gas. Estas tarifas pueden verse afectadas por el número de transacciones pendientes y la cantidad de mineros activos en la red (Pierro y Rocha, 2019)

En la actualidad, el uso de criptomonedas como medio de pago se ha extendido más allá de las empresas nativas digitales. Diversas corporaciones globales han experimentado con esta práctica, aunque en la mayoría de los casos se trata de proyectos piloto o soluciones indirectas a través de intermediarios. Por ejemplo, Starbucks permitió la recarga de su tarjeta de fidelidad mediante la plataforma Bakkt (Ekinci, 2024), que convierte criptomonedas en moneda fiduciaria. Burger King desarrolló iniciativas como WhopperCoin en Rusia y ha probado

sistemas de pago con cripto en mercados concretos (Goundar et al., 2021). Y Virgin Galactic anunció en 2013 que aceptaría Bitcoin como forma de pago para reservas de vuelos espaciales (Rose, 2015).

El sector hotelero y turístico tampoco es ajeno a esta tendencia. Principales actores de la industria, como parques temáticos y hoteles (PortAventura), aerolíneas (AirBaltic o Vueling) o agencias de viajes (Destinia), han incorporado las criptomonedas como métodos de pago seguros. Estos sistemas no solo aportan agilidad en las transacciones frente a las transferencias bancarias tradicionales, sino que también permiten una reducción significativa de los costes asociados a las comisiones bancarias (Pichon et al., 2023).

La realidad es que a medida que el uso de las criptomonedas se vaya popularizando, y como se puede observar en el siguiente gráfico, la capitalización de mercado y volumen total de criptomonedas a fecha 05 de marzo de 2025, alcanzó los 3,02 billones de \$, con un incremento del 22,37% respecto a hace un año. Hecho evidente de que la tendencia en su uso está en pleno crecimiento (CoinGecko, 2025).

Figura 18. Capitalización de mercado y volumen total de criptomonedas



Fuente: CoinGecko (2025)

3.4. MODELO ECONÓMICO DEL TOKEN – *TOKENOMICS*

3.4.1. *Tokenomics* y conceptos

El modelo económico del token o *tokenomics* se refiere a la economía de los tokens. Explica los elementos que influyen en el uso y el valor de un token, como, por ejemplo, su creación y distribución, la relación entre la oferta y la demanda, los incentivos implementados y los planes de quema del token. Los proyectos de tokenización o *tokenomics* han surgido como una nueva forma de recaudar capital entre pares o *Peer-to-Peer* gracias a la tecnología Blockchain. En las ventas de tokens que pueden ser tokens fungibles o tokens no fungibles, una entidad emisora vende tokens criptográficos propios para financiar el desarrollo de proyectos, a menudo desde una plataforma o aplicación basada en Blockchain (Catalini y Gans, 2018).

El modelo económico del token o *tokenomics* se sustenta en tres pilares principales: utilidad, seguridad económica y valor. Un cripto-token exitoso debe ser útil en su ecosistema, tener valor intrínseco y proporcionar estabilidad económica (Chyzhevskaya et al., 2024). En Figura 18 se observa que los contratos inteligentes juegan un papel central en la implementación y ejecución en el proceso de venta de un token. Un contrato inteligente ya explicado en el capítulo 1, son programas almacenados en una cadena de bloques que se ejecutan automáticamente

cuando se cumplen unas reglas o condiciones predeterminadas. En el caso de un proceso de venta de tokens, estas reglas vienen definidas fundamentalmente por el precio del token o la duración de la venta. Los principales procesos de venta de tokens se basan en el protocolo Blockchain de Ethereum (Buterin, 2014b).

La entidad emisora de tokens que principalmente son entidades privadas, reguladas y supervisadas en la mayoría de los casos por organismos públicos encargados de la supervisión e inspección de los mercados de valores (Escobedo-Gutiérrez, 2024), que en el caso de España es la Comisión Nacional del Mercado de Valores (CNMV) y que en sucesivas secciones, el autor describirá en detalle. Dicho lo cual, la entidad emisora de tokens utiliza contratos inteligentes para generar un proceso de acuñación o emisión de nuevos activos digitales en el ecosistema (Figura 19), agregando nuevos tokens o monedas a la circulación del ecosistema con un conjunto de propiedades específicas, y que dependerán del modelo de negocio en cuestión.

Una vez que el proceso de venta de tokens se activa, el contrato inteligente es activado y puede recibir fondos de potenciales inversores de tokens que provienen de una determinada comunidad cripto. Hay comunidades cripto interesadas en la compra de tokens específicos del sector inmobiliario, financiero u otros (Eddine y Yasmina, 2024). Fundamentalmente el formato de fondos elegido para la adquisición del token es en formato de criptomonedas. Sobre la recepción de estos fondos, el contrato inteligente emite un determinado número de tokens al inversor en función del valor de los mismos. De igual forma el contrato inteligente articula la transferencia de los fondos a la billetera virtual o *wallet* de la entidad emisora de los tokens (Arya et al., 2024).

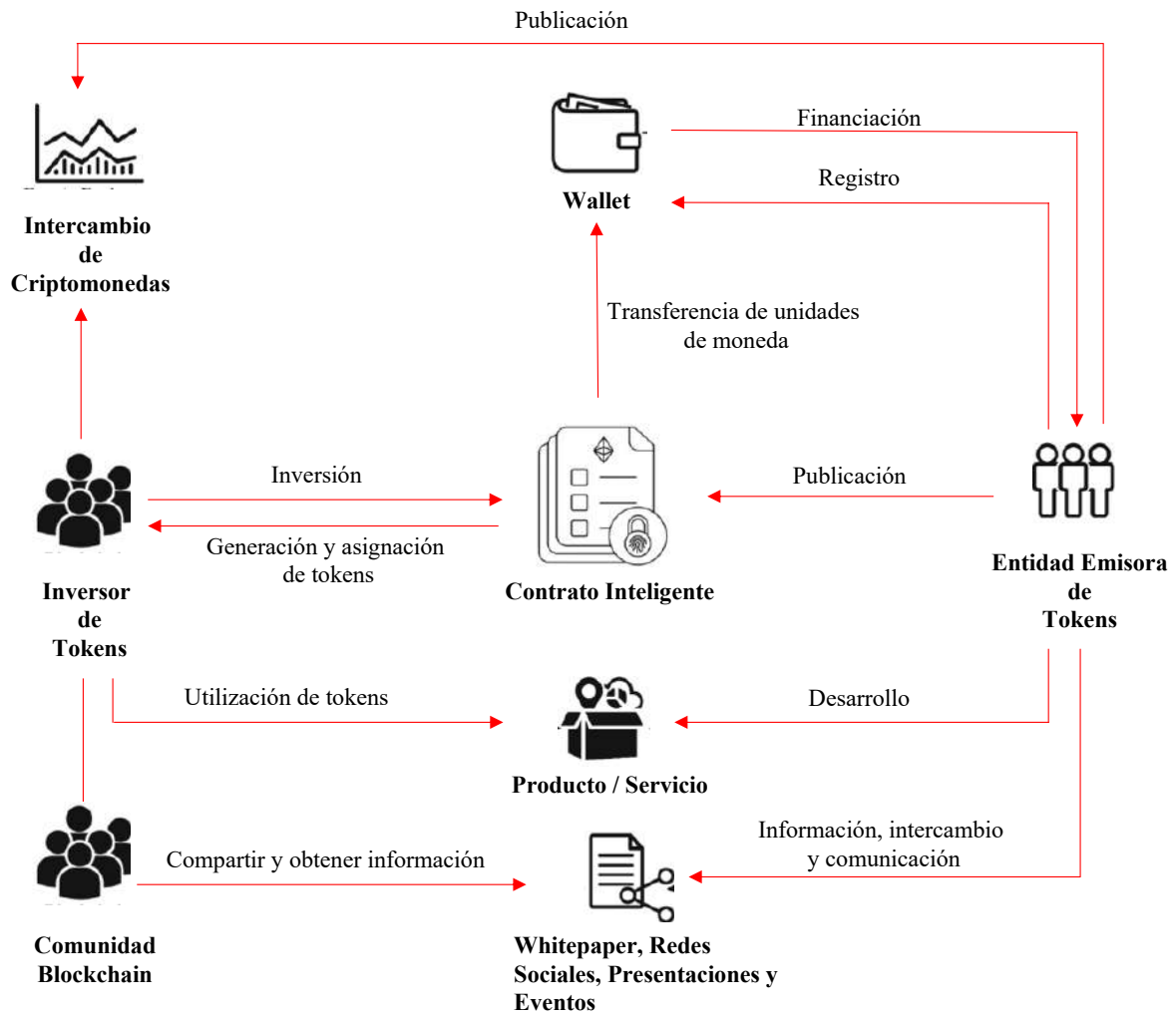
A colación de lo anterior, se destaca que todas las transacciones son verificadas y validadas por mineros mediante los diferentes protocolos de consenso explicados en el capítulo 2 como pueden ser protocolos de consenso basados en pruebas o en votaciones (Teutsch y Reitwießner, 2024).

Para los inversores, la compra de tokens está asociada con una mayor liquidez de activos, ya que los tokens generalmente se pueden intercambiar y comercializar en bolsas de criptomonedas después de su adquisición (Tripathi y Sharma, 2024). Además, se pueden asociar derechos con el token, que van desde el acceso o descuentos para servicios y productos hasta ganancias o derechos de voto.

La naturaleza descentralizada, inmutable y transparente de la tecnología Blockchain permite a los proyectos de tokenización eliminar numerosos de los intermediarios presentes en la financiación tradicional, como entidades financieras, empresas de capital de riesgo o proveedores de pagos. Debido a las bajas barreras de inversión y al objetivo de atraer a un gran número de inversores, los proyectos de tokenización pueden considerarse como un nuevo tipo de financiación colectiva entre pares posibilitada por la tecnología Blockchain (Haas et al., 2015).

La información facilitada por la entidad emisora de tokens en forma de documento técnico o *whitepaper*, y su posterior presentación en eventos específicos y redes sociales cuyo público objetivo sea una determinada comunidad Blockchain interesada en áreas de inversión específica hace que los costes de marketing y comercialización del proyecto de tokenización sean más competitivos versus otros mecanismos tradicionales en cuanto a captación de financiación (Martínez Pería et al., 2025).

Figura 19. El ecosistema de venta de tokens



Fuente: Kranz et al., (2019)

En conclusión, el proceso de venta de tokens se puede expresar de forma esquemática de la siguiente manera (Figura 20) y que en la sección del diseño del token se verá con más detalle.

Figura 20. El proceso de venta de tokens

Actividades Previas a la Venta de Tokens	Actividades Durante la Venta de Tokens	Actividades Posteriores a la Venta de Tokens
Especificar el modelo de token Establecer límites de financiación y modelo de precios Programar venta(s) Desarrollar del contrato inteligente de TS Publicar documento técnico o <i>whitepaper</i> Gestión y marketing de la comunidad de inversores Desarrollar y publicar prototipo	Activación del contrato inteligente Ejecución de auditorías a inversores Establecer la seguridad y estabilidad del sistema	Transferir tokens generados (acuñados) a inversores Quemar tokens no vendidos Incluir tokens en bolsas Operaciones financieras

Fuente: Elaboración propia (2025)

3.4.2. Diseño del token

Como previo paso en diseñar un token, hay una serie de preguntas que son necesarias formular como por ejemplo; ¿cuál es el propósito del token? ¿de utilidad, de seguridad o de gobernanza? O dicho de otro modo, ¿el token se usará como un medio para recaudar capital inicial o para captar financiación?, o por el contrario ¿se usará para acceder a ciertos servicios o para algún otro fin? Todas esas cuestiones tendrán un impacto u otro en la naturaleza del token y por tanto en el éxito del diseño del mismo y su posterior aceptación en función de su finalidad (Conley, 2017).

Pero antes de responder lo expuesto anteriormente, y como se explicó previamente, el lector debe tener en consideración que la tokenización es el proceso de convertir un activo físico y/o digital o derechos en un token dentro de una cadena de bloques para que propietarios de esos tokens participen en beneficios futuros (Pilkington, 2015).

La primera cuestión que se plantea es si un token es fundamental en cualquier proyecto Blockchain. Hay varios motivos para emitir tokens. Bajo esta línea de pensamiento, la razón para emitir tokens suele estar respaldada por su propósito (Oliveira et al., 2018). Es decir, si los tokens son creados para generar valor a su poseedor como aquellos tokens que funcionan como títulos de deuda ligados a activos del mundo real (tokens respaldados por activos), tokens cuyo comportamiento es similar a las acciones ligadas al éxito comercial de la entidad que los emites (tokens de seguridad) o tokens que representan el acceso futuro a un producto o servicio (tokens de utilidad), resulta lógico asumir que el valor subyacente de un token debe estar respaldado por flujos de ingresos tangibles o por modelos de negocio sostenibles (Tapia et al., 2023).

Una vez definido el token, y como se observa en los procesos de diseño de token de utilidad y token de seguridad representados en Figura 21 y Figura 22 respectivamente, se considera fundamental comprender los pasos que implica el proceso final de diseño del token con objeto de tener una idea clara de los recursos necesarios a disponer, legalidad vigente a cumplir y características a contemplar.

Diseño de token de utilidad (*utility token*)

La emisión de los *utility tokens* se realiza a través de una oferta inicial de criptomonedas o *initial coin offerings* (ICO), que es una forma emergente de recaudación de fondos para empresas basado en tecnología Blockchain. Es un mecanismo similar a una oferta pública de venta (OPV), donde la empresa ofrece al mercado tokens a inversores a cambio de fondos para ayudar a financiar el proyecto o el negocio. Lo más común es que los tokens se utilicen para el consumo de bienes y servicios de la empresa una vez que estén disponibles (Gan et al., 2021).

Como previo paso a la explicación de las características del diseño del token de utilidad, se considera necesario mencionar que la emisión de los *utility tokens* está asociada a una aplicación descentralizada o *decentralized application* (DApp), que son herramientas o *apps* que no están gestionadas por empresas, sino por usuarios que se relacionan directamente entre ellos y sin intermediarios. Las aplicaciones descentralizadas o *DApps* funcionan en base a una red descentralizada de ordenadores, donde los datos generados por la aplicación se alojan en una red de ordenadores que permite que la información se mantenga segura y accesible (Wu et al., 2021).

A diferencia de las aplicaciones centralizadas, donde sólo un pequeño grupo de inversores pueden participar en el mercado resultando en que el mercado sea muy ilíquido y poco accesible, las aplicaciones descentralizadas permiten que al haber un mayor intercambio entre pares, se añada liquidez al mercado por permitir un mayor número de participantes y transacciones con menores costes de transacción. Al tratarse de un mercado libre, o dicho de otra forma, al haber sólo dos partes involucradas en un intercambio descentralizado, comprador y vendedor, donde el mercado en sí mismo es simplemente un conjunto de instrucciones programáticas que garantizan que, cuando se cierra una transacción entre el comprador y el vendedor, nadie podrá retractarse una vez que ambas partes hayan firmado. La transacción se registra en la cadena de bloques, y que a diferencia de confiar a un tercero el almacenamiento de todos los datos de la transacción, los niveles de seguridad y rastreabilidad son mayores ya que la tecnología Blockchain no permite que nadie pueda modificarlos (inmutabilidad) y todos los participantes pueden demostrar la legitimidad de la transacción (transparencia).

Éste nuevo tipo de mercado, denominado intercambio descentralizado o *decentralized exchange* (DEX), es particularmente útil porque ofrece un intercambio seguro entre pares de tokens. Los DEX ofrecen el mercado perfecto para el intercambio de tokens de criptoactivos entre sus titulares generando liquidez al mismo (Dai, 2020).

Al tratarse de nuevos ecosistemas financieros basados en tecnología Blockchain, y aunque se analice en la siguiente sección del presente capítulo, no hay que obviar que existe en numerosos países un marco regulatorio a nivel tributario específico de cada país, que aplica a toda emisión de tokens de utilidad en función de unos requerimientos previos que se han de cumplir y que es necesario explicarlos en detalle para ver las diferencias que aplican en cada emisión de tokens, ya que de ello dependerá en cierta medida el diseño del token.

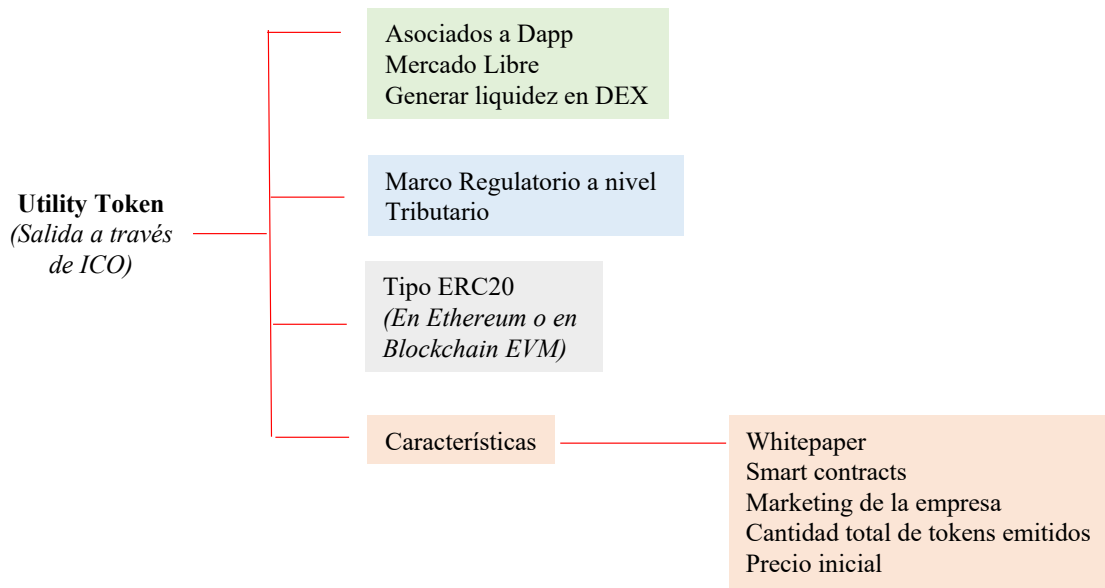
Como se indicó anteriormente la relación entre el comprador y vendedor de un token se basa en una serie de reglas programáticas, siendo el algoritmo de consenso o estándar técnico más utilizado para crear y emitir tokens en la máquina virtual de Ethereum o *Ethereum virtual machine* (EVM), red que permite la creación de aplicaciones descentralizadas, el ERC-20 (*Ethereum Request for Comment*). Éste estándar define un conjunto de reglas que un token debe seguir para ser compatible con las aplicaciones y servicios dentro del ecosistema de

Ethereum, plataforma de código abierto, que sirve para ejecutar contratos inteligentes. Los principales atributos de un token ERC-20 son la transferibilidad, interoperabilidad y una serie de funciones estándar como mostrar el suministro total de tokens, ver el saldo de un usuario y la transferencia de tokens entre direcciones entre otras (Rahimian y Clark, 2021).

Sabiendo que una ICO es un proceso o método para recaudar fondos, los usuarios que se planteen participar en una ICO deben considerar aspectos fundamentales como la viabilidad de la propuesta de la empresa, análisis del *whitepaper* o libro blanco, equipo directivo, destino de los fondos recaudados y aspectos legales entre otros. Básicamente analizar las características propias de la emisión y que son las siguientes:

- **Whitepaper o libro blanco técnico.** Toda ICO se basa con la redacción de un *whitepaper* y que se asemeja a un plan de negocio donde se plasma la descripción y fases del proyecto, viabilidad futura, capital requerido, activo a entregar al inversor por la adquisición de los tokens emitidos, precio y cantidad de tokens en circulación, detalle de la tecnología Blockchain utilizada en la emisión de los tokens, código fuente, fechas límites para la suscripción de tokens y destino de los fondos recaudados, derechos conferidos a los inversores, beneficios o rentabilidad del servicio o bien generados por el emisor y riesgos asociados a la operación de emisión entre otros (Feng et al., 2019).
- **Contratos inteligentes o smart contracts.** Son los encargados de garantizar y articular los compromisos (derechos y obligaciones) de las partes involucradas (emisor del token e inversor) de forma automatizada, como por ejemplo la entrega de tokens a la billetera digital o *wallet* del inversor, entrega de los importes abonados en caso de no alcanzar unos mínimos de fondos o distribución de los tokens (John et al., 2023).
- **Marketing de la empresa.** La mayoría de las ICO basan su plan de marketing en la creación de comunidades sólidas exponiendo a los inversores aspectos como una descripción del equipo detonador del proyecto, información detallada de la estructura de venta de los tokens, medidas a emplear para garantizar la protección de los intereses de los inversores y porcentaje de tokens a distribuir entre los fundadores del proyecto y la comunidad. Para ello la creación de una plataforma descentralizada de lanzamiento Web3 denominada *launchpad* (la cual expone lo indicado anteriormente), permite a los primeros participantes acceder antes que la mayoría de los inversores en el proyecto para que aprovechen potenciales revalorizaciones futuras del proyecto (Rees-Evans, 2024).
- **Cantidad total de tokens emitidos.** Calcular el número total de tokens a emitir en un proyecto de lanzamiento debe ser definido en el plan de negocio o *whitepaper*. El primer paso es definir cuántos tokens en total estarán disponibles para la venta y para el ecosistema, al igual que definir una cantidad fija o se planea un suministro infinito (inflacionario). Por último, saber cómo se distribuirán los tokens entre los diferentes grupos, es decir, delimitar qué porcentaje de tokens son destinados a venta pública (ICO), inversores estratégicos o privados, equipo fundador y desarrolladores, fondos de tesorería, incentivos de la red o recompensa a los usuarios del ecosistema y asesores, es clave para asegurar que el porcentaje de tokens asignados a cada categoría sea equilibrado según el impacto de cada grupo en el proyecto (Malinova y Park, 2023).
- **Precio inicial.** El precio inicial de un token depende del valor total del proyecto, capital invertido, la oferta total de tokens, descuento para inversores tempranos, estrategia de precios escalonados, demanda del mercado y competencia o contexto del mercado entre otros factores (Chen et al., 2023).

Figura 21. Diseño de un token de utilidad o *utility token*



Fuente: Elaboración propia (2025)

Diseño de token de seguridad (*security token*)

En anteriores secciones se expuso que los tokens de seguridad se emiten a través de una oferta inicial de tokens (STO), y son considerados como productos de inversión, representando una forma alternativa para que las empresas obtengan capital externo. A diferencia de las ICO, que suelen emitir tokens que no están respaldados por activos tangibles o acciones de una empresa, una STO involucra tokens que están respaldados por activos reales o valores financieros. Una acertada definición de la naturaleza de un token de seguridad es la siguiente; “un token de seguridad es una representación digital de un producto de inversión, registrado en un libro de contabilidad distribuido o *distributed ledger technology* (DLT), sujeto a regulación según las leyes del mercado de valores (Lambert et al., 2022p.302).

Sabiendo que un token de seguridad se considera un instrumento financiero - también denominado valor o *security token* y que puede adoptar distintas formas (acciones, bonos u otros instrumentos financieros), en España su regulación se enmarca en la Ley del Mercado de Valores. En este contexto, resulta fundamental comprender que la Comisión Nacional del Mercado de Valores (CNMV) distingue entre tokens fungibles y tokens no fungibles. Esta diferenciación radica en la posibilidad de que los tokens sean intercambiados de manera equivalente. En consecuencia, los tokens fungibles están sujetos a regulaciones más estrictas al emplearse como valores o instrumentos financieros, mientras que los tokens no fungibles quedan excluidos de la categoría de instrumentos financieros cuando su finalidad es únicamente otorgar acceso digital a un producto o servicio.

Lo señalado previamente, junto con la explicación de las diferentes fases del proceso de emisión de tokens de seguridad (Figura 9) y de los procesos de creación, emisión y adquisición de un *security token* (Figura 10), conduce a la reflexión de que el diseño de un *security token* está fuertemente condicionado por aspectos legislativos (analizados en secciones posteriores) y fiscales, dado que se trata de un instrumento que representa tanto propiedad como derechos económicos para su poseedor.

Una de las principales ventajas de emitir *security tokens* en una cadena de bloques es la mejora en la eficiencia y transparencia que ofrecen. La emisión, transferencia y gestión de los tokens se lleva a cabo mediante contratos inteligentes. Además, los *security tokens* proporcionan una mayor accesibilidad a los inversores al permitir fraccionar los activos en unidades más pequeñas, lo cual facilita la inversión y reduce el coste de entrada. En este contexto, Ethereum destaca como una de las Blockchain más populares para la emisión de *security tokens* debido a su solidez y versatilidad. En esta red, los tokens se crean a través de contratos inteligentes que emplean distintos estándares para establecer sus funciones y características. Algunos de los estándares de tokens más conocidos en Ethereum son el ERC-1400, ERC-1404, ERC-884 y ERC-1155, los cuales comparten características comunes como la interoperabilidad, la posibilidad de personalización, la compatibilidad con contratos inteligentes, la eficiencia en el uso del gas y un alto nivel de seguridad para los usuarios.

Veamos las principales propiedades de los diferentes estándares de tokens de seguridad:

- **ERC-1400.** Es un token de seguridad dentro de la red Ethereum, que permite a los emisores incorporar (metadatos) y modificar los derechos de los poseedores, tales como la capacidad de transferirlos, el derecho a votar y los derechos económicos, en función de las normativas vigentes o de cualquier otra restricción sobre el momento o las condiciones para realizar una transferencia. El protocolo proporciona herramientas que aseguran la trazabilidad y la transparencia en la gestión de los tokens, a la vez que restringe el comercio solo a inversores acreditados. No obstante, la trazabilidad depende de su correcta implementación y uso. Si los emisores no registran todas las transacciones en la base de datos descentralizada o si los usuarios no supervisan las transacciones, esta trazabilidad podría verse afectada. Una ventaja adicional es que la asignación de tokens a una *wallet* puede ser revertida, lo cual es esencial para los *security tokens*, ya que ciertas regulaciones o mandatos legales pueden exigir la recuperación y devolución de los fondos a los inversores. Además, ERC 1400 permite la divisibilidad de los tokens, lo que favorece su liquidez (Momtaz, 2023).
- **ERC-1404.** Impone restricciones a la transferencia de tokens, asegurando que solo se puedan realizar entre inversores o cuentas autorizadas que cumplan con ciertos requisitos (Liu et al., 2023). Estos requisitos pueden incluir la acreditación del inversor, su lugar de residencia, el cumplimiento de normativas y la posesión de tokens específicos. Su objetivo es garantizar el cumplimiento de las regulaciones y asegurar que se ajusten a las leyes y normativas de EE. UU. o Europa, como las relacionadas con la prevención del blanqueo de dinero o *Anti-Money Laundering* (AML) y la lucha contra el financiamiento del terrorismo o *combating the financing of terrorism* (CFT).
- **ERC-884.** El estándar ERC-884 es un protocolo para tokens de seguridad que puede ser fungible o no fungible (NFT), según su diseño y programación. Al ser un sistema híbrido, permite emitir tokens que representan acciones o títulos de propiedad de empresas y bienes raíces, y, como NFT, también puede representar activos digitales únicos, como obras de arte, videojuegos o propiedad intelectual. Además, los tokens no fungibles pueden aplicarse en la gestión de identidades y autenticación, ya que permiten representar identidades digitales únicas, lo cual resulta útil para la verificación de usuarios o la validación de la propiedad de cuentas en línea (Annie et al., 2023).
- **ERC-1155.** ERC-1155 es un estándar de token múltiple que se puede utilizar para crear tanto tokens fungibles como no fungibles, aplicables a tokens de utilidad o de seguridad. Este estándar ofrece beneficios en términos de eficiencia y escalabilidad, ya que facilita la creación de distintos tipos de tokens en una única transacción. Además,

los tokens ERC-1155 son fraccionables, lo que permite dividirlos en unidades más pequeñas, ideal para representar activos que no requieren un valor completo, como los elementos digitales en los videojuegos. En comparación con otros estándares de tokens, ERC-1155 sobresale por su flexibilidad y capacidad de personalización en la creación y emisión de tokens. Mientras que ERC-1400 se enfoca en la seguridad y trazabilidad de los tokens y ERC-884 en los tokens no fungibles, ERC-1155 ofrece una mayor versatilidad, permitiendo la creación de tokens fungibles y no fungibles dentro de una misma transacción (Loporchio et al., 2024).

Al considerarse los tokens de seguridad como instrumentos financieros y en el marco de la ciberseguridad, la implementación de una lista blanca (*whitelist*) es decir, un registro de direcciones, entidades o personas autorizadas para acceder a una determinada plataforma o servicio, constituye un procedimiento esencial para proteger y garantizar los activos digitales. Esta medida actúa como un filtro que permite únicamente el acceso o la ejecución de aplicaciones, direcciones IP, correos electrónicos y otros elementos previamente verificados y considerados seguros.

Con ese propósito se emplean los protocolos conoce a tu cliente o *know your customer* (KYC) y antilavado de dinero o *Anti-Money Laundering* (AML) para verificar la identidad de los clientes y prevenir el lavado de dinero. Ambos protocolos son procesos regulados y obligatorios para entidades reguladas cuyos requerimientos varían según las diferentes jurisdicciones existentes. De forma sucinta, examinemos sus diferencias:

- **KYC.** Consiste en obtener y verificar la identidad de un cliente o usuario. Incluye la política de aceptación del cliente, los procedimientos de identificación del cliente, supervisión y vigilancia de transacciones. Este proceso ayuda a las entidades a conocer a sus clientes y evaluar los riesgos asociados con sus actividades financieras.
- **AML.** Aplica las leyes, regulaciones y procedimientos de una determinada jurisdicción para prevenir el lavado de dinero. Ayuda a las entidades a detectar, prevenir y proteger de las actividades relacionadas con el lavado de dinero, así como proteger a sus clientes y los propios intereses de la entidad del fraude, la corrupción o la financiación del terrorismo entre otros aspectos.

Las STOs difieren en naturaleza y alcance versus las ICOs. Los *security tokens* al considerarse valores financieros transferibles se rigen por regulaciones financieras (Bongini et al., 2022). Tomando como ejemplo la emisión de una STO en España, es fundamental cumplir con las normativas de valores y de protección al inversor, bajo la supervisión de la CNMV, así como garantizar la transparencia, seguridad y legalidad en todo el proceso. Es recomendable que las empresas consulten con asesores legales especializados en Blockchain y regulaciones financieras antes de proceder con la emisión de tokens, para asegurar que cumplen con todas las obligaciones legales. A continuación, se detallan las principales características de en cuanto a diseño y emisión de los tokens de seguridad:

- **Whitepaper o libro blanco.** Es el documento clave que describe el proyecto (Moser, 2025), la estructura de la oferta, los términos de la emisión de tokens, y la información financiera y legal relevante para los inversores. Este documento tiene como objetivo proporcionar transparencia y claridad sobre todos los aspectos relacionados con la STO, así como asegurar el cumplimiento de las regulaciones aplicables. En toda emisión de una STO, la estructura del *whitepaper* consta de las siguientes secciones:

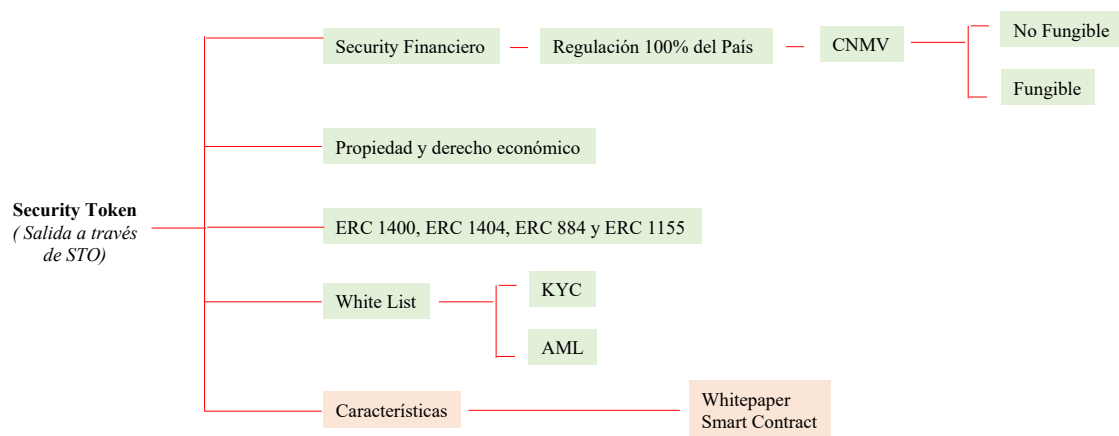
- a) Descripción del proyecto y la empresa. Se explican los objetivos a largo plazo de la empresa y cómo el proyecto busca transformar o mejorar un sector específico, incluyendo información sobre la historia y antecedentes de la empresa (equipo gestor) así como su modelo de negocio.
 - b) Detalle de la oferta de tokens. Se especifica la cantidad de tokens, el precio inicial de cada token durante la oferta, uso de los fondos recaudados, estructura de la emisión, tipo de token (acciones, deuda o participaciones en activos) y periodo de la oferta (fecha de inicio y finalización de la STO).
 - c) Derechos y beneficios de los inversores. Se describen los derechos sobre el token (derecho a voto, participación en ganancias o derecho a dividendos), restricciones de transferencia (sobre la venta o el comercio de tokens con limitaciones en mercados secundarios) y regulación y cumplimientos (KYC y AML).
 - d) Aspectos legales y regulatorios. Se debe explicar el cumplimiento legal de la emisión, los riesgos legales y las restricciones geográficas.
 - e) Tecnología utilizada. Se detalla la Blockchain utilizada (Ethereum, Polymath o Stellar entre otras) y la plataforma de emisión y custodia de los tokens.
 - f) Modelo financiero y de valorización. Se aporta información sobre cómo se valora la empresa y los activos subyacentes que respaldan la emisión de los tokens, las proyecciones financieras a corto y a largo plazo, análisis de la viabilidad económica del proyecto y tokenomics.
 - g) Riesgos y desafíos. *El whitepaper* debe señalar los riesgos del proyecto (volatilidad o riesgos regulatorios), riesgos del mercado y riesgos tecnológicos (vulnerabilidad en la infraestructura tecnológica o problemas de escalabilidad).
 - h) Hoja de ruta o *roadmap*. Se presentan las fases del proyecto (cronograma de desarrollo) y las fases de la STO (ronda privada, ronda pública o fechas claves para los inversores).
 - i) Equipo y asesores. Se proporciona información sobre el equipo fundador y gestor, así como de asesores o socios estratégicos involucrados en el proyecto.
 - j) Transparencia y auditorías. Se incluyen detalles sobre la auditoría de la oferta (auditorías de los contratos inteligentes y de los balances financieros) y de los informes periódicos a los inversores durante la ejecución de la STO y después de su lanzamiento.
- **Contratos inteligentes o *smart contracts*.** En el contexto de una *Security Token Offering* (STO) es un contrato digital que facilita, verifica y hace cumplir los términos de la transacción de valores representados por tokens en una Blockchain. A continuación, se enumeran las principales características:

- a) Automatización de procesos. Los *smart contracts* programan a emisión, la transferencia y la gestión de tokens de seguridad, lo que reduce la intervención manual y mejora la eficiencia. Esto incluye tareas como la distribución de dividendos, el control de derechos de voto, y la transferencia de tokens de acuerdo con las regulaciones.
- b) Cumplimiento regulatorio. Están diseñados para cumplir con las normativas locales e internacionales sobre valores (como las regulaciones de la SEC en EE. UU o MiCA en Europa.). Esto incluye la verificación de que los participantes cumplen con los requisitos KYC y AML antes de la participación en la oferta de tokens.
- c) Seguridad. Proporcionan un entorno seguro y transparente. Esto asegura que las transacciones sean inmutables y verificables, lo que es crucial para el manejo de valores financieros y la confianza de los inversores.
- d) Condiciones personalizables. Los *smart contracts* son altamente configurables. Pueden definir términos específicos como la cantidad de tokens emitidos, el precio, la duración de la oferta, los derechos de los inversores, y las fechas de distribución, entre otros.
- e) Transparencia. Al ejecutarse en una cadena de bloques pública, las transacciones y el código del contrato son transparentes y accesibles para todas las partes involucradas. Esto aumenta la confianza y la trazabilidad del proceso.
- f) Descentralización. Al no depender de una entidad central, reduce el riesgo de fraude o manipulación de datos de forma unilateral.
- g) Interoperabilidad. Los *smart contracts* pueden interactuar con otras plataformas y contratos en diferentes Blockchains, lo que facilita la integración de la STO con otros sistemas de tokenización, intercambios y plataformas de finanzas descentralizadas (DeFi).
- h) División de propiedad y participación. Los *smart contracts* permiten la creación de tokens fraccionados, lo que facilita que los inversores compren una fracción del valor total de un activo o participación, aumentando la accesibilidad a los inversores.
- i) Pagos y distribución automática. La programación de los contratos inteligentes permite la distribución automática de pagos o dividendos a los titulares de tokens, basándose en los criterios establecidos en el contrato.
- j) Manejo de derechos de voto y gobernanza. Los *smart contracts* pueden incluir reglas para la gestión de derechos de voto y participación en la gobernanza del proyecto o activo tokenizado. Esto es relevante en el caso de proyectos en los que los inversores pueden influir en la toma de decisiones o en la dirección del proyecto.
- k) Protección contra el fraude. Los contratos inteligentes están diseñados para prevenir fraudes, ya que todos los detalles de la transacción y las condiciones del contrato están predefinidos y

automatizados, impidiendo que haya cambios una vez que el contrato es ejecutado.

- l) Reducción de costos. Al eliminar intermediarios y la necesidad de procesos manuales, los *smart contracts* reducen los costos asociados con la emisión y la gestión de los tokens en una STO.
- m) Condiciones de venta y restricciones de transferencia. Un *smart contract* puede incluir restricciones sobre la transferencia de tokens, como un período de bloqueo (*lock-up*) o una restricción sobre quién puede comprar o vender tokens, asegurando que solo personas o entidades que cumplan con los requisitos de la oferta puedan participar.

Figura 22. Diseño de un token de seguridad o *security token*



Fuente: Elaboración propia (2025)

Llegados a este punto, cabe destacar y con el fin de arrojar luz al asunto del diseño del token, mencionar a los actores o partes involucradas y sus funciones en todo proceso de tokenización (Figura 23) para que el lector desarrolle una visión más completa sobre el diseño de un token (Juan et al., 2023). Veámoslo de forma somera:

- **Arquitecto.** El diseño del modelo y la economía de los tokens (*tokenomics*) exige una planificación minuciosa para asegurar que el sistema sea eficiente, justo y cumpla con las metas de los usuarios y los desarrolladores (Caballero, 2019; Kifokeris et al., 2023). El arquitecto presenta un rol multidisciplinario que involucra la parte técnica como la económica siendo las funciones claves de un arquitecto en estos dos ámbitos las siguientes:

i.-) Funciones de un arquitecto en modelización

- a) Diseño de la infraestructura técnica. En función de las necesidades del proyecto, el arquitecto desarrolla y estructura el sistema sobre el que se ejecutarán las aplicaciones y plataformas.
- b) Planificación de la arquitectura de datos. El arquitecto se encarga de planificar cómo se almacenarán, procesarán y accederán los datos dentro de la red Blockchain.

- c) Creación de modelos de contratos inteligentes. Enfocándose en el diseño de la estructura y las reglas de los contratos inteligentes que automatizan procesos dentro de la plataforma, el arquitecto es una parte fundamental en garantizar que los contratos sean seguros, eficientes y capaces de manejar los diferentes escenarios que podrían surgir durante el uso de los tokens.
- d) Interoperabilidad. El arquitecto diseña soluciones para garantizar que el sistema desarrollado sea capaz de interactuar con otras plataformas y tecnologías como distintas redes y aplicaciones descentralizadas (DApps).
- e) Optimización de la red. Asegurar que la red sobre la cual se despliega el token funciones sin problemas y con la mayor eficiencia posible, es una labor que el arquitecto planifica e implementa para que las interacciones y las altas transacciones no causen congestión en la red.

ii.-) Funciones de un Arquitecto en *Tokenomics*

- a) Diseño de la economía del token. El arquitecto debe diseñar la estructura económica del token, es decir, cómo el token será utilizado dentro de la plataforma. Esto incluye decidir si el token es de utilidad, de seguridad, de gobernanza, o un token híbrido, y qué valor aportará a los usuarios.
- b) Emisión y distribución de tokens. Determinar cómo se emitirán y distribuirán los tokens es una función importante. Esto incluye decisiones sobre el suministro inicial de tokens, los mecanismos de minería o *staking*, las recompensas para los participantes, y el control de la inflación o deflación del token.
- c) Mecanismos de incentivo. El arquitecto en *tokenomics* debe crear mecanismos que incentiven a los usuarios a participar activamente en la red, como recompensas por hacer *staking*, por validación de transacciones, o por aportar liquidez. Esto asegura que el ecosistema sea sostenible y que los usuarios se motiven a interactuar con la plataforma.
- d) Definición de la gobernanza del token. Si el token está diseñado para ser un token de gobernanza, el arquitecto debe definir cómo los titulares de tokens podrán influir en las decisiones del proyecto. Esto incluye el diseño de un sistema de votación y cómo se manejarán las propuestas de cambios en el protocolo.
- e) Control de la sostenibilidad económica. Asegurar que el sistema de *tokenomics* sea sostenible a largo plazo es clave. El arquitecto debe definir los mecanismos que mantendrán el valor y la estabilidad del token, controlando las fluctuaciones de su valor y asegurando que el suministro de tokens se mantenga equilibrado.
- f) Modelado de incentivos y penalizaciones. El arquitecto también debe diseñar las reglas que definen las recompensas y penalizaciones dentro del sistema, como los incentivos por comportamiento positivo (por ejemplo, *staking* o validación) y las

penalizaciones por comportamientos negativos (por ejemplo, fraude o ataques a la red).

- g) Planificación de longevidad del proyecto. A largo plazo, el arquitecto se asegura de que el sistema de tokenomics tenga una visión clara para la evolución futura del token. Esto incluye estrategias para actualizar los contratos inteligentes, cambiar los mecanismos de incentivo, o hacer ajustes para adaptarse a nuevas condiciones del mercado.
- **Equipo técnico o *backend*.** Son los responsables de la programación y creación del token de seguridad, de desarrollar la lógica del servidor que maneja las interacciones entre la plataforma y los usuarios, de proteger la plataforma y las transacciones contra ataques y vulnerabilidades, como de gestionar la infraestructura tecnológica que soporta la plataforma, asegurando que todos los sistemas estén en funcionamiento y sean escalables (Kaladevi et al., 2025). Algunas de sus funciones claves son:
- a) Creación del contrato inteligente. Los desarrolladores programan el contrato inteligente que define el comportamiento del token, cómo se emite, transfiere, y cómo se gestionan los derechos de propiedad.
 - b) Implementación de estándares de seguridad. Asegurarse de que el token cumpla con las normativas que garantizan su legalidad (por ejemplo, ERC-1400 para tokens de seguridad en Ethereum).
 - c) Interoperabilidad. Asegurar que el token pueda interactuar con otras plataformas y aplicaciones.
 - d) Desarrollo de contratos inteligentes. Programan contratos inteligentes que se ejecutan en la Blockchain y gestionan operaciones como transacciones, reglas del negocio, almacenamiento de datos o interacciones entre usuarios y aplicaciones.
 - e) Implementación de protocolos Blockchain. Seleccionan e implementan la Blockchain más adecuada (Ethereum, Binance Smart Chain o Polkadot), y gestionan la conexión entre la plataforma y la red.
 - f) Integración de bases de datos. Configuran las bases de datos y gestionan el almacenamiento de datos fuera de la Blockchain, como transacciones históricas o información de cuentas de usuario.
 - g) Optimización de procesos. Aseguran que las transacciones en la Blockchain se ejecuten de manera rápida y eficiente, optimizando la comunicación entre el *backend* y los nodos de la Blockchain.
 - h) Auditoría de contratos inteligentes. Realizan auditorías de seguridad para verificar que los contratos inteligentes no tengan fallos de seguridad ni vulnerabilidades.
 - i) Integración con *wallets*. Facilitan la conexión con diversas carteras (MetaMask, Trust Wallet, etc.) para que los usuarios puedan interactuar con sus tokens y criptomonedas.

- j) Conexión con *exchanges*. Permiten que la plataforma se conecte a *exchanges* descentralizados (DEX) o centralizados (CEX) para facilitar el intercambio de tokens o criptomonedas.
- **Equipo de diseño o *frontend***. Son los responsables de crear una experiencia de usuario clara, intuitiva y segura para todos los involucrados en el proceso (emisores del token e inversores). Este equipo debe asegurarse de que la plataforma sea accesible, comprensible y estéticamente atractiva, garantizando que todas las interacciones se realicen de manera eficiente y segura (Milkau, 2024). De igual forma el equipo de diseño está involucrado en la creación de documentos clave para la emisión de una STO como el *whitepaper* y *pitch deck* (carta de presentación), cuyo objetivo es que la información sea presentada de manera clara, profesional y atractiva tanto para inversores potenciales como para reguladores y partes interesadas. Estos documentos son cruciales para la comunicación de los aspectos técnicos, legales, financieros y de negocio de la STO. Dentro del equipo de diseño se diferencian las siguientes funciones dependiendo de su especialidad (Caballero, 2019).

i.-) Diseñadores de Experiencia de Usuario (UX)

- a) Investigación de usuarios. Investigar las necesidades y comportamientos de los inversores potenciales, asegurándose de que la plataforma sea fácil de usar, inclusive para aquellos que no están familiarizados con la tecnología Blockchain.
- b) Arquitectura de la información. Organizar la estructura y flujo de la plataforma para que la información clave esté fácilmente accesible, y los procesos (registro, compra de tokens o verificación de identidad) sean lógicos y fáciles de seguir.
- c) Redacción de *whitepaper* y *pitch deck*. Redacción de textos como la introducción del proyecto, tecnología subyacente, estrategia de inversión e información sobre la regulación. Confección del resumen ejecutivo de la STO con descripciones atractivas de la oferta de tokens, el problema que resuelve el proyecto y su solución.
- d) *Wireframes* y prototipos. Crear los primeros modelos visuales de la plataforma para iterar rápidamente sobre el diseño antes de pasar al desarrollo.

ii.-) Diseñadores de Interfaz de Usuario (UI)

- a) Diseño visual. Crear la apariencia de la plataforma, incluyendo colores, tipografías, iconografía y otros elementos visuales, siguiendo los principios de accesibilidad y la identidad visual de la marca.
- b) Estética funcional. Asegurarse de que el diseño no solo sea atractivo, sino que también sea funcional y optimizado para la interacción con la Blockchain.

- c) Consistencia de diseño. Mantener la coherencia visual en todas las pantallas y dispositivos (móviles, tabletas, PC) para asegurar una experiencia de usuario fluida.

iii.-) Diseñadores de Interacción (IxD)

- a) Interactividad. Diseñar cómo los usuarios interactúan con la plataforma, como la navegación entre páginas, la interacción con botones de compra/venta de tokens y la confirmación de transacciones en la Blockchain.
- b) Flujo de trabajo y acciones. Establecer los flujos de usuario (como la compra de tokens, la verificación KYC, o la visualización de saldos) para garantizar que cada paso sea claro y fácil de realizar.
- c) Animaciones y transiciones. Usar animaciones para guiar a los usuarios a través de la plataforma sin que se sientan perdidos o confundidos durante procesos como la compra o venta de tokens.

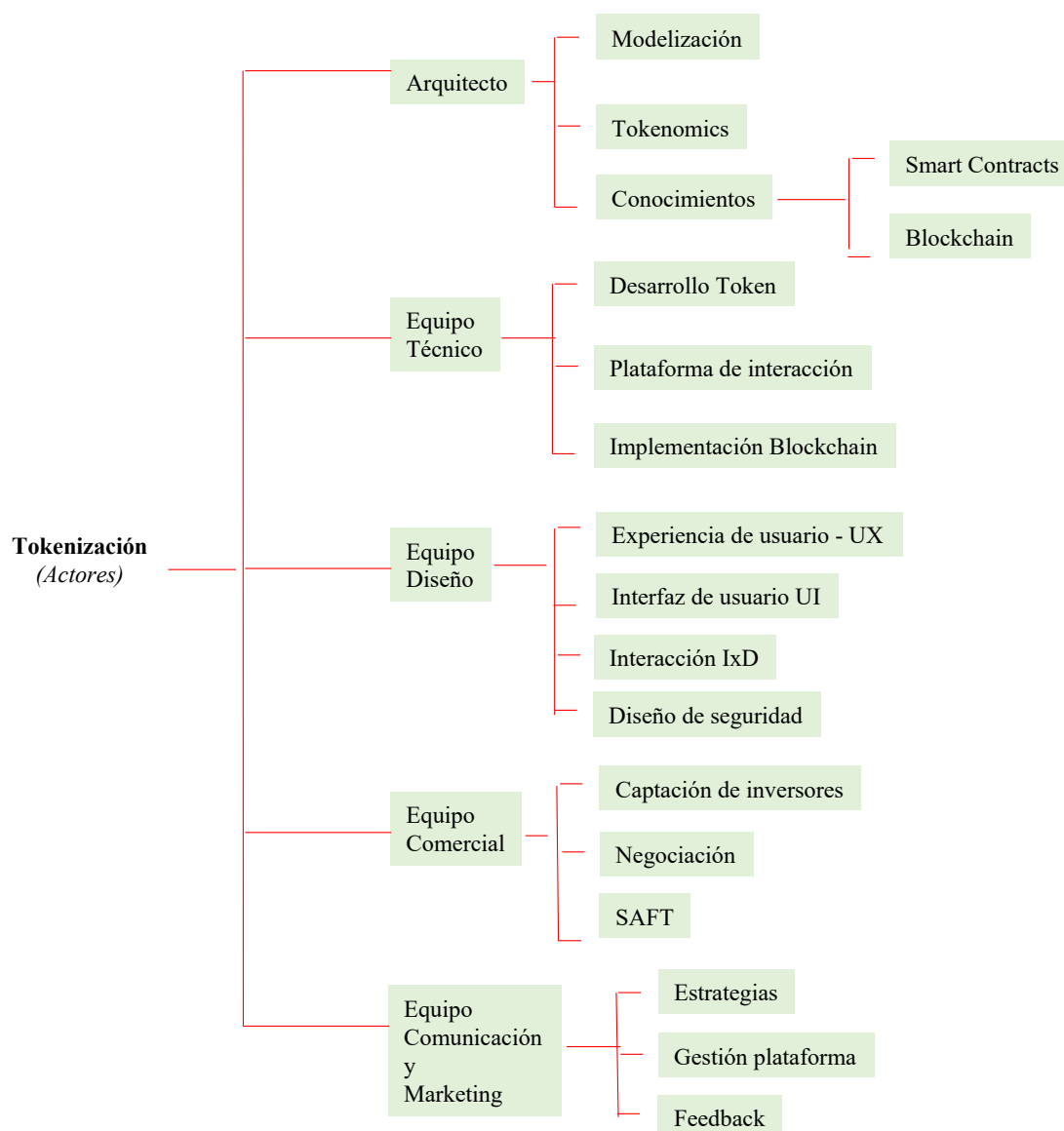
iv.-) Especialistas en Diseño de Seguridad

- a) Diseño de autenticación y autorización. Crear interfaces seguras para el inicio de sesión y la validación de identidad, como la autenticación de dos factores (2FA), integraciones con carteras y sistemas de verificación de identidad (KYC/AML).
 - b) Diseño de interacción segura. Asegurarse de que las interacciones del usuario con la plataforma sean seguras, por ejemplo, la protección de las claves privadas, el manejo de contraseñas y las transacciones firmadas digitalmente.
 - c) Indicadores visuales de seguridad. Implementar señales visuales que transmitan al usuario que sus acciones son seguras (como símbolos de verificación, indicadores de seguridad, etc.).
- **Equipo comercial.** Tienen un papel crucial en la estrategia de ventas y en la captación de inversores. Su objetivo es asegurar que la oferta llegue al público adecuado, maximizar la participación de los inversores y garantizar que la STO se desarrolle de acuerdo con las expectativas del mercado (Beinke et al., 2021). Las responsabilidades claves del equipo comercial en la emisión de una STO son:
- a) Captar y contactar a inversores potenciales. Identificar y calificar a los inversores interesados en participar en la STO.
 - b) Presentaciones y reuniones. Organizar presentaciones personalizadas de la STO a inversores potenciales, respondiendo preguntas y abordando dudas en tiempo real.
 - c) Negociación de términos: Ayudar a los inversores a comprender los términos de la STO y gestionar las negociaciones relacionadas con su inversión.
 - d) Formalización de acuerdos simples para tokens futuros o *simple agreement for future tokens* (SAFT). Establecer instrumentos de

seguridad que permite a las STO recaudar capital antes de crear los tokens siendo los responsables de que los inversores reciban documentación que indica el acceso a un determinado producto.

- e) Cierre de ventas: Asegurarse de que los inversores realicen su inversión en tokens, proporcionando asistencia durante todo el proceso de inversión.
- **Equipo de comunicación y marketing.** Son los responsables de crear y ejecutar las campañas de marketing que promocionen la STO y generen interés en la oferta (Lambert et al., 2022). Sus funciones principales:
- a) Desarrollar materiales de marketing. Crear y distribuir materiales promocionales como folletos, videos, presentaciones, y contenido web relacionados con la STO.
 - b) Estrategia digital. Implementar campañas de email marketing, publicidad en redes sociales, y otras tácticas de marketing digital para atraer inversores interesados.
 - c) Relaciones públicas. Gestionar la comunicación con los medios y redactar comunicados de prensa relacionados con el lanzamiento de la STO.
 - d) Gestión de la marca. Asegurar que toda la comunicación de la STO esté alineada con la identidad de la marca y los valores del proyecto.
 - e) Gestionar las expectativas de los inversores. Proporcionar información continua a los inversores acerca de la STO, su progreso y cualquier novedad relevante.
 - f) Gestión de relaciones post-venta. Mantener una comunicación activa con los inversores después de la compra de tokens, asegurándose de que estén informados sobre la evolución del proyecto.
 - g) Gestión de plataformas sociales. Administrar las cuentas de la STO en plataformas como Telegram, Twitter, LinkedIn y Discord, respondiendo preguntas e interactuando con la comunidad.
 - h) Fomentar la interacción o *engagement*. Incentivar la participación de la comunidad en debates, eventos y actividades promocionales relacionadas con la STO.
 - i) Construcción de confianza. Trabajar en la construcción de relaciones de largo plazo con los seguidores e inversores potenciales, proporcionando actualizaciones y contenido relevante.
 - j) Gestión de eventos virtuales: Facilitar seminarios web, paneles y otras actividades digitales para involucrar a los inversores y responder preguntas en tiempo real.

Figura 23. Actores y sus funciones en el proceso de tokenización



Fuente: Elaboración propia (2025)

3.4.3. Legislación vigente aplicable

En España, la emisión de tokens a través de una **STO (Security Token Offering)** debe cumplir con una serie de requisitos legales y regulatorios. Los **security tokens** son tokens digitales que representan valores o activos tradicionales, como acciones, bonos o participaciones. A diferencia de los **ICO (Initial Coin Offerings)**, que suelen emitir tokens utilitarios, las STO están regulados por la normativa de valores, ya que se consideran instrumentos financieros.

Considerados como instrumentos financieros según el artículo 2 de la Ley del Mercado de Valores consolidada, están sujetos a las Directivas 2014/65/UE - MIFID II, el Reglamento (UE) 600/2014 - MIFIR, y lo estipulado en el Real Decreto Legislativo 4/2015, del 23 de octubre, que aprueba la ley del Mercado de Valores consolidada. La emisión de los tokens de seguridad requiere la obtención de autorizaciones pertinentes y la supervisión de la Comisión Nacional

del Mercado de Valores (CNMV), calificándose dicha operación como una STO (Martínez-Echevarría, 2025).

Los requisitos claves para emitir tokens de una STO en España son:

- **Cumplimiento de la legislación sobre valores (MiFID II y Ley del Mercado de Valores).** Los *security tokens* están regulados bajo la legislación de valores y activos financieros. La Ley 24/1988, de 28 de julio, del Mercado de Valores (LMV) y la MiFID II (Directiva sobre los Mercados de Instrumentos Financieros) regulan las actividades de emisión de valores, incluidos los *security tokens*. Las empresas que deseen lanzar un STO deberán asegurarse de cumplir con los requisitos establecidos en estas normativas, como la autorización para ofrecer instrumentos financieros al público y cumplir con las reglas de transparencia y divulgación de información. Según la LMV (art. 2 y 3), un token puede ser considerado un instrumento financiero si representa acciones u otros valores negociables, bonos u obligaciones, participaciones en Instituciones de Inversión Colectiva (IIC) y derivados financieros (Morant, 2023).
- **Autorización de la CNMV (Comisión Nacional del Mercado de Valores).** Para llevar a cabo una *Security Token Offering* (STO) en España, es preceptiva la obtención de autorización por parte de la Comisión Nacional del Mercado de Valores (CNMV), autoridad competente en la supervisión del mercado de valores. En caso de que la oferta sea considerada pública y los tokens se califiquen como instrumentos financieros conforme a la Ley del Mercado de Valores, donde la emisión de los tokens se dirige a un número significativo de inversores, la empresa emisora debe redactar y registrar un prospecto que proporcione información relevante y detallada sobre la oferta. El prospecto debe ser aprobado por la CNMV antes de la emisión, incluyendo detalles sobre la empresa emisora, los riesgos del proyecto, el uso de los fondos, los derechos y las obligaciones de los titulares de los tokens entre otros. Destacar que en el contexto de una STO en España, existen exenciones legales que permiten no registrar un prospecto en la CNMV como en los siguientes casos. A) que la oferta de tokens no supere los 8 millones de euros en un periodo de 12 meses, pudiendo exigir a la empresa emisora un *whitepaper* o documento informativo y que no es un prospecto oficial conforme al reglamento. B) Si la oferta no se dirige a más de 150 inversores no cualificados por Estado miembro. C) Si cada inversor adquiere tokens por al menos 100.000 euros. D) Si cada token tiene un valor nominal de 100.000 euros o más.
- **Cumplimiento de la Ley de Prevención de Blanqueo de Capitales.** La Ley 10/2010 de prevención de blanqueo de capitales y financiación del terrorismo establece que las entidades financieras y otras empresas que emitan tokens en una STO deben llevar a cabo procedimientos de diligencia debida para evitar actividades ilícitas. Esto incluye la identificación de los inversores (KYC) y el monitoreo de las transacciones para prevenir el blanqueo de capitales.
- **Cumplimiento de las Normas sobre Protección de Datos (GDPR).** La normativa sobre protección de datos personales (como el Reglamento General de Protección de Datos - GDPR) es fundamental. Las empresas que emiten tokens en una STO deben asegurar la protección de la información personal de los inversores y adherirse a las obligaciones relacionadas con la privacidad de datos.
- **Auditoría y transparencia financiera.** Las empresas emisoras de tokens deben garantizar la transparencia en la utilización de los fondos obtenidos a través de la STO. Esto puede incluir la obligación de someterse a auditorías externas periódicas y de

proporcionar informes financieros que aseguren la correcta gestión de los fondos recaudados.

De forma somera y para que el lector pueda visualizar lo que previamente se ha explicado, veámoslo con un breve caso práctico de tokenización de acciones en España de una PYME cuya intención es captar financiación sin acudir a la financiación tradicional o al mercado bursátil tradicional.

Una *startup* española del sector *fintech* quiere captar 800.000 euros para acometer su proceso de expansión, decidiendo que emite una parte de su capital social en forma de acciones tokenizadas, empleando tecnología Blockchain para facilitar la entrada de inversores sin perder el control de la empresa. El diseño de la operación se estructuraría de la siguiente manera y siguiendo las instrucciones dadas en las citadas normas:

- 1.) Definición del tipo de instrumento emitido. Se tokenizan acciones ordinarias (*equity tokens*) representando participación en la empresa y cada token otorga al titular el token derecho a voto y a dividendos como cualquier acción tradicional.
- 2.) Clasificación legal del token. Los tokens son considerados valores negociables según la Ley del Mercado de Valores (art. 2 y 3) y se aplica regulación MiFID al proceso de comercialización y distribución.
- 3.) Estructura de la emisión. La empresa amplía capital y emite nuevas acciones, registradas en una plataforma de tokenización existente en el mercado, creando un registro descentralizado de accionistas, compatible con el Registro Mercantil a través de certificación de terceros (notaría o *smart contract* auditado).
- 4.) Folleto. El importe total de la emisión es de 500.000 euros, por debajo del umbral obligatorio establecido por la CNMV de 8 millones de euros, por lo que no se exige prospecto, elaborándose un documento informativo o *whitepaper* como resumen ejecutivo y términos de la oferta para la CNMV y los inversores.
- 5.) Participantes. Los participantes son la *startup* emisora, la plataforma de tokenización registrada o colaboradora de una empresa de servicios de inversión (ESI) obligada ésta última a estar registrada en la CNMV, inversores minoristas y *business angels*.
- 6.) Obligaciones normativas. La Ley del Mercado de Valores exige notificación a la CNMV del resultado de la oferta, la MiFID II determina las obligaciones de información, clasificación de clientes y evaluación de conveniencia, la Ley de Sociedades de Capital exige una modificación de los estatutos para que permita la representación de acciones mediante tecnología DLT si no se hubiera contemplado previamente en los estatutos de la startup y cumplimiento de la verificación de identidad de todos los inversores (KYC/AML).
- 7.) Otras consideraciones. Al dar acceso a inversores de forma directa se reducen los costes respecto a una salida al BME Growth (mercado de valores español orientado a Pymes en expansión) y que, en muchos casos, las acciones tokenizadas se emiten a través de un vehículo de propósito especial o *special purpose vehicle* (SPV) para facilitar la representación legal como se verá en la siguiente sección.

3.4.4. Vehículos de propósito especial o *special purpose vehicles* (SPV)

Los vehículos de propósito especial (SPV) son entidades que se crean para un propósito específico, como la titulización o securitización. Se trata de un mecanismo de titulización mediante el cual un activo financiero ilíquido, como un préstamo hipotecario o un crédito, es agrupado y estructurado en instrumentos financieros negociables, típicamente valores respaldados por activos o títulos de deuda con el objetivo de mejorar su liquidez. Este proceso permite a la entidad originadora, usualmente una institución financiera, optimizar su balance al convertir activos no líquidos en efectivo, al tiempo que transfiere el riesgo crediticio subyacente a los inversores del mercado secundario (Lima et al., 2024).

Debido a que en numerosas ocasiones, la tokenización de determinados activos presentan ciertas dificultades a la hora de garantizar su eficacia frente a terceros y proteger los derechos de los titulares de los tokens o *tokenholders*, se recurre a la utilización de SPV constituidos *ad hoc* para poder adquirir estos activos y transformarlos en tokens respaldados por instrumentos de capital o deuda, facilitando que los inversores participen directamente en el proyecto real en el que se invierte, ya sea una empresa operativa, un inmueble u otro tipo de activo tangible (Ibáñez-Jiménez y Palomo-Zurdo, 2024).

El propósito de las SPV es crear una entidad legal separada que se utiliza para mantener activos y emitir valores. Esta estructura se utiliza para proteger a la empresa matriz de posibles pasivos que puedan surgir de la SPV. Los SPV también se utilizan para aislar el riesgo, ya que los activos que posee el SPV están separados de los que posee la empresa matriz, ayudando a reducir la exposición general al riesgo de la empresa matriz.

La tokenización mediante una SPV establece un marco claro para la delimitación del alcance de la inversión, así como de los derechos del titular de tokens, quien no posee la titularidad directa sobre el activo real (RWA) objeto del proyecto. No obstante, conforme a la normativa aplicable y a los términos del contrato, dichos titulares de tokens pueden percibir los beneficios derivados de la explotación o enajenación de dicho activo, sin perjuicio de su estatus como no propietarios directos del mismo.

La creación de una SPV permite la tokenización del activo subyacente, transformándolo en una serie de tokens digitales. Este proceso implica la fracción del activo en unidades representativas, facilitando la emisión de tokens de seguridad que reflejan participaciones proporcionales en el activo real. A través de un *smart contract* en una Blockchain, cada token se vincula directamente al activo subyacente, lo que permite una representación segura, transparente y verificable de la propiedad fraccionada. Esto, a su vez, habilita a los inversores a adquirir fracciones del activo de manera eficiente, simplificando la transacción, garantizando la trazabilidad y reduciendo los costos operativos tradicionales. Además, los inversores pueden beneficiarse de la liquidez mejorada al poder comprar y vender estos tokens en plataformas de intercambio compatibles y con la posibilidad de negociar en mercados secundarios (Hernández, 2024).

Toda creación de una SPV orientada en la emisión de tokens en una Blockchain requiere de una combinación de aspectos legales, financieros y tecnológicos. Como previo paso a la constitución de la SPV, es necesario definir el proyecto y el activo subyacente, identificando el activo real que se tokenizará pudiendo ser un inmueble, una planta de energía o deuda comercial. Crear una sociedad vehículo dedicada exclusivamente al proyecto implica un amplio conocimiento en cuanto a la constitución de una SPV en diferentes jurisdicciones con

marcos más favorables a la tokenización en términos operativos y fiscales como son el caso de Luxemburgo, Suiza, Estonia o USA. No hay que obviar que el tipo de entidad según las necesidades del proyecto requeridas como una sociedad de responsabilidad limitada o *Limited Liability Company* en EE.UU. (LLC), una sociedad limitada profesional (SLP) o una sociedad anónima SA, tendrán una regulación y exigencias específicas en cuanto a los estatutos, gobernanza y documentación del vehículo. Constituida la SPV es cuando se procede a la adquisición del activo por parte de esta en forma de compraventa o cesión de derechos entre otros, registrando el activo a nombre de la SPV y convirtiéndose en el titular legal del mismo, fase en la que se define la estructura financiera (Morris, 2024). Si los tokens representan participaciones de capital o *equity* (acciones o participaciones), instrumentos de deuda (bonos) y derechos económicos (participación en los ingresos y rendimientos) se debe reflejar en contratos legales como un *whitepaper* o memorando de oferta (*offering memorandum*). La oferta a inversores se efectúa por medio de un lanzamiento de una venta privada o pública de los tokens, registrando y notificando ante el regulador correspondiente y según la jurisdicción, el tipo de instrumento emitido. Como último paso, establecer mecanismos de gobernanza y operación sobre la SPV como definir el órgano gestor, auditorías e informes y garantizar la transparencia en el uso de fondos, la rentabilidad del activo y los derechos del tenedor del token cierra todo proceso de creación de una SPV (Christophers, 2024).

En conclusión, en el presente capítulo el autor ha realizado una labor explicativa en cuanto a acercar al lector conocimientos sobre potenciales aplicaciones de la tecnología Blockchain, y en específico la tokenización al sector hotelero. Como se ha podido observar, la tokenización presenta un gran abanico de oportunidades desde múltiples perspectivas. Sin embargo, y habiendo realizado un proceso de investigación en el campo de tokenización de activos en la presente sección, veámoslo en el siguiente capítulo de forma más detallada basándose el autor, en casos prácticos de tokenización de activos hoteleros, para que el lector pueda avanzar en una lectura atractiva basada en casos prácticos en el campo del sector hotelero.

3.5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alexander, B., & Bellandi, N. (2022). *Limited or Limitless? Exploring the Potential of NFTs on Value Creation in Luxury Fashion*. *Fashion Practice*, 14(3), 376-400. <https://doi.org/10.1080/17569370.2022.2118969>
- Allen, S., Juels, A., Khaire, M., Kell, T., & Shrivastava, S. (2022). *NFTs for art and collectables: Primer and outlook*. URL: <https://osf.io/preprints/socarxiv/gwzd7>.
- Annie, S. S., Sriman, B., & Jha, P. (2023). *Enhancing the Identification and Design of Token Smart Contracts on the Ethereum Blockchain*. In *Intelligent Systems and Smart Infrastructure* (pp. 382-390). CRC Press.
- Ardavanis, T. (2022). *Membership NFTs: Blockchain technology, opportunities, and implementation of utility based Non-Fungible-Tokens*.
- Arner, D. W., Zetsche, D. A., Buckley, R. P., & Kirkwood, J. M. (2023). *The Financialization of Crypto: Lessons from FTX and the Crypto Winter of 2022-2023*. University of Hong Kong Faculty of Law Research Paper, (2023/19), 23-31.
- Arreola, J., & Dabdoub, F. V. (2017). *Criptomonedas: ¿qué son y por qué importan?* Forbes México.
- Arya, A., Singh, J., Gupta, A., & Dwivedi, R. K. (2024, February). *Developing an Effective Consensus Mechanism for a Secure Blockchain-Based Cross-Border Fund Transfer System*. In *2024 IEEE International Conference on Computing, Power and Communication Technologies (IC2PCT)* (Vol. 5, pp. 636-642). IEEE.
- Bahriddinovich, K. A. (2024). *Importance of insurance in tourism*. *International Journal of Engineering Mathematics (Online)*, 6(1).
- Baker, B. J., Kunkel, T., Doyle, J. P., Su, Y., Bredikhina, N., & Biscaia, R. (2022). *Remapping the sport brandscape: A structured review and future direction for sport brand research*. *Journal of Sport Management*, 36(3), 251-264.
- Balbi, G., & Magaudda, P. (2018). *A history of digital media: An intermedia and global perspective*. Routledge.
- Beinke, J. H., Rohde, K., Pohl, F., & Teuteberg, F. (2021). *Exploring the success factors of security token offerings: An empirical approach*. *International Journal of Information Technology & Decision Making*, 20(05), 1339-1362.
- Benedetti, H., Caceres, C., & Abarzúa, L. Á. (2023). *Utility tokens*. In *The Emerald Handbook on Cryptoassets: Investment Opportunities and Challenges* (pp. 79-92). Emerald Publishing Limited.
- Benedetti, H., & Rodríguez-Garnica, G. (2023). *Tokenized assets and securities*. In *The Emerald handbook on cryptoassets: Investment opportunities and challenges* (pp. 107-121). Emerald Publishing Limited.
- Bernile, G., & Lyandres, E. (2011). *Understanding Investor Sentiment: The Case of Soccer*. *Financial Management*, 40(2), 357-380. <https://doi.org/10.1111/j.1755-053x.2011.01145>.

- Bhujel, S., & Rahulamathavan, Y. (2022). *A survey: Security, transparency, and scalability issues of nft's and its marketplaces*. *Sensors*, 22(22), 8833.
- Bindseil, U. (2020). *Tiered CBDC and the financial system*. ECB Working Paper, 2351. <https://doi.org/10.2866/134524>
- Bongini, P., Osborne, F., Pedrazzoli, A., & Rossolini, M. (2022). *A topic modelling analysis of white papers in security token offerings: Which topic matters for funding?* *Technological Forecasting and Social Change*, 184, 122005.
- Buterin, V. (2014b). *DAOs, DACs, DAs and more: An incomplete terminology guide*. Ethereum Blog. <https://blog.ethereum.org>
- Caballero, M. (2019). *Bitcoin, Blockchain y tokenización para inquietos*. Bubok.
- Catalini, C., & Gans, J. S. (2018). *Initial coin offerings and the value of crypto tokens (No. w24418)*. National Bureau of Economic Research.
- Catalini, C., & Gans, J. S. (2020). *Some simple economics of the blockchain*. *Communications of the ACM*, 63(7), 80-90.
- Catalini, C., & Gans, J. S. (2023). *Blockchain Technology and Smart Contracts: Revolutionizing Transactions and Organizational Trust*. MIT Digital Currency Initiative. <https://dci.mit.edu>.
- Chadwick, S., & Holt, M. (2012). *Building global sports brands: Key success factors in marketing the UEFA Champions League*. In *Marketing and Football* (pp. 21-50). Routledge.
- Chen, K., Fan, Y., & Liao, S. S. (2023). *Token incentives in a volatile crypto market: the effects of token price volatility on user contribution*. *Journal of Management Information Systems*, 40(2), 683-711.
- Chod, J., Trichakis, N., & Yang, S. A. (2022). *Platform tokenization: Financing, governance, and moral hazard*. *Management Science*, 68(9), 6411-6433.
- Choi, J., & Choi, J. W. (2022). Integrating the mobile game item and customer loyalty mileage in NFT. *International Journal of Current Science Research and Review*, 5(02), 7-16.
- Christophers, B. (2024). *Our lives in their portfolios: Why asset managers own the world*. Verso Books.
- Chuen, D. L. K., Guo, L., & Wang, Y. (2017). *Cryptocurrency: A New Investment Opportunity?* *The Journal of Alternative Investments*, 20(3), 16-40. <https://doi.org/10.3905/jai.2018.20.3.016>
- Chutipat, V., Sonsuphap, R., & Thetlek, R. (2023). *The business strategy of the utility token adoption by investors in a developing country*. ISO 690.
- Chyzhevskaya, M., Romanovska, N., Venger, V., & Sokolov, V. (2024). *Tokenomics and Perspectives of Proof of Stake*. In *Digital Economy Concepts and Technologies Workshop 2024* (Vol. 3665, pp. 61-69). Germany.

- Comisión Europea (2023). *Reglamento (UE) 2023/1114 del Parlamento Europeo y del Consejo de 31 de mayo de 2023, relativo a los mercados de criptoactivos y por el que se modifican los Reglamentos (UE) n.º. 1093/2020 y (UE) n.º. 1095/2010 y las Directivas 2013/36/UE y (UE) 2019/1937.*
- Cong, L. W., & He, Z. (2019). *Blockchain disruption and smart contracts*. *Review of Financial Studies*, 32(5), 1754–1797.
- Conley, J. P. (2017). *Blockchain and the economics of crypto-tokens and initial coin offerings*. Vanderbilt University Department of economics working papers, (17-00008).
- Csongor, C. (2024). *The economics of innovation: Blockchain technology*. *Annals of 'Constantin Brancusi' University of Targu-Jiu. Economy Series/Analele Universităţii'Constantin Brâncuşi'din Târgu-Jiu Seria Economie*, (5).
- Dai, C. (2020). *DEX: A DApp for the decentralized marketplace*. *Blockchain and Crypt Currency*, 95.
- Davis, M. A. R. K., & Brauholtz-Speight, T. (2016). *Financial innovation today: Towards economic resilience*.
- Devesa, M. J. S., Ribes, J. F. P., Pérez, V. M., & Cuéllar, P. A. *Sostenibilidad y transformación digital: el renacer del turismo post-covid 19*. Researchgate 2024.
- Dierksmeier, C., & Seele, P. (2018). *Cryptocurrencies and business ethics*. *Journal of business ethics*, 152, 1-14.
- Di Angelo, M., & Salzer, G. (2020). *Tokens, types, and standards: identification and utilization in Ethereum*. In 2020 IEEE International Conference on Decentralized Applications and Infrastructures (DAPPS) (pp. 1-10). IEEE.
- Dogru, T., Mody, M., & Leonardi, C. (2018). *Blockchain technology & its implications for the hospitality industry*. Boston University, 207.
- Drasch, B. J., Fridgen, G., Manner-Romberg, T., Nolting, F. M., & Radszuwill, S. (2020). *The token's secret: The two-faced financial incentive of the token economy*. *Electronic Markets*, 30, 557-567.
- Duan, H., Li, J., Fan, S., Lin, Z., Wu, X., & Cai, W. (2021). *Metaverse for social good: A university campus prototype*. In *Proceedings of the 29th ACM international conference on multimedia* (pp. 153-161).
- Eddine, K.D., & Yasmina, M. O. K. H. E. N. A. C. H. E. (2024). *The future of finance: token sales as an innovative mechanism for financing startup*. *El-Bahith Review*, 24(1), 53-61.
- Ekinci, M. C. (2024). *Blockchain Applications in Marketing*. In *Exploring Blockchain Applications* (pp. 112-142). CRC Press.
- Escobedo-Gutiérrez, C. (2024). *Financiación de pymes en la era FinTech*. *Tokenización desde la legalidad*. *Contabilidad y Dirección*, (37).

- Falowo, O. I., Ozer, M., Li, C., & Abdo, J. B. (2024). *Evolving Malware & DDoS Attacks: Decadal Longitudinal Study*. IEEE Access.
- Feng, C., Li, N., Wong, M. H., & Zhang, M. (2019). *Initial coin offerings, Blockchain technology, and white paper disclosures*. Mingyue, Initial Coin Offerings, Blockchain Technology, and White Paper Disclosures (March 25, 2019).
- Fernandes, C. E., & Morais, R. (2022, November). *Do NFTs sound good? An exploratory study on audio NFTs and possible avenues*. In Informatics (Vol. 9, No. 4, p. 94). MDPI.
- Fernández, A. (2019). *Inteligencia artificial en los servicios financieros*. Boletín Económico - Banco de España, 2, 16. <https://repositorio.bde.es/bitstream/123456789/8448/1/be1902-art7.pdf>
- Filimonau, V., & Naumova, E. (2020). *The Blockchain technology and the scope of its application in hospitality operations*. International Journal of Hospitality Management, 87, 102383.
- Frame, W. S., & White, L. J. (2004). *Empirical Studies of Financial Innovation: Lots of Talk, Little Action?* Journal Of Economic Literature, 42(1), 116-144. <https://doi.org/10.1257/002205104773558065>
- Gadekallu, T. R., Huynh-The, T., Wang, W., Yenduri, G., Ranaweera, P., Pham, Q. V., & Liyanage, M. (2022). *Blockchain for the metaverse: A review*. arXiv preprint arXiv:2203.09738.
- Gan, J., Tsoukalas, G., & Netessine, S. (2021). *Initial coin offerings, speculation, and asset tokenization*. Management Science, 67(2), 914-931.
- Garrido, J. (2024). *NFTs o bienes virtuales: disrupciones en los derechos de propiedad intelectual (IP)*. Diario La Ley, (10440), 2.
- Glaser, F., & Bezenberger, L. (2015, March). *Beyond cryptocurrencies-a taxonomy of decentralized consensus systems*. In 23rd European conference on information systems (ECIS), Münster, Germany.
- Goghie, A. S. (2024). *Tokenization and the banking system: Redefining authority in the Blockchain era*. Competition & Change, 10245294241258255.
- Goundar, S., Chand, S., Chandra, J., Bhardwaj, A., & Saber, F. (2021). *A taxonomy of blockchain applications*. In Blockchain Technologies, Applications and Cryptocurrencies: Current Practice and Future Trends (pp. 49-71).
- Gupta, V. (2017). *A brief history of Blockchain*. Available at: <https://hbr.org/2017/02/a-brief-history-of-Blockchain>.
- Haas, P., Blohm, I., Peters, C., & Leimeister, J. M. (2015). *Modularization of Crowdfunding services—designing disruptive innovations in the banking industry*.
- Hernández Casco, F. E. (2024). *Blockchain y tokenización: Oportunidades y retos para Centroamérica*. Revista de Fomento Social, (310), 473-493.
- Hirst, D., & Fry, S. (2022). *The Currency*. Heni Publishing.

- Hoang, L. T., & Baur, D. G. (2024). *How stable are stablecoins?* The European Journal of Finance, 30(16), 1984-2000.
- Huckle, S., Bhattacharya, R., White, M., & Beloff, N. (2016). *Internet of things, Blockchain and shared economy applications*. Procedia computer science, 98, 461-466.
- Ibáñez-Jiménez, J. W., & Palomo-Zurdo, R. (2024). *Wine tokenisation: The opportunity of DLT technology for the economic and social challenges of the wine sector*.
- James, K. (2021). *Breaking Down Damien Hirst's The Currency-An NFT Project Connected to Physical Art*. Start with NFTs. <https://www.startwithnfts.com/posts/damien-hirst-the-currency-nft-project/>.
- Jiang, S., Yang, L., Gao, X., Zhou, Y., Feng, T., Song, Y., ... & Cheng, G. (2022). *BSD-Guard: A Collaborative Blockchain-Based Approach for Detection and Mitigation of SDN-Targeted DDoS Attacks*. Security and communication networks, 2022(1), 1608689.
- Jiménez, J. W. I. (2017). *Cuestiones jurídicas en torno a la cadena de bloques («Blockchain») ya los contratos inteligentes («smart contracts»)*. ICADE. Revista de la Facultad de Derecho, (101).
- John, K., Kogan, L., & Saleh, F. (2023). *Smart contracts and decentralized finance*. Annual Review of Financial Economics, 15(1), 523-542.
- Juan, A. A., Perez-Bernabeu, E., Li, Y., Martin, X. A., Ammouriova, M., & Barrios, B. B. (2023). *Tokenized markets using Blockchain technology: Exploring recent developments and opportunities*. Information, 14(6), 347.
- Kaladevi, A. C., Valavan, L., Rajendran, S., & Perumal, R. (2025). *Tokenization and its applications*. In Human-Centric Integration of Next-Generation Data Science and Blockchain Technology (pp. 147-164). Academic Press.
- Kanaparthi, V. (2024, January). *Exploring the Impact of Blockchain, AI, and ML on Financial Accounting Efficiency and Transformation*. In International Conference on Multi-Strategy Learning Environment (pp. 353-370). Singapore: Springer Nature Singapore.
- Kang, H. R. (2022). *A situation analysis of NFT on the jewelry industry in web 3.0 era*. Journal of Digital Convergence, 20(3), 439-445.
- Karandikar, N., Chakravorty, A., & Rong, C. (2021). *Blockchain Based Transaction System with Fungible and Non-Fungible Tokens for a Community-Based Energy Infrastructure*. Sensors, 21(11), 3822. <https://doi.org/10.3390/s21113822>
- Khan, S. N., Loukil, F., Ghedira-Guegan, C., Benkhelifa, E., & Bani-Hani, A. (2021). *Blockchain smart contracts: Applications, challenges, and future trends*. Peer-to-peer Networking and Applications, 14, 2901-2925.
- Kifokeris, D., Dounas, T., Tezel, A., & Moon, S. (2023, January). *What is the potential value of tokens and token engineering for the architecture, engineering, and construction industry?* A positional paper. European Council on Computing in Construction (EC3).

- Kontogianni, A., Alepis, E., Virvou, M., & Patsakis, C. (2024). *Smart Tourism Embraces Blockchain*. In *Smart Tourism–The Impact of Artificial Intelligence and Blockchain* (pp. 121-157). Cham: Springer Nature Switzerland.
- Kranz, J., Nagel, E., & Yoo, Y. (2019). *Blockchain token sale: economic and technological foundations*. *Business & Information Systems Engineering*, 61, 745-753.
- Kumar, S., Suresh, R., Liu, D., Kronfellner, B. & Kaul, A. (2022). *Relevance of on-chain asset tokenization in 'crypto winter'*. <https://web-assets.bcg.com/1e/a2/5b5f2b7e42dfad2cb3113a291222/on-chain-asset-tokenization.pdf>
- Kuznetsov, O., Frontoni, E., Kuznetsova, K., Shevchuk, R., & Karpinski, M. (2024). *NFT Technology for Enhanced Global Digital Registers: A Novel Approach to Tokenization*. *Future Internet*, 16(7), 252.
- Lambert, T., Liebau, D., & Roosenboom, P. (2022). *Security token offerings*. *Small Business Economics*, 1-27.
- Langley, P. (2020). *Assets and assetization in financialized capitalism*. *Review of international political economy*, 28(2), 382-393.
- Lash, S., & Dragos, B. (2016). *An Interview with Philip Mirowski*. *Theory, Culture & Society*, 33(6), 123-140.
- Leal, J. A. (2022). *NFT And Metaverse: Legal Limits*. Chicago: Independently Published.
- Lee, D. K. C., Guo, L., & Wang, Y. (2018). *Cryptocurrency: A new investment opportunity?* *Journal of Alternative Investments*, 20(3), 16.
- Lenz, R. (2019). *Managing distributed ledgers: Blockchain and beyond*. Available at SSRN 3360655.
- Li, X., & Whinston, A. B. (2020). *Analyzing cryptocurrencies*. *Information Systems Frontiers*, 22, 17-22.
- Liao, P., Liu, C., Yin, J., Wang, Z., & Cui, X. (2024). *NFT Security Matrix: Towards Modeling NFT Ecosystem Threat*. *CMES-Computer Modeling in Engineering & Sciences*, 139(3).
- Lima, G., Barnes, R., & Kerrigan, C. (2024). *The benefits of asset tokenisation within securitisation*. *Journal of Securities Operations & Custody*, 16(4), 366-384.
- Liu, L., Zhou, S., Huang, H., & Zheng, Z. (2021). *From technology to society: An overview of Blockchain-based DAO*. *IEEE Open Journal of the Computer Society*, 2, 204-215.
- Liu, Z., Bai, Y., Xu, T., Gao, H., & Lei, H. (2023, December). *SrNFT: Simple Restricted Non-Fungible Token Framework for Transactions With Risk Detection*. In *2023 IEEE International Conference on Blockchain (Blockchain)* (pp. 159-165). IEEE.
- Loporchio, M., Di Francesco Maesa, D., Bernasconi, A., & Ricci, L. (2024, December). *Analyzing ERC-1155 Adoption: A Study of the Multi-token Ecosystem*. In *International*

- Conference on Complex Networks and Their Applications (pp. 385-397). Cham: Springer Nature Switzerland.
- Magnusson, S., Renhage, D., & Borges, J. (2022). *Initial exchange offerings (ieos) and initial dex offerings (idos)*.
- Malinova, K., & Park, A. (2023). *Tokenomics: When tokens beat equity*. *Management Science*, 69(11), 6568-6583.
- Martín-Guart, R. F., Fondevila-Gascón, J. F., Lladós, J., & Paitiví, I. (2024). *Blockchain, NFT y producción bajo demanda en el sector de la moda*. *Questiones publicitarias*, vol. 7, núm. 34, 2024.
- Martínez-Echevarría y García de Dueñas, A., & del Castillo Ionov, R. (2025). *Utility Tokens and Their Regulation Under MiCA*. In *Governance and Control of Data and Digital Economy in the European Single Market: Legal Framework for New Digital Assets, Identities and Data Spaces* (pp. 233-250). Cham: Springer Nature Switzerland
- Martínez Pería, M. S., Agur, I., Bauer, G. V., & Mancini-Griffoli, T. (2025). *Tokenization and financial market inefficiencies*. *Fintech Notes*, 2025/001. Fondo Monetario Internacional.
- Mereu, S. (2023). *NFT Sports Collectibles: Characteristics and Factors of Consumer Value*. In *Global Applications of the Internet of Things in Digital Marketing* (pp. 310-331). IGI Global.
- Milkau, U. (2024). *Will tokenisation deliver efficiency? And what kind?* *Journal of Securities Operations & Custody*, 17(1), 79-94.
- Min, W. (2022). *Put on the Spot: Damien Hirst's the Currency and the Future of NFTs*. *Va. JL & Tech.*, 26, 1.
- Mita, M., Ito, K., Ohsawa, S., & Tanaka, H. (2019, July). *What is stablecoin? A survey on price stabilization mechanisms for decentralized payment systems*. In *2019 8th international congress on advanced applied informatics (IIAI-AAI)* (pp. 60-66). IEEE.
- Moin, A., Sekniqi, K., & Sirer, E. G. (2020). *SoK: A classification framework for stablecoin designs*. In *Financial cryptography and data security: 24th international conference, FC 2020, kota kinabalu, Malaysia, february 10–14, 2020 revised selected papers 24* (pp. 174-197). Springer International Publishing.
- Momtaz, P. P. (2023). *Security tokens*. In *The Emerald Handbook on Cryptoassets: Investment Opportunities and Challenges* (pp. 61-78). Emerald Publishing Limited.
- Morant, R. H. (2023). *Análisis de las novedades de la ley de los mercados de valores y de los servicios de inversión*. *Revista de Derecho del Sistema Financiero: mercados, operadores y contratos*, (6), 281-310.
- Morris, P.S. (2024). *Economic Sanctions under International Law: Trade Continuity with Special Purpose Vehicles (1st ed.)*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781003430810>

- Moser, S. (2025). *Do Whitepapers Matter? Investigating the Long-Term Effects of Cryptocurrency Whitepapers*. Investigating the Long-Term Effects of Cryptocurrency Whitepapers.
- Motola Villanueva, P., Cortez Alejandro, K. A., & Barrera Guerra, J. L. (2022). *El Tokenomic de las Finanzas descentralizadas*. *Vinculatégica*, 8(3), 78-94.
- Mottaghi, S. F., Steininger, B. I., & Yanagawa, N. (2024). *Real Estate Insights: The current state and the new future of tokenization in real estate*. *Journal Of Property Investment and Finance*. <https://doi.org/10.1108/jpif-07-2024-0087>
- Mougayar, W. (2016). *The business Blockchain: promise, practice, and application of the next Internet technology*. John Wiley & Sons.
- Nasarre-Aznar, S. (2018). *Collaborative housing and Blockchain*. *Administration*, 66(2), 59-82.
- Oliveira, L., Zavolokina, L., Bauer, I., & Schwabe, G. (2018). *To token or not to token: Tools for understanding Blockchain tokens*. ICIS.
- Önder, I., & Gunter, U. (2022). *Blockchain: Is it the future for the tourism and hospitality industry?* *Tourism Economics*, 28(2), 291-299.
- Önder, I., & Treiblmaier, H. (2018). *Blockchain and tourism: Three research propositions*. *Annals of Tourism Research*, 72(C), 180-182.
- Osivand, S., & Abolhasani, H. (2021). *Effect of bitcoin and Ethereum on non-fungible token (NFT)*. *IOSR Journal of Business and Management*, 23(9), 49-51.
- Pacheco Jiménez, M. N. (2019). *De la tecnología Blockchain a la economía del token*. *Derecho PUCP*, (83), 61-87.
- Paktiti, M., & Economides, A. A. (2023). *Smart contract applications in tourism*. *International Journal of technology management & sustainable development*, 22(2), 165-184.
- Parra, A. M. (2025). *Electronic Money Tokens Under the MiCA Regulation*. *Governance and Control of Data and Digital Economy in the European Single Market*, 199.
- Patel, O. (2024). *Decentralized games asset on the Ethereum Blockchain: analyzing the potential and challenges*. *International Journal of Advanced Research in Engineering and Technology (IJARET) Volume 15, Issue 3, May-June, 2024*, pp. 409-429, Article ID: IJARET_15_03_035
- Perdana, A., Lee, W. E., & Robb, A. (2021). *From enfant terrible to problem-solver? Tracing the competing discourse to explain Blockchain-related technological diffusion*. *Telematics and Informatics*, 63, 101662.
- Pichon, P. E., Bories, D., & Laborde, C. (2023). *The determinants of the adoption of cryptocurrencies in the tourism industry: Application to the case of hotel room reservations*. In *Colloque International, Tourisme & Transitions*.

- Pierro, G. A., & Rocha, H. (2019). *The influence factors on Ethereum transaction fees*. In 2019 IEEE/ACM 2nd international workshop on emerging trends in software engineering for Blockchain (WETSEB) (pp. 24-31). IEEE.
- Pilkington, M. (2016). *Blockchain technology: principles and applications*. In Research handbook on digital transformations (pp. 225-253). Edward Elgar Publishing.
- Popescu, A. D. (2021, May). *Non-fungible tokens (nft)–innovation beyond the craze*. In 5th International Conference on Innovation in Business, Economics and Marketing Research (Vol. 32, pp. 26-30).
- Rahimian, R., & Clark, J. (2021). *TokenHook: Secure ERC-20 smart contract*. arXiv preprint arXiv:2107.02997.
- Raza, H., Ali, R., Iqbal, J., & Awais, M. (2024). *Secure Room-Sharing Decentralized App Development on Ethereum Block Chain Using Smart Contracts*. Journal of Informatics and Web Engineering, 3(2), 146-158.
- Real World Assets. 2025. <https://app.rwa.xyz/>.
- Rehman, W., e Zainab, H., Imran, J., & Bawany, N. Z. (2021, December). *NFTs: Applications and challenges*. In 2021 22nd International Arab Conference on Information Technology (ACIT) (pp. 1-7). IEEE.
- Rees-Evans, A. (2024). *How to Launch a Token*.
- Riabi, I., Ayed, H. K. B., & Saidane, L. A. (2019, June). *A survey on Blockchain based access control for Internet of Things*. In 2019 15th International Wireless Communications & Mobile Computing Conference (IWCMC) (pp. 502-507). IEEE.
- Rose, C. (2015). *The evolution of digital currencies: Bitcoin, a cryptocurrency causing a monetary revolution*. The International Business & Economics Research Journal (Online), 14(4), 617.
- Sazandrishvili, G. (2020). *Asset tokenization in plain English*. Journal of Corporate Accounting & Finance, 31(2), 68-73.
- Shoetan, P. O., & Familoni, B. T. (2024). *Blockchain's impact on financial security and efficiency beyond cryptocurrency uses*. International Journal of Management & Entrepreneurship Research, 6(4), 1211-1235.
- Schwiderowski, J., Pedersen, A. B., & Beck, R. (2024). *Crypto tokens and token systems*. Information Systems Frontiers, 26(1), 319-332.
- Sweeney, J. C., & Soutar, G. N. (2001). *Consumer perceived value: The development of a multiple item scale*. Journal of retailing, 77(2), 203-220.
- Szabo, N. (1996). *Smart contracts: building blocks for digital markets*. EXTROPY: The Journal of Transhumanist Thought, (16), 18(2), 28.
- Tapia, G., Barbero, I., Heredia, S., & Miliá, D. (2023). *Criptomonedas. Relaciones con la economía, las finanzas, el marco regulatorio y la tecnología*. Manuales Delta.

- Tavakoli, P., Yitmen, I., Sadri, H., & Taheri, A. (2024). *Blockchain-based digital twin data provenance for predictive asset management in building facilities*. *Smart and Sustainable Built Environment*, 13(1), 4-21.
- Teutsch, J., & Reitwießner, C. (2024). *A scalable verification solution for Blockchains*. In *Aspects of Computation and Automata Theory with Applications* (pp. 377-424).
- Tripathi, B., & Sharma, R. K. (2024). *Cryptocurrency exchanges and traditional markets: A multi-algorithm liquidity comparison using multi-criteria decision analysis*. *Computational Economics*, 1-29.
- Valera, S. C., Valdés, P. F., & Viñas, S. M. (2021). *NFT y arte digital: nuevas posibilidades para el consumo, la difusión y preservación de obras de arte contemporáneo*. *Artnodes: revista de arte, ciencia y tecnología*, (28), 2.
- Wang, X., & Xu, F. (2023). *The value of smart contract in trade finance*. *Manufacturing & Service Operations Management*, 25(6), 2056-2073.
- Willie, P. (2019). *Can all sectors of the hospitality and tourism industry be influenced by the innovation of Blockchain technology?* *Worldwide Hospitality and Tourism Themes*, 11(2), 112-120.
- Wlasinsky, O. (2023). *Literature review on the most popular of NFTs types*. *International Journal of Educational Technology and Artificial Intelligence*, 2(1), 8-12.
- World Economic Forum. (2024). *How countries are navigating uncertainty of digital asset regulation: Insights from jurisdictional approaches*. <https://www.weforum.org/stories/2024/10/different-countries-navigating-uncertainty-digital-asset-regulation-election-year/>
- Wu, K., Ma, Y., Huang, G., & Liu, X. (2021). *A first look at Blockchain-based decentralized applications*. *Software: Practice and Experience*, 51(10), 2033-2050.
- Wynn, M., & Jones, P. (2022). *IT strategy in the hotel industry in the digital era*. *Sustainability*, 14(17), 10705.
- Yu, S. (2021). *Application of Blockchain-Based Sports Health Data Collection System in the Development of Sports Industry*. *Mobile Information Systems*, 2021(1), 4663147.
- Zheng, Z., Xie, S., Dai, H. N., Chen, W., Chen, X., Weng, J., & Imran, M. (2020). *An overview on smart contracts: Challenges, advances and platforms*. *Future Generation Computer Systems*, 105, 475-491.

CAPÍTULO 4.

CASOS PRÁCTICOS DE TOKENIZACIÓN EN EL SECTOR HOTELERO

Aunque en el capítulo anterior se exploró en profundidad cómo la tecnología Blockchain está transformando la tokenización de activos hoteleros, este nuevo capítulo da un paso más hacia su aplicación práctica. La tokenización ha dejado de ser una idea abstracta para convertirse en una herramienta concreta que está cambiando la forma en que el sector hotelero opera y se financia. A lo largo de estas páginas, se presentarán casos reales que muestran cómo diferentes actores del sector están utilizando Blockchain para fraccionar la propiedad de activos, atraer nuevas inversiones, agilizar procesos operativos y mejorar la transparencia financiera. Estos ejemplos demuestran que la tokenización no solo es viable desde el punto de vista técnico y económico, sino que además está dando lugar a nuevas formas de gobernanza y sostenibilidad en destinos turísticos de todo tipo. El objetivo es ofrecer al lector una visión clara y aplicada del enorme potencial que esta tecnología tiene para la hotelería actual y futura.

4.1. INNOVACIÓN EN EL SECTOR HOTELERO

4.1.1. Contexto histórico

4.1.2. Tendencias en la aplicación de las innovaciones tecnológicas en el sector hotelero

4.2. BLOCKCHAIN EN EL SECTOR HOTELERO

4.2.1. Reducción de costes

4.2.2. Internacionalización de las PYMEs hoteleras

4.2.3. Inalterabilidad en el registro de los datos

4.2.4. Representación digital de activos y financiación

4.3. TOKENIZACIÓN EN EL SECTOR HOTELERO

4.3.1. Visión preliminar

4.3.2. Modelo de negocio de las plataformas especializadas en tokenización de activos hoteleros

4.3.3. Distribución y emisión de un token en la tokenización de activos hoteleros

4.3.4. Ejemplos prácticos de tokenización en el sector hotelero

4.3.5. Tendencias emergentes en la tokenización hotelera para 2025

4.4. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

4.1. INNOVACIÓN EN EL SECTOR HOTELERO

4.1.1. Contexto histórico

El sector hotelero ha estado significativamente transformado por las innovaciones tecnológicas donde el contexto histórico de la transformación digital del sector, y en la actualidad está marcado por varios avances tecnológicos clave y cambios en los paradigmas empresariales (Aggarwal y Mittal, 2024). A continuación, se abordan los principales avances desarrollados en el contexto hotelero.

En las décadas de 1950 y 1960, la introducción de las computadoras centrales o *mainframes*, permitió a las grandes organizaciones, entre ellas cadenas hoteleras internacionales, automatizar cálculos complejos y tareas de procesamiento de datos, sentando las bases para el desarrollo de herramientas digitales más sofisticadas (Ceruzzi, 2003).

El desarrollo de Internet en la década de 1990 representó un hito fundamental, al posibilitar la conectividad global y dar lugar al auge del comercio electrónico. Empresas como Amazon y eBay surgieron en este período, transformando profundamente el panorama del comercio minorista y demostrando el potencial de las plataformas digitales (Khan, 2016). Es en esta década cuando el sector hotelero experimenta una digitalización inicial consistiendo en (Guevara et al., 2000):

- Implementación de sistemas de gestión hotelera (*Property Management System*, PMS). Permitió la automatización de procesos administrativos como reservas, facturación, *check-in* y *check-out*.
- Aparición de los primeros sistemas de distribución global (*Global Distribution Systems*, GDS). Sistemas como Sabre o Amadeus permitieron a hoteles, aerolíneas o empresas de alquiler de coches conectar con los distribuidores (agencias de viajes mayoristas y minoristas) gestionar y distribuir el inventario de manera global, facilitando las reservas en tiempo real.
- Introducción de tarjetas magnéticas. Facilitó el reemplazo de llaves físicas por llaves electrónicas presentando un positivo impacto en el ahorro de energía. La inserción de la tarjeta en el lector habilita el suministro eléctrico de la habitación, mientras que su retirada lo desactiva automáticamente, optimizando así el consumo energético al evitar el uso innecesario durante los períodos de inocupación.

A principios de la década de 2000, surgió la Web 2.0, que facilitó una mayor interacción y colaboración entre usuarios a través de redes sociales y otras plataformas en línea. Esta etapa destacó la importancia del compromiso del cliente y de la toma de decisiones basada en datos, lo cual produjo cambios significativos en la forma en que las industrias de servicios abordaban el marketing y la atención al cliente (O'Reilly, 2005). Lo anterior tuvo un positivo impacto e implicaciones desde la perspectiva de la oferta y la demanda turística (Medina y Plaza, 2015) en cuanto a:

- Desarrollo y diseño de páginas web propias y sistemas de reservas online directas. Los establecimientos hoteleros comenzaron a implementar sitios web corporativos con

motores de reservas integrados, permitiendo la venta directa al cliente final y reduciendo la dependencia de intermediarios.

- Aparición y consolidación de las agencias de viajes on line (*online travel agencies*) (OTAs) y plataformas de reseñas. Portales como TripAdvisor.com y Booking.com transformaron los procesos de decisión del consumidor, promoviendo una mayor transparencia e impulsando la reputación digital como factor competitivo clave.
- Conectividad Wi-Fi como estándar de servicio. El acceso a Internet inalámbrico se estableció como una necesidad básica para los huéspedes, convirtiéndose en un criterio decisivo de satisfacción y fidelización.
- Sistemas CRM y campañas de email marketing personalizadas. La adopción de herramientas de gestión de relaciones con clientes permitió a los hoteles segmentar sus bases de datos y personalizar la comunicación, mejorando la retención y la efectividad de sus acciones promocionales.

La proliferación de teléfonos inteligentes y tecnologías móviles a finales de los años 2000 y durante la década de 2010 marcó un punto de inflexión en el sector hotelero, acelerando aún más la transformación digital. Las aplicaciones móviles y la computación en la nube permitieron una prestación de servicios en tiempo real y experiencias de cliente más fluidas, especialmente en sectores como la banca, la salud y la hotelería (Huang y Benyoucef, 2013), introduciendo herramientas que facilitaban la movilidad y automatización destacando:

- Aplicaciones móviles. Empleadas en la realización de reservas, *check-in* y control de habitaciones.
- Domótica en habitaciones. Utilizada en el control de luces y temperatura.
- *Check-in/check-out* automatizado. Mediante kioscos o tótems interactivos se reduce el contacto con el personal facilitando diversas gestiones a los huéspedes por ofrecer un amplio abanico de servicios mejorando la eficiencia operativa del hotel.
- Chatbots y asistentes virtuales. Atención 24/7 a través de una inteligencia artificial (IA) básica o también conocida como IA estrecha o débil, diseñada para realizar tareas específicas dentro de un contexto limitado

Desde los inicios de la década de 2020 y hasta la actualidad, tecnologías emergentes como la inteligencia artificial (IA), el Internet de las Cosas (IoT) y la tecnología Blockchain están redefiniendo los estándares operativos y la experiencia del cliente. La IA y la automatización permiten optimizar el servicio y el análisis de datos, mientras que el IoT posibilita la creación de entornos inteligentes e interconectados. Por su parte, la tecnología Blockchain garantiza procesos de transacción seguros y transparentes entre otros y que en más detalle se explican a continuación (Chandratreya, 2024). Los elementos más significativos de este periodo que se han adoptado en el sector hotelero son:

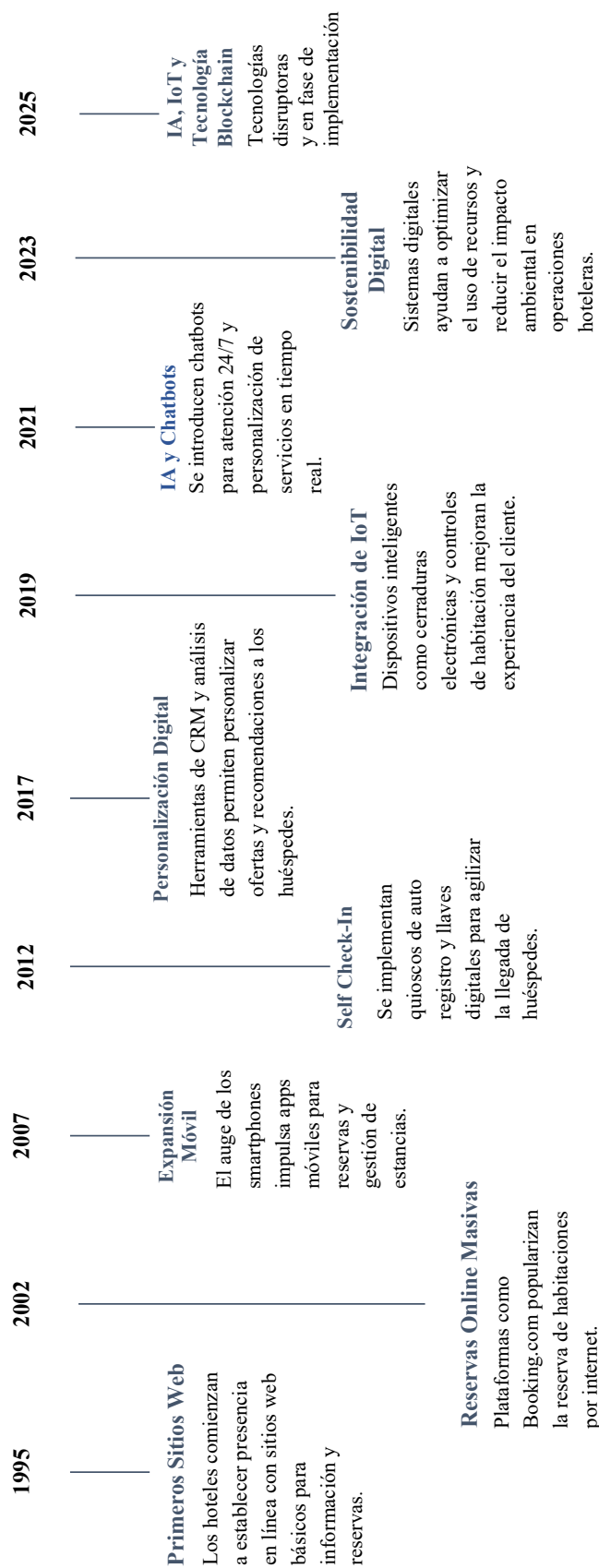
- IA avanzada y análisis de datos. Tecnología empleada en la predicción de la demanda, precios dinámicos, análisis de la ocupación del hotel a futuro, comportamiento de la competencia y del cliente e identificación de eventos locales.
- Integración con asistentes de voz (Alexa o Google assistant). Enfocada en mejorar la experiencia del huésped, optimizando operaciones y ofreciendo servicios más personalizados como el control de la habitación por voz (encender y apagar luces, ajuste de temperatura, subir y bajar persianas o encender la televisión y cambiar canales),

solicitud de servicios (room service, toallas o carta de almohadas), información personalizada (recomendaciones de restaurantes) y automatización de tareas repetitivas (programación de despertador y alarmas).

- Reconocimiento facial y biometría. Implementado en la gestión del ingreso y salida del personal del hotel mediante huellas o rostro así como al acceso de habitaciones.
- Realidad virtual (VR) y aumentada (AR). Muy útil para visitas virtuales antes de reservar un establecimiento hotelero, creando una simulación completa como un recorrido virtual por un hotel y generando experiencias inmersivas.

En la Figura 24 se observa la evolución digital en el sector hotelero e invita a la reflexión de cómo las innovaciones tecnológicas son adaptadas por este para mejorar la experiencia del cliente, optimizar la gestión operativa y mantenerse competitivo. En sucesivas secciones se identifica las principales funciones de la tecnología Blockchain adaptadas al sector.

Figura 24. Evolución digital en el sector hotelero



Fuente: Elaboración propia (2025)

4.1.2. Tendencias en la aplicación de innovaciones tecnológicas en el sector hotelero

El sector hotelero ha experimentado transformaciones significativas no siendo ajeno a los avances tecnológicos. Todas estas innovaciones están orientadas hacia una mayor optimización de la gestión de los hoteles, una mejora de la experiencia del huésped y un aumento de la eficiencia operativa (Ivanov, 2019).

Para facilitar la comprensión al lector del ecosistema tecnológico en la industria hotelera actual, en Figura 25 se destaca el flujo de datos desde el hotel hasta el huésped, organizando las tecnologías en capas concéntricas que abarcan desde sistemas internos hasta canales de distribución externos, proporcionando de esta manera, una representación visual de las diversas soluciones tecnológicas que intervienen en la operación de un hotel, desde la gestión interna hasta la interacción con los huéspedes.

El gráfico se organiza en varias capas concéntricas, cada una representando un nivel de interacción o tecnología que se utiliza dentro de la industria hotelera. El centro es el **hotel**, y las capas exteriores muestran cómo se distribuyen y se conectan las tecnologías a medida que se interactúa con los clientes y otros actores del mercado. Este es el núcleo de las operaciones hoteleras. Aquí se encuentran los **sistemas de gestión hotelera (PMS)** y el **motor de reservas (internal PMS)**, que son esenciales para gestionar la información interna del hotel, como las reservas, la disponibilidad de habitaciones y los pagos.

A medida que avanzamos hacia las capas externas, el gráfico incluye la **capa intermedia que son las herramientas de distribución y agregadores (distribution tools and aggregation platforms)**, que conecta el sistema interno del hotel con el exterior. Esta capa está formada por:

- Administrador de canales de distribución (*Channel Manager*). Se encarga de distribuir las tarifas y la disponibilidad de las habitaciones en múltiples canales de venta, como OTAs o metabuscadores.
- GDS (*Global Distribution System*). Es una red global que conecta a los proveedores de servicios turísticos (hoteles, aerolíneas, alquiler de coches, etc.) con agentes de viajes y OTAs.
- Bedbanks. Son plataformas donde los hoteles venden habitaciones a precios reducidos, que luego son compradas por agencias de viajes o terceros.
- Travel Affiliates. Representan las redes de agencias de viajes y otros intermediarios que facilitan la venta de habitaciones a través de sus plataformas.

En la capa más externa del gráfico se encuentran las **plataformas de venta y marketing (selling/booking y marketing)** y **optimizadores (optimizing)**, que son fundamentales para la visibilidad del hotel a nivel global:

- OTAs. Plataformas como Booking.com o Expedia.com que permiten a los huéspedes buscar y reservar habitaciones en línea. Las OTAs juegan un papel crucial en la distribución y visibilidad del hotel.
- Metabuscadores. Sitios como Google Hotel Ads o Trivago que permiten a los usuarios comparar precios de diferentes OTAs y hacer reservas directas a través de estas plataformas.

- Redes Sociales. Plataformas como Facebook, Instagram y Twitter, donde los hoteles pueden promocionar su marca, atraer a nuevos huéspedes y facilitar reservas directas a través de campañas publicitarias.
- Plataformas de Marketing. Incluyen herramientas de email marketing, SEO (optimización para motores de búsqueda) o SEM (marketing en motores de búsqueda) que ayudan a los hoteles a promocionar sus servicios y atraer tráfico a su sitio web.
- Empresas tecnológicas. Ofrecen soluciones avanzadas para ayudar a los hoteles a optimizar sus operaciones, mejorar la experiencia del cliente, expandir su presencia en mercados clave así como análisis de su evaluación comparativa con respecto a un conjunto de hoteles similares.

Una de las claves para entender este gráfico es observar cómo las diversas tecnologías están interconectadas. Las plataformas y sistemas internos del hotel interactúan entre sí y con las plataformas externas de distribución, creando un flujo continuo de información y operaciones como a continuación se detalla.

- Conexiones entre PMS y canales de distribución. El PMS centraliza la información del hotel, y el *Channel Manager* distribuye esta información a las OTAs y otros sistemas de ventas.
- Uso del GDS y las redes de Travel Affiliates. El GDS conecta con agencias de viajes globales y, junto con los Travel Affiliates, amplía la presencia del hotel en mercados internacionales.
- Sinergias entre marketing y ventas. El marketing digital (redes sociales, SEO y SEM) trabaja de la mano con las OTAs y metabuscadores para dirigir el tráfico hacia el sitio web del hotel y aumentar las reservas directas.

tecnologías emergentes como IA, Blockchain, IoT, robótica y sistemas en la nube (Aggarwal y Mittal, 2024). Su finalidad es transformar profundamente la manera en que los hoteles gestionan sus operaciones, interactúan con los huéspedes y optimizan sus servicios.

Las tecnologías emergentes, tales como IA, IoT y Blockchain, están reconfigurando profundamente los entornos industriales y el sector servicios (entre ellos el sector hotelero), al promover la innovación, optimizar la eficiencia operativa y transformar la dinámica de interacción con los clientes. Este proceso de transformación obliga a las organizaciones a replantear sus enfoques estratégicos y adoptar modelos más flexibles y adaptativos.

En particular, la inteligencia artificial permite el procesamiento y análisis de grandes volúmenes de datos en tiempos reducidos, lo que contribuye a una toma de decisiones más precisa, la personalización de experiencias de los usuarios y la automatización de tareas repetitivas, incrementando así la productividad organizacional (McAfee et al., 2012).

Por su parte, el IoT facilita la interconexión de dispositivos y sistemas, generando datos en tiempo real que permiten mejorar la eficiencia operativa y anticiparse a fallos mediante el mantenimiento predictivo, con impactos significativos en la gestión de la cadena de suministros y en los servicios de atención al cliente (Burke, 2020).

Asimismo, la tecnología Blockchain está redefiniendo los estándares de confianza y transparencia en las transacciones mediante el uso de registros seguros e inmutables, con aplicaciones especialmente relevantes en sectores como el financiero, sanitario, logístico, turístico y hotelero entre otros (Catalini y Gans, 2020).

En conjunto, estas tecnologías constituyen motores fundamentales del proceso de transformación digital, exigiendo a las organizaciones una revisión profunda de sus estructuras y estrategias para mantenerse competitivas en un entorno caracterizado por el cambio acelerado y la evolución constante de las expectativas del consumidor.

Este concepto propone que los hoteles funcionen como organizaciones ciberfísicas, donde gran parte de los procesos, decisiones y servicios son gestionados por sistemas automatizados, sin intervención directa del personal humano en las tareas operativas básicas. Esta arquitectura se basa en una gobernanza algorítmica, donde el flujo de decisiones es gestionado por código en lugar de jerarquías humanas tradicionales (Tapscott y Tapscott, 2016).

Los **componentes clave del sistema DASH** se desarrollan a través de la convergencia de varias tecnologías avanzadas, que permiten automatizar la gestión de los hoteles y ofrecer una experiencia más personalizada y eficiente. Entre estos componentes destacan:

- **Capa Blockchain.** La utilización de Blockchain en el sistema DASH permite la implementación de contratos inteligentes que automatizan procesos como la reserva de habitaciones, pagos y reembolsos, verificación de identidad y gestión de la reputación. Según Tapscott y Tapscott, (2016), Blockchain ofrece una plataforma segura, transparente e inmutable que facilita transacciones sin necesidad de intermediarios. Además, el sistema incluye una tokenización interna

para gestionar la lealtad y premiar el comportamiento positivo de huéspedes y empleados (Matzner et al., 2018).

- **Integración de IoT.** La tecnología IoT permite la creación de entornos inteligentes en las habitaciones y áreas comunes del hotel. La integración de dispositivos IoT, como sensores de temperatura, luces inteligentes y sistemas de acceso biométrico, mejora la comodidad del huésped y optimiza los recursos del hotel (Zohar, 2023). Estos dispositivos permiten, por ejemplo, ajustar la temperatura según las preferencias del huésped o controlar los sistemas de iluminación y climatización de manera eficiente (Biedenkapp et al., 2020). Además, la automatización de servicios como la reposición del mini-bar o la entrega de productos mediante robots o drones reduce los costos operativos y mejora la experiencia del cliente (Liu et al., 2024).
- **Interfaz de usuario.** El sistema DASH incorpora una DApp (aplicación descentralizada) que permite a los huéspedes interactuar de manera directa con el sistema, gestionando sus reservas, servicios y el control de la habitación desde sus dispositivos móviles (Risius y Spohrer, 2017). Además, el panel de control para administradores facilita la gestión operativa del hotel, permitiendo a los propietarios o gerentes monitorear las operaciones en tiempo real, ajustar políticas y analizar métricas clave para tomar decisiones informadas (Sousa et al., 2022).
- **Gobernanza descentralizada.** Un aspecto fundamental del sistema DASH es su modelo de gobernanza descentralizada a través de una organización autónoma descentralizada (DAO). Esta estructura permite la toma de decisiones colectivas sobre políticas, precios y mejoras tecnológicas, donde los propietarios y los *tokens holders* votan sobre las modificaciones del sistema (De Filippi y Wright, 2018). Según De Filippi y Wright (2018), las DAOs ofrecen un modelo más inclusivo y democrático de gestión, eliminando la necesidad de jerarquías tradicionales y promoviendo la participación activa de los miembros de la comunidad.

Estos componentes interactúan para crear un sistema DASH que no solo mejora la eficiencia operativa de los hoteles, sino que también transforma la experiencia del huésped, brindando mayor control, personalización y transparencia. La adopción de un modelo descentralizado, basado en tecnologías como la Blockchain y el IoT, representa una oportunidad única para la industria hotelera, al ofrecer un modelo de gestión más autónomo, seguro y sostenible (Sousa et al., 2022; Hassan y Kyriakou, 2022).

La **capa Blockchain** es un componente fundamental para asegurar la descentralización, la transparencia y la seguridad en la gestión del hotel. En un sistema hotelero tradicional, la confianza recae en una autoridad central, como el sistema de gestión del hotel o agencias de viajes. DASH elimina la necesidad de intermediarios mediante el uso de Blockchain, proporcionando un sistema transparente y autónomo. En la capa Blockchain destacamos los contratos inteligentes y la economía del token.

Los contratos inteligentes son la clave para automatizar transacciones y acuerdos de manera segura (Tapscott y Tapscott, 2016; Risius y Spohrer, 2017). Son programas que se ejecutan de manera autónoma cuando se cumplen ciertas condiciones predefinidas. En el contexto del sistema DASH, los contratos inteligentes pueden gestionar las siguientes funciones:

- Reservas y cancelaciones de habitaciones. Un contrato inteligente gestiona todo el proceso de la reserva, incluyendo el pago inicial, las condiciones de cancelación y la política de reembolsos. Cuando un huésped realiza una reserva, el contrato asegura que el pago se efectúe y se bloqueen las fechas correspondientes. Si el huésped cancela, el contrato se ejecuta para emitir un reembolso según la política acordada.
- Pagos y reembolsos. Los pagos entre huéspedes y hoteles son ejecutados automáticamente por contratos inteligentes, utilizando criptomonedas o tokens nativos del sistema. Esto reduce el riesgo de fraude, agiliza los procesos de pago y aumenta la eficiencia en la gestión financiera del hotel.
- Verificación de Identidad. A través de identificadores descentralizados o *decentralized identifiers* (DIDs) y credenciales verificables, los huéspedes pueden validar su identidad sin la necesidad de terceros. Esto se realiza mediante la Blockchain, garantizando que los datos personales se mantengan privados y seguros, a diferencia de los sistemas tradicionales que almacenan datos centralizados en bases de datos vulnerables.
- Reputación del Sistema (reseñas). Las reseñas de los huéspedes son almacenadas de forma transparente en la Blockchain. Esto permite garantizar que las valoraciones no puedan ser alteradas ni manipuladas, lo cual fortalece la confianza de los futuros huéspedes en la calidad del hotel.

La economía del token o tokenización es el uso de un token nativo en la Blockchain para incentivar la participación de los usuarios y promover comportamientos positivos dentro del sistema (De Filippi y Mannan, 2020). Los tokens pueden ser empleados en diversas áreas:

- Recompensas de lealtad. Los tokens pueden servir como una moneda interna de recompensas, donde los huéspedes ganan tokens durante su estancia que luego pueden ser canjeados por descuentos, servicios gratuitos o beneficios exclusivos como mejoras en la habitación.
- Incentivos por buen comportamiento. Tanto los huéspedes como el personal (como camareros o limpiadores) pueden recibir tokens como incentivos por mantener altos estándares de comportamiento y calidad. Por ejemplo, el sistema podría premiar con tokens a los huéspedes que dejen comentarios positivos o a los empleados que realicen un trabajo excepcional.

La **integración de IoT** es uno de los pilares de un hotel inteligente, permitiendo la automatización de los procesos y la personalización de la experiencia del huésped. Los dispositivos IoT son esenciales para ofrecer una experiencia cómoda, eficiente y sostenible. En este aspecto sobresalen las características inteligentes de las habitaciones y la automatización de servicios (Youssef et al., 2024).

Las habitaciones inteligentes de un hotel, equipadas con dispositivos IoT, se convierten en entornos completamente controlables y personalizables a causa de las siguientes funciones:

- Acceso biométrico o basado en aplicaciones. Los huéspedes pueden acceder a sus habitaciones mediante tecnología biométrica (reconocimiento facial, huella dactilar) o mediante una aplicación o pp móvil que les otorga acceso. Esto mejora

la seguridad y la conveniencia, evitando el uso de llaves físicas o tarjetas tradicionales.

- Control por voz. Los asistentes de voz (como Alexa o Google Assistant) permiten a los huéspedes controlar aspectos de la habitación como la iluminación, la temperatura y la televisión, todo mediante comandos de voz. Esta integración mejora la accesibilidad para personas con discapacidades y facilita la comodidad del huésped.
- Optimización energética. Los sensores IoT permiten monitorear la ocupación de la habitación y ajustar automáticamente la temperatura, iluminación y otros elementos de acuerdo con las preferencias del huésped. Por ejemplo, si un huésped sale de la habitación, el sistema puede apagar las luces y ajustar la temperatura para ahorrar energía.

La automatización de servicios basada en IoT mejora la eficiencia operativa y reduce los costos laborales, al tiempo que optimiza los servicios ofrecidos a los huéspedes:

- Entrega automatizada mediante robots o drones. La entrega de productos, como servicio a la habitación, puede ser realizada por robots o drones autónomos, reduciendo el tiempo de espera para los huéspedes y aumentando la eficiencia operativa.
- Reposición inteligente de mini-bar. Los sensores IoT instalados en el minibar pueden monitorear el consumo de bebidas y alimentos, alertando al personal de limpieza para que reponga los artículos de forma eficiente, sin necesidad de realizar inventarios manuales.
- Detección de fallos en tiempo real. Los dispositivos IoT también monitorean el estado de la infraestructura del hotel (sistemas de climatización, iluminación, etc.). Cuando un sistema presenta fallos, los sensores envían alertas en tiempo real a los administradores para que puedan gestionar rápidamente el mantenimiento.

La **interfaz de usuario** es crucial para asegurar que los huéspedes y el personal del hotel puedan interactuar fácilmente con el sistema DASH. La interfaz facilita la experiencia del huésped y la administración eficiente del hotel (Zhang et al., 2019). Tres elementos resultan clave; aplicación descentralizada o *decentralized application* (DApp) para los huéspedes, panel de control para propietarios y/o administradores y reseñas centralizadas.

La aplicación descentralizada permite a los huéspedes interactuar con el sistema hotelero sin la necesidad de intermediarios. A través de la aplicación, los huéspedes pueden:

- Reservar habitaciones. Los huéspedes pueden realizar reservas directamente desde la DApp, con pagos gestionados a través de contratos inteligentes y sin necesidad de plataformas intermedias.
- *Check-in/Check-out*. Mediante la verificación de identidad en Blockchain, el proceso de registro y salida se realiza de manera rápida, sin la necesidad de pasar por un mostrador de recepción.
- Control de la habitación. Los huéspedes pueden controlar la temperatura, iluminación, televisión y otros aspectos de la habitación directamente desde su smartphone.

- Solicitar servicios. Los huéspedes pueden pedir servicio a la habitación, limpieza, o mantenimiento a través de la DApp, que se ejecuta de forma autónoma mediante *smart contracts*.

El panel de control o *dashboard* para propietarios y administradores permite la gestión en tiempo real de todos los aspectos operativos del hotel:

- Configuración de reglas y políticas. Los administradores pueden ajustar políticas relacionadas con precios, cancelaciones y promociones a través del panel.
- Análisis de datos. El panel proporciona métricas clave, como tasa de ocupación, satisfacción de los huéspedes, ingresos, y otros indicadores, que permiten tomar decisiones informadas.

El sistema de reseñas descentralizadas permite a los huéspedes dejar comentarios que son almacenados en la Blockchain, asegurando que sean transparentes, verificables e inmutables. Esto genera confianza, ya que los comentarios no pueden ser manipulados por el hotel o terceros.

La **gobernanza descentralizada** es un componente clave para la toma de decisiones en un sistema DASH. La DAO permite a los propietarios, huéspedes y otros stakeholders influir en las decisiones clave del hotel como son la toma de decisiones colectivas y el desarrollo impulsado por la comunidad (Hassan et al., 2021).

Dentro de la toma de decisiones colectivas, los poseedores de tokens o *token holders* y los propietarios pueden votar sobre cuestiones como:

- Precios de servicios y habitaciones
- Mejoras tecnológicas (como la actualización de dispositivos IoT o sistemas Blockchain)
- Nuevas asociaciones con proveedores o empresas de turismo.

El desarrollo impulsado por la comunidad se caracteriza porque los miembros de la comunidad pueden proponer mejoras o nuevas funcionalidades para el sistema hotelero, y la comunidad vota si implementarlas o no. Este enfoque fomenta la innovación continua dentro del hotel y una gestión participativa.

A continuación y en la Tabla 11 veamos los componentes clave del sistema DASH en detalle aplicado en hoteles:

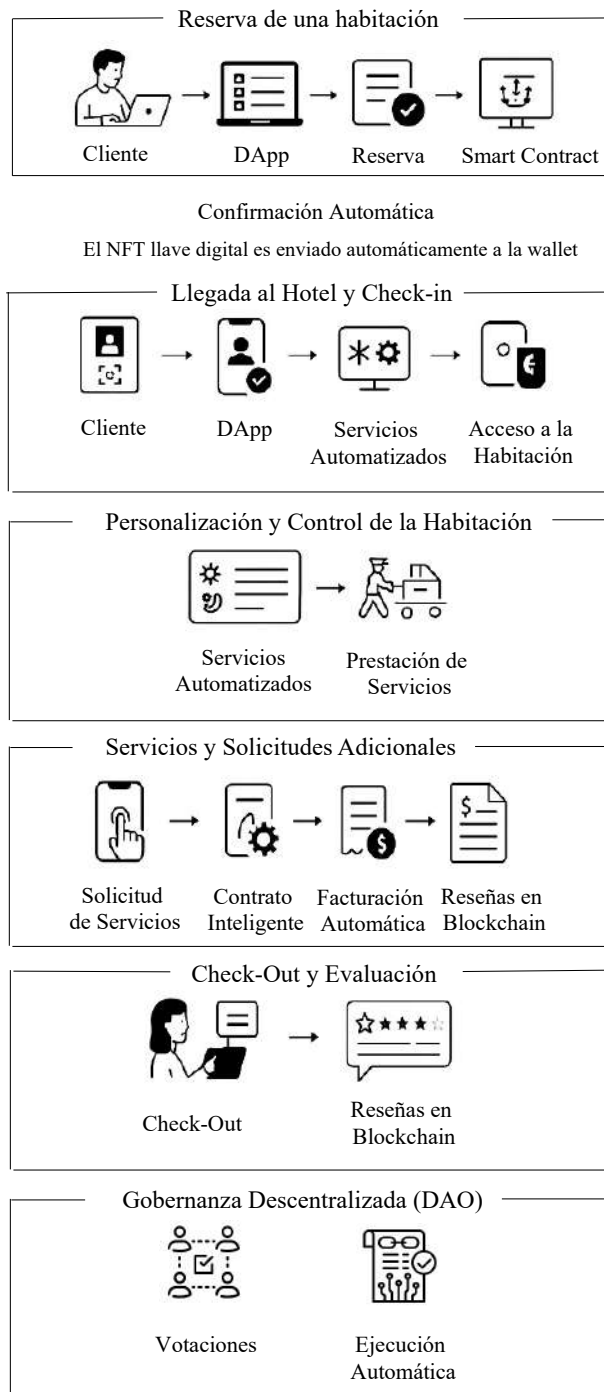
Tabla 11. Componentes clave en un sistema DASH

Componentes Clave	Partes del componente	Funciones específicas
Capa Blockchain	Smart Contracts	<ul style="list-style-type: none"> • Reservas y cancelaciones de habitaciones • Pagos y reembolsos • Verificación de identidad
	Token Economy	<ul style="list-style-type: none"> • Sistema de reputación • Recompensas de lealtad • Incentivos por buen comportamiento
Integración de IoT	Características Inteligentes de las habitaciones	<ul style="list-style-type: none"> • Acceso biométrico o basado en aplicaciones • Control por voz • Optimización energética
	Automatización de servicios	<ul style="list-style-type: none"> • Entrega automatizada mediante robots o drones • Reposición inteligente minibar • Detección de fallos en tiempo real
Interfaz de usuario (UI)	DApp para los huéspedes	<ul style="list-style-type: none"> • Reservar habitaciones • Check-in / Check-out • Control de la habitación • Solicitar servicios
	Panel de control para propietarios y administradores	<ul style="list-style-type: none"> • Configuración de reglas y políticas • Análisis de datos
	Reseñas descentralizadas	<ul style="list-style-type: none"> • Comentarios de clientes
Gobernanza descentralizada	Toma de decisiones colectivas	<ul style="list-style-type: none"> • Precios de servicios y habitaciones • Mejoras tecnológicas • Nuevas asociaciones
	Desarrollo impulsado por la comunidad	<ul style="list-style-type: none"> • Innovación continua • Gestión participativa

Fuente: Elaboración propia (2025)

Veamos lo anterior en la Figura 26 basándonos en la implementación y aplicación de un sistema DASH en un hotel cuyo objetivo es optimizar la experiencia del cliente y reducir los costes operativos. Enfatizar que el sistema de recompensas de un sistema DASH implementado en un hotel descentralizado ofrece beneficios tanto a huéspedes como a empleados. Al utilizar tokens nativos, el hotel crea un ecosistema de incentivos que promueve la lealtad, participación y transparencia. Al mismo tiempo, las recompensas ayudan a reducir costes operativos y aumentan la satisfacción del cliente, creando un ciclo de retroalimentación positivo que beneficia a todas las partes involucradas (Buterin, 2014b).

Figura 26. Implementación de un sistema DASH en hoteles descentralizados



Fuente: Elaboración propia (2025)

Tomando como referencia el ejemplo anterior, la interacción del cliente con el sistema DASH se explica paso a paso de la siguiente manera:

1. Reserva de una Habitación

Búsqueda y reserva

El proceso de reserva se inicia cuando el cliente accede al sitio web del hotel, impulsado por una aplicación descentralizada (DApp). Esta interfaz permite visualizar en tiempo real la disponibilidad de habitaciones, tarifas expresadas en tokens DASH o *stablecoins*, y servicios complementarios. Gracias a la integración con sensores IoT, el usuario puede consultar parámetros ambientales actualizados de las habitaciones, como temperatura o iluminación. Una vez seleccionada la suite deseada, el cliente confirma su estancia mediante un pago en *stablecoin* (USDT), el cual es gestionado por un contrato inteligente que valida la transacción, emite un NFT que actúa como llave digital y registra la reserva en una Blockchain pública o privada.

Confirmación automática

Tras confirmar la operación, el NFT que representa la llave digital se transfiere automáticamente a la billetera digital o *wallet* del cliente. Este activo digital garantiza el acceso exclusivo a la habitación reservada, respaldado por un sistema Blockchain que asegura la inmutabilidad y validez de la transacción.

2. Llegada al hotel y *check-in*

Identificación y *check-in*

A su llegada, el huésped realiza el *check-in* a través de quioscos IoT habilitados para autenticación biométrica y escaneo de códigos QR. La identidad descentralizada del cliente (SSI) es verificada mediante la DApp, eliminando la necesidad de documentos físicos. El contrato inteligente, tras confirmar la identidad y el pago, activa el sistema de cerradura inteligente IoT para habilitar el acceso a la habitación.

Acceso a la habitación

La entrada se efectúa automáticamente mediante el uso del NFT previamente almacenado en la *wallet* del cliente. Este proceso suprime la necesidad de llaves físicas y contacto con personal del hotel.

3. Personalización y Control de la Habitación

Ajustes del entorno

Al ingresar en la habitación, el sistema IoT ajusta automáticamente condiciones como la temperatura, la iluminación y otros dispositivos según las preferencias previamente registradas en el perfil del huésped. Adicionalmente, el cliente puede modificar estos parámetros de manera manual a través de la DApp o mediante comandos de voz, integrados con asistentes virtuales como Alexa o Google Assistant.

Servicios automatizados

Cualquier requerimiento adicional, como pedidos al minibar o solicitud de limpieza, puede ser gestionado desde la DApp. Un contrato inteligente se encarga de coordinar la solicitud y asignarla a recursos automáticos del hotel (robots o drones), quienes ejecutan la entrega sin intervención humana.

4. Servicios y Solicitudes Adicionales

Solicitud de servicios

Durante la estancia, el cliente puede requerir servicios como tratamientos en el spa, los cuales se solicitan mediante la DApp. El contrato inteligente valida la disponibilidad y asigna el recurso correspondiente (por ejemplo, un terapeuta disponible).

Facturación automática

El sistema mantiene un registro en tiempo real de los consumos realizados durante la estancia. Al realizar el *check-out*, el contrato inteligente genera automáticamente una factura detallada, aplicando beneficios como descuentos o recompensas en tokens DASH, que incentivan futuras estancias.

5. *Check-out* y evaluación

Check-out

El proceso de salida puede ejecutarse mediante la DApp o un quiosco automatizado, sin necesidad de interacción manual. El contrato inteligente liquida la cuenta y transfiere al cliente las recompensas acumuladas en forma de tokens DASH, utilizables para futuras reservas o servicios.

Reseñas en Blockchain

El cliente tiene la opción de dejar una reseña a través de la DApp. Esta evaluación se registra en la Blockchain, asegurando su autenticidad e integridad. A cambio, el cliente recibe una compensación en tokens, incentivando la retroalimentación.

6. Gobernanza Descentralizada (DAO)

Propuestas y votaciones

El hotel funciona bajo un modelo de Organización Autónoma Descentralizada (DAO), lo que permite que los clientes frecuentes participen en la toma de decisiones. A través de sus tokens DASH, pueden emitir votos sobre aspectos clave como políticas de precios o incorporación de nuevos servicios.

Ejecución automática

Las decisiones ratificadas por la comunidad se implementan automáticamente mediante contratos inteligentes, eliminando la necesidad de administración centralizada y garantizando transparencia en la gestión.

En lo relativo a las recompensas en el sistema DASH, son un componente clave para motivar tanto a los huéspedes como a los empleados a participar activamente en el ecosistema del hotel. Este sistema utiliza tokens nativos (como DASH tokens) para incentivar comportamientos positivos, participación en la gobernanza del hotel, y fomentar la lealtad de los huéspedes. A continuación se detalla cómo las recompensas pueden implementarse y cuáles son sus beneficios dentro de este modelo.

Recompensas para huéspedes. Consiste en un sistema de lealtad basado en tokens DASH y en el canje de tokens DASH.

Sistema de lealtad basado en tokens DASH. La implementación de un sistema de lealtad basado en tecnología Blockchain permite al hotel recompensar a los huéspedes con tokens DASH por diversas acciones dentro del ecosistema digital del establecimiento. Este modelo de incentivos refuerza la fidelización y promueve una participación activa del cliente, poniendo de relieve las siguientes variables:

Reservas directas. Los huéspedes que realicen sus reservas directamente a través de la DApp del hotel, en lugar de usar intermediarios como agencias de viajes en línea (OTA), reciben una comisión en tokens DASH. Esto no solo premia la lealtad, sino que también reduce los costos por intermediación (Tapscott y Tapscott, 2016).

Duración de la estancia. Se establece una recompensa proporcional al número de noches de la estancia. Por ejemplo, se pueden otorgar 10 tokens DASH por noche, los cuales pueden utilizarse en servicios futuros.

Gastos en servicios adicionales. Los consumos en spa, restaurantes o minibar generan recompensas equivalentes al importe gastado, incrementando la interacción económica dentro del hotel (Catalini et al., 2016).

Actividades sostenibles. El sistema premia la participación en acciones ecológicas, como reciclaje o uso de transporte sostenible, incentivando el comportamiento responsable entre los huéspedes.

Reseñas y encuestas. La plataforma estimula la generación de contenido genuino al recompensar reseñas y calificaciones mediante tokens, garantizando su veracidad gracias a la inmutabilidad de la Blockchain.

Canje de tokens DASH. Los tokens obtenidos pueden ser utilizados en diversos fines:

Descuentos en reservas futuras

Acceso a servicios exclusivos como suites VIP o cenas gourmet.

Intercambio por productos de merchandising o artículos de lujo.

Pagos en comercios afiliados que acepten tokens DASH como medio de pago (Narayanan et al., 2016).

Recompensas para empleados del hotel. Existen dos tipos de recompensas, los incentivos por desempeño y el sistema de gobernanza participativa.

- Incentivos por desempeño. El personal del hotel también se beneficia del sistema de recompensas, lo que contribuye a un ambiente laboral más motivador y participativo. Siempre y cuando, las evaluaciones de los clientes sean positivas, se alcancen los cumplimientos de metas específicas como altos índices de satisfacción y mejora en la eficiencia operativa y en temporadas de alta demanda

mediante bonificaciones de horas extras, el personal recibirá recompensas en tokens.

- Sistema de gobernanza participativa. El modelo de organización autónoma descentralizada (DAO), permite que los empleados participen en la toma de decisiones del hotel. Esta participación es recompensada con tokens, fomentando la gobernanza compartida y el sentido de pertenencia (Buterin, 2014b).

Recompensas por participación en la gobernanza (DAO). Se refiere a los beneficios que obtienen los usuarios al involucrarse activamente en la toma de decisiones de una organización que opera bajo un modelo descentralizado. Los más significativos son:

- Votación sobre propuestas. Los usuarios del ecosistema (huéspedes y empleados) utilizan sus tokens para votar en decisiones estratégicas, como ajustes tarifarios, mejoras en la infraestructura o incorporación de nuevos servicios. Esta participación democrática es incentivada con recompensas adicionales.
- Participación en proyectos del hotel. La presentación de ideas innovadoras también es premiada. Las iniciativas que resulten en mejoras tecnológicas o experiencias de usuario reciben reconocimiento en forma de tokens DASH.

En conclusión y una vez realizada una revisión de las tendencias en la aplicación de las innovaciones tecnológicas en el sector hotelero, en las siguientes secciones se abordan las potencialidades de la tecnología Blockchain en el sector, estudio que ocupa el presente trabajo.

4.2. BLOCKCHAIN EN EL SECTOR HOTELERO

En el capítulo 2 y en concreto en la sección 2.6, se mencionaron aspectos donde la tecnología Blockchain contribuye en beneficio del sector hotelero, como la reducción de costes, la internacionalización de la PYME, la inalterabilidad en el registro de los datos y la representación digital de activos y financiación.

Desde la introducción del Bitcoin en 2008, la tecnología Blockchain ha ido ganando terreno en diversas áreas de la vida cotidiana, destacando su capacidad de eliminar intermediarios y por ofrecer altos niveles de confiabilidad y seguridad en las transacciones digitales (Nakamoto, 2008; Tapscott y Tapscott, 2016). El sector hotelero, como parte integrante de la industria turística, se ha caracterizado por su rápida adaptación a los avances tecnológicos, siendo un actor relevante en la denominada Industria 4.0, caracterizada por la integración de tecnologías emergentes como inteligencia artificial, big data, IoT y Blockchain (Neuhofer et al., 2015; Sigala, 2018).

En este contexto, ha surgido el concepto de Turismo 4.0, que representa la transformación digital del turismo a través de tecnologías inteligentes. La incorporación de estas tecnologías ha generado nuevos perfiles de turistas, como el Turista 5.0, que demanda experiencias personalizadas, hiperconectadas y eficientes (Gretzel et al., 2015). Ante esta evolución, la tecnología Blockchain se presenta como una herramienta clave para la transformación del sector hotelero, ofreciendo soluciones en diversas áreas operativas y estratégicas.

En adelante, se analizan las principales aplicaciones de la tecnología blockchain en el sector hotelero, subrayando su contribución a la eficiencia y a la innovación en los servicios.

4.2.1. Reducción de costes

Uno de los mayores costes operativos para los hoteles en el ecosistema digital actual proviene de las comisiones cobradas por intermediarios, especialmente las agencias de viajes en línea (OTAs) como Booking.com, Expedia o Airbnb. Según Vinod (2024), estas comisiones oscilan entre el 15 % y el 25 % del importe de cada reserva, lo que representa una pérdida significativa de margen para los hoteles, en particular para pequeñas y medianas empresas hoteleras.

Las plataformas de reservas basadas en Blockchain ofrecen una alternativa innovadora a este modelo. Al utilizar contratos inteligentes, los hoteles pueden gestionar reservas de manera directa con los clientes. Los contratos inteligentes automatizan el proceso de reserva, pago y confirmación, garantizando seguridad y transparencia sin necesidad de intermediarios.

Esto no solo permite reducir las comisiones, sino también fortalecer la relación directa entre el hotel y el huésped, mejorar la personalización de la experiencia y aumentar la rentabilidad. Además, las reservas en Blockchain son inmutables y trazables, lo que aporta un nivel adicional de confianza tanto para el hotel como para el cliente. El uso de criptomonedas o sistemas de pago tokenizados también permite una gestión más eficiente de los flujos financieros. La Tabla 12 ilustra las principales diferencias entre el modelo tradicional de gestión de reservas hoteleras y las soluciones basadas en Blockchain.

Tabla 12. Gestión de reservas hoteleras: modelo tradicional vs. Blockchain

Aspecto	Modelo tradicional (con OTAs)	Modelo basado en blockchain + smart contracts	Beneficio clave
Comisiones por reserva	15 % - 25 %	0 % - comisiones mínimas por transacción en blockchain	Aumento de rentabilidad
Relación hotel - cliente	Mediada y controlada por OTAs	Directa y transparente	Fidelización y personalización
Proceso de reserva	Mediado por plataforma OTA	Automatizado mediante <i>smart contract</i>	Eficiencia y rapidez
Coste de adquisición de clientes	Alto (dependencia de marketing OTA)	Bajo (contacto directo, marketing propio)	Reducción de costes de adquisición
Flexibilidad en políticas de reserva	Limitada (condiciones impuestas por OTAs)	Total (el hotel define políticas en el smart contract)	Control operativo
Seguridad y trazabilidad de la transacción	Dependiente de la plataforma	Inmutable y transparente en blockchain	Confianza del cliente
Pagos	Tradicionales (tarjeta, transferencias)	Posibilidad de criptoactivos o stablecoins	Innovación en medios de pago
Datos de cliente	Controlados por la OTA	Controlados por el hotel	Mejora del CRM y marketing personalizado

Fuente: Elaboración propia (2025)

La tecnología Blockchain, a pesar de su elevado consumo energético y significativa huella de carbono, presenta ventajas que justifican su implementación en determinados contextos. Su estructura descentralizada y su capacidad para garantizar la inmutabilidad y trazabilidad de los datos ofrecen un nivel de confianza y seguridad difícil de alcanzar con sistemas tradicionales. Esta característica resulta especialmente valiosa en sectores donde la transparencia y la integridad de la información son críticas, como en la gestión de activos, la cadena de suministro y la verificación de identidad (Narayanan et al., 2016).

Además, Blockchain facilita la automatización de procesos a través de contratos inteligentes y elimina la necesidad de intermediarios, lo que puede aumentar la eficiencia operativa y reducir costos (Christidis y Devetsikiotis, 2016). Aunque el impacto ambiental asociado es un aspecto relevante, la evolución hacia mecanismos de consenso más sostenibles, como *proof of stake* o redes permissionadas, contribuye a disminuir considerablemente el consumo energético (Saleh, 2021). Por lo tanto, la adopción de Blockchain debe evaluarse de forma integral, ponderando tanto los costos ambientales como los beneficios tecnológicos y sociales que aporta, para asegurar que su uso sea justificado en función de las necesidades específicas del caso (Casino et al., 2019).

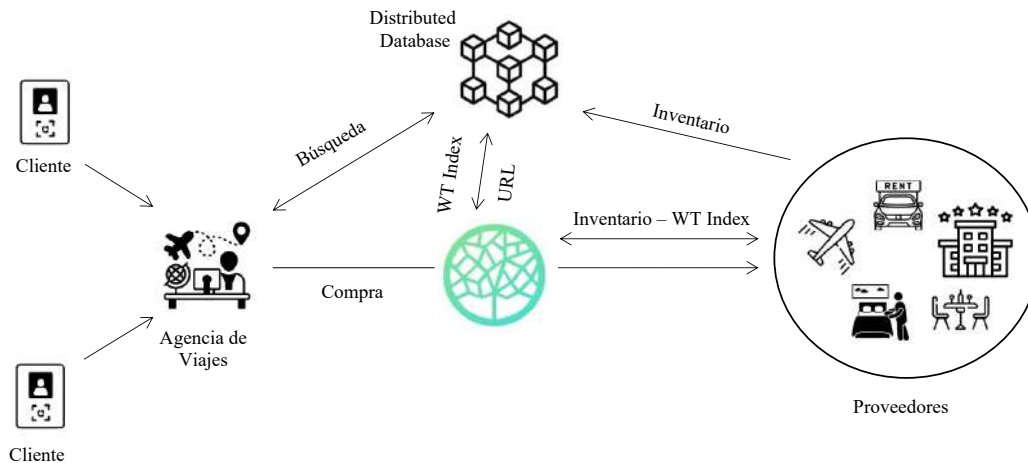
Dado que la tecnología Blockchain aún se encuentra en una etapa temprana de adopción dentro del sector hotelero, resulta pertinente presentar algunos ejemplos prácticos que evidencian su aplicación incipiente pero con alto potencial transformador. Estos casos permiten ilustrar cómo esta innovación puede redefinir aspectos clave de la gestión hotelera. Un caso destacado es el de Winding Tree, una plataforma descentralizada que conecta directamente a proveedores de servicios turísticos con consumidores finales, eliminando intermediarios y reduciendo costos (Winding Tree, 2020). Asimismo, cadenas hoteleras como Nordic Choice Hotels y compañías aéreas como Lufthansa, han explorado soluciones basadas en Blockchain para mejorar la eficiencia de sus procesos de distribución y fidelización, gestionando las reservas directamente con los clientes, reduciendo los costes de distribución y aumentando los márgenes de beneficio (Winding Tree, 2020).

Winding Tree es una plataforma basada en tecnología Blockchain que emplea un libro mayor distribuido (*distributed ledger*) para registrar y almacenar enlaces (URLs) e índices relacionados con contenidos de inventario del sector turístico, como disponibilidad hotelera y tarifas aéreas. Sin embargo, a diferencia de otras soluciones que centralizan todos los datos dentro de la Blockchain, Winding Tree externaliza el almacenamiento de los contenidos detallados del inventario en bases de datos distribuidas fuera de la cadena. Este enfoque híbrido permite garantizar la integridad y trazabilidad de la información crítica mediante el uso de un libro de contabilidad inmutable o *immutable ledger*, mientras se optimiza el rendimiento y la escalabilidad al manejar datos de gran volumen en sistemas distribuidos diseñados para ese propósito (Figura 27).

El flujo de trabajo comienza por el registro de proveedores en la plataforma (hoteles, aerolíneas u otros proveedores turísticos), donde publican sus servicios, disponibilidad, precios y términos mediante contratos inteligentes. Los distribuidores que deseen ofrecer esos servicios acceden a los datos públicos del proveedor, sin que haya una autoridad central que regule o limite el acceso a la información. Es por tanto que cuando un cliente o agencia de viajes busca vuelos, habitaciones u otros servicios a través de una aplicación compatible con Winding Tree, es cuando el sistema consulta los contratos inteligentes para obtener información. Una vez seleccionado un determinado servicio, el usuario

realiza la reserva mediante un contrato inteligente donde el pago se realiza usando criptomonedas. El contrato inteligente transfiere el pago al proveedor sin necesidad de intermediarios. Recibido el pago, el proveedor confirma la reserva directamente con el cliente o usuario. Finalmente, el cliente obtiene la confirmación directamente desde la cadena de bloques, prestándose el servicio en la fecha acordada.

Figura 27. Flujo de trabajo de Winding Tree



Fuente: Winding Tree (2025)

4.2.2. Internacionalización de las PYMEs hoteleras

En un entorno turístico global cada vez más digitalizado, las pequeñas y medianas empresas (PYMEs) hoteleras enfrentan importantes desafíos financieros a la hora de acceder a clientes internacionales. El sector hotelero atraviesa un proceso de transformación digital impulsado por la globalización del turismo y el avance tecnológico. Para las PYMEs, los procesos tradicionales de internacionalización se han visto limitados por barreras como las elevadas comisiones bancarias, la dependencia de intermediarios turísticos y la lentitud de las transacciones internacionales (Altinay & Paraskevas, 2008).

En este contexto, las soluciones basadas en tecnología blockchain como BitPay o Travala, ofrecen a las PYMEs hoteleras la posibilidad de aceptar pagos en criptomonedas, lo que contribuye a reducir costes, agilizar las operaciones y acceder de manera directa a una clientela internacional, sin necesidad de recurrir a intermediarios financieros (Tapscott & Tapscott, 2016).

El modelo Uppsala sostiene que la internacionalización empresarial se produce de manera gradual, comenzando habitualmente por mercados cercanos (Johanson y Vahlne, 1977). No obstante, el auge del comercio digital y la desintermediación permite que las PYMEs hoteleras se conecten hoy directamente con turistas de cualquier parte del mundo, incluso sin contar con presencia física en los países de destino (Cavusgil y Knight, 2015).

La tecnología Blockchain permite realizar pagos entre pares sin necesidad de instituciones financieras. Las criptomonedas, como Bitcoin o Ethereum, funcionan sobre redes descentralizadas y permiten transacciones rápidas y seguras (Nakamoto, 2008). BitPay o Travala, en particular, facilita la adopción empresarial al convertir

automáticamente los pagos en criptomonedas a moneda local, mitigando la volatilidad del mercado (Catalini y Gans, 2020).

BitPay (BitPay, 2023) o Travala (Travala, 2018) permite a hoteles independientes aceptar criptomonedas sin necesidad de conocimientos técnicos avanzados. Sus principales beneficios son (Christopher, 2024):

- Conversión automática de divisas: evita pérdidas por fluctuaciones cambiarias.
- Comisiones competitivas: tarifas fijas del 1%, inferiores a las de tarjetas de crédito o plataformas como PayPal.
- Acceso a mercados emergentes: permite llegar a clientes de regiones con sistemas bancarios poco desarrollados
- Marketing diferencial: mejora la percepción de innovación del hotel ante segmentos como los nómadas digitales o los entusiastas de Blockchain.

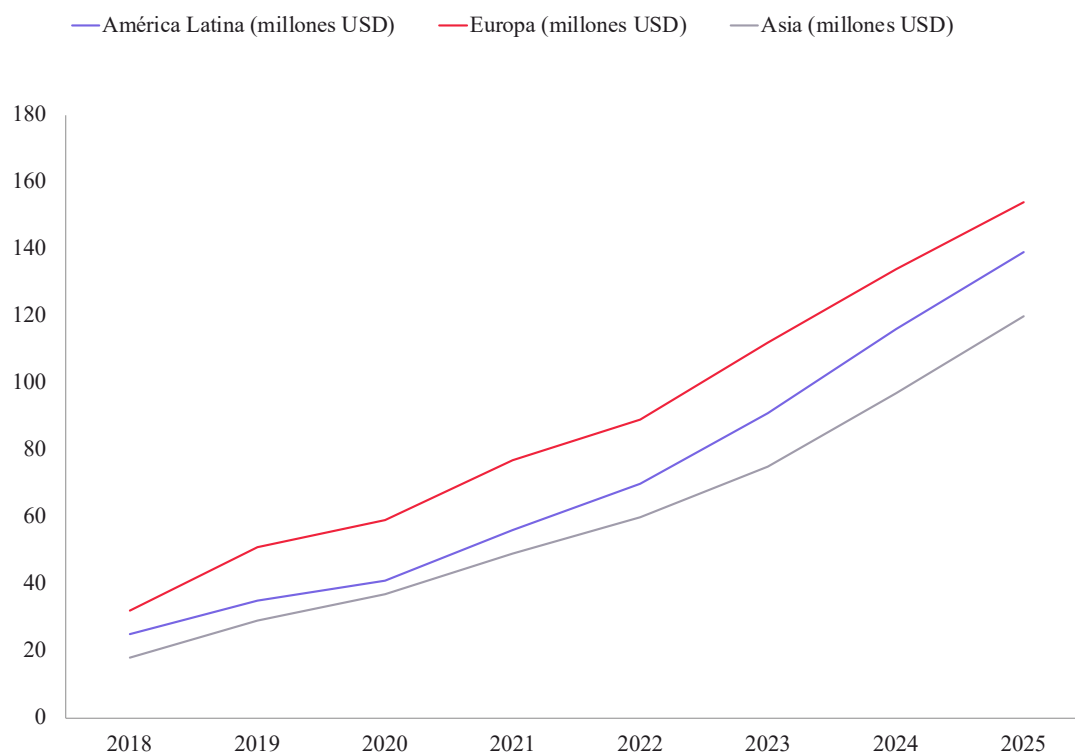
A continuación veamos algunos casos prácticos reales de hoteles independientes que han logrado cierta internacionalización captando nuevos clientes y aprovechando las ventajas de aceptar pagos en criptomonedas:

- Eco-lodge en Costa Rica. Durante la pandemia de COVID-19, un pequeño hotel rural adoptó BitPay para recibir reservas desde Europa, logrando eludir bloqueos bancarios y recibir pagos inmediatos en su moneda local (García-Murillo et al., 2021).
- Boutique Hotel en Chiang Mai, Tailandia. Este hotel independiente integró BitPay con su motor de reservas y logró reducir las comisiones de intermediación en más del 30%, permitiendo captar clientes desde China y Alemania (Pimpa y Moore, 2021).
- Cadena hotelera PYME en El Salvador. Tras la adopción del Bitcoin como moneda de curso legal, varios hoteles salvadoreños comenzaron a usar BitPay, facilitando el turismo internacional con mayor inclusión financiera (Yermack, 2017).

La integración de pasarelas de pago Blockchain representa una herramienta estratégica para reducir la dependencia de operadores turísticos globales. Al ofrecer métodos de pago alternativos, las PYMEs hoteleras pueden ampliar su alcance geográfico, mejorar su rentabilidad y adaptarse a las nuevas demandas del consumidor digital. BitPay y plataformas similares se perfilan como facilitadoras de la internacionalización hotelera para PYMEs, permitiendo recibir pagos de cualquier parte del mundo con eficiencia y seguridad. Aunque su adopción aún está en fase inicial, representa una ventaja competitiva real en un entorno turístico cada vez más global, digital y descentralizado.

Desde el 2018 el número de turistas que usan criptomonedas en sus viajes ha pasado de menos de 1 millón a más de 10 millones en 2023, y se espera que para 2025, el número de usuarios alcance aproximadamente los 12 millones, impulsado por una mayor aceptación y facilidad de uso (Statista, 2023). El impacto económico del turismo que usa criptomonedas ha implicado un crecimiento de los ingresos turísticos relacionados con criptomonedas muy destacable durante el periodo 2018 - 2024, con previsiones positivas para el 2025 como se puede observar en la Figura 28.

Figura 28. Crecimiento de ingresos turísticos relacionados con criptomonedas (2018 – 2025)



Fuente: Statista (2023)

4.2.3. Inalterabilidad en el registro de los datos

Algunos hoteles están comenzando a experimentar con sistemas de identidad digital que permiten a los huéspedes registrarse y hacer *check-in* sin necesidad de presentar documentos físicos, usando tecnología Blockchain para verificar la identidad de manera segura.

Esta sección contextualiza la problemática en lo referente a que los hoteles gestionan grandes volúmenes de datos personales sensibles (pasaportes, datos bancarios, preferencias del cliente, etc.). La necesidad de proteger esta información frente a filtraciones, fraudes o manipulaciones ha motivado la búsqueda de soluciones tecnológicas más seguras (Shukla et al., 2024).

Este apartado muestra cómo la tecnología Blockchain garantiza la inalterabilidad de los registros y analiza el uso de plataformas como SelfKey y Civic, ya aplicadas en hoteles para gestionar la identidad digital. Estas soluciones previenen la manipulación de datos, refuerzan la confianza del huésped y ayudan a modernizar la operación hotelera. Estas soluciones no solo fortalecen la confianza del huésped, sino que también permiten a los hoteles avanzar hacia modelos operativos más modernos y resilientes (Allen, 2016).

El propósito que comparten en común Selfkey (Selfkey Foundation, 2018) y Civic (Civic Technologies, 2021) es ofrecer una solución de identidad digital auto-soberana (*Self-Sovereign Identity*, SSI) segura, descentralizada y eficiente para la gestión de la identidad digital. Su propuesta central es permitir que los individuos y las entidades corporativas controlen directamente sus datos personales, eliminando la dependencia de autoridades centralizadas para la verificación de identidad.

El concepto de identidad digital auto-soberana es similar a cómo almacenamos y gestionamos nuestras identidades no digitales hoy en día. Actualmente, la mayoría guardamos documentos de identidad como pasaportes, certificados de nacimiento o facturas de servicios públicos en casa, de forma segura y bajo nuestro propio control. Solo los compartimos con otras entidades cuando sea necesario. La identidad auto-soberana de SelfKey o Civic, es el equivalente digital de lo que ya hacemos con nuestros documentos de identidad físicos.

SelfKey y Civic son dos proyectos de identidad digital basados en tecnología Blockchain. Ambos buscan empoderar al usuario sobre su identidad y datos personales, pero lo hacen con diferencias clave en su arquitectura y enfoque. A continuación, se presenta los puntos en común (Tabla 13) y las diferencias (Tabla 14) entre ambos sistemas con el objetivo de aportar un mayor conocimiento al lector.

Tabla 13. Puntos en común entre Selfkey y Civic

Aspecto	Descripción
Tecnología base	Ambos usan tecnología blockchain para garantizar la inmutabilidad y la descentralización del control de datos.
Control del usuario	En ambos sistemas, el usuario tiene control sobre sus datos y decide cuándo, cómo y con quién compartirlos.
Objetivo	Proveen soluciones para la gestión de identidad digital auto-soberana, con énfasis en la verificación KYC (<i>Know Your Customer</i>).
Token propio	Usan tokens nativos (KEY para SelfKey, CVC para Civic) para facilitar transacciones, verificaciones y acceso a servicios.
Enfoque en privacidad	Aplican cifrado y mecanismos criptográficos para asegurar que solo las partes autorizadas accedan a los datos.

Fuente: Elaboración propia (2025)

Tabla 14. Diferencias entre la arquitectura de Selfkey y Civic

Característica	SelfKey	Civic
Modelo de almacenamiento	Utiliza una identidad digital auto-soberana con almacenamiento local en el dispositivo del usuario.	Opera con un modelo híbrido: datos en el dispositivo + hash en blockchain para verificación.
Gestor de identidad	SelfKey ID, basado en DID (Decentralized Identifier) y compatible con W3C.	Civic Secure Identity, con validación en tiempo real a través de terceros verificadores.
Marketplace	Tiene un Marketplace de servicios integrados (KYC, cuentas bancarias, ciudadanía, etc.).	Más centrado en autenticación y verificación de identidad para acceder a servicios.
Ecosistema de servicios	Amplia gama de integraciones para servicios financieros, legales, e-gobierno.	Enfocado en aplicaciones móviles, acceso físico (control de eventos, oficinas) y dApps.
Implementación KYC	Ofrece una plataforma de KYC automatizada para empresas (SelfKey Certifier).	Civic proporciona una solución de KYC bajo demanda, con proveedores que validan identidad.
Token Utility	KEY se usa para pagos dentro del ecosistema y acceso a servicios.	CVC recompensa tanto a usuarios como a validadores por verificaciones exitosas.

Fuente: Elaboración propia (2025)

Resumiendo lo anterior, podemos afirmar que Selfkey se orienta más hacia la construcción de un ecosistema completo para identidades digitales auto-soberanas, con múltiples servicios disponibles. Mientras que Civic se enfoca en la verificación de identidad rápida y reutilizable, especialmente útil para integraciones empresariales con apps y eventos.

Veamos a continuación algunos ejemplos de inalterabilidad de los datos en hoteles utilizando tecnología Blockchain, contratos inteligentes e identidad digital descentralizada.

- Caso Lindner hoteles. Con el fin de modernizar y agilizar los procesos de atención al cliente, implementaron una billetera de identidad digital (*digital ID wallet*) facilitando el registro (*check-in*), la verificación de identidad y permitiendo a los usuarios gestionar de forma autónoma sus datos personales, proporcionando control total sobre qué información comparten y con quién. Alineándose por tanto, con los principios de identidad digital auto-soberana (*Self-Sovereign Identity*, SSI). Por último, al realizar un *check-in* más rápido, seguro y sin contacto físico, tanto la eficiencia del proceso como la experiencia personalizada del cliente, experimentaron destacables mejoras (Concordium, 2023).

- Caso Le Bristol Paris Hotel. En 2023 lanzó la colección NFT “Le Bristol Unlocked”, ofreciendo a sus poseedores acceso exclusivo a servicios personalizados como el uso de la piscina, menús secretos y experiencias VIP. Si bien no adopta SSI formalmente, este programa integra elementos clave de dicha filosofía, como el control del usuario sobre sus credenciales digitales (NFTs) y el acceso autónomo a beneficios. Esta estrategia basada en Web3 sienta las bases para una futura integración con sistemas SSI, representando un paso hacia la descentralización de la gestión de identidad y fidelización en el sector de lujo (Power.xyz, 2023).
- Caso Hotel Riu Plaza España. En 2022 demostró ser un pionero en la transformación digital del sector hotelero al convertirse en el primer establecimiento de España en abrir una réplica virtual en el metaverso (TUI Group, 2022; RIU Hotels & Resorts, 2022). A través de plataformas como AltSpaceVR y Spatial, los usuarios pueden explorar digitalmente las instalaciones del hotel, interactuar con un asistente virtual y realizar reservas desde un entorno completamente inmersivo. Aunque esta iniciativa aún no implementa directamente tecnologías de identidad digital autosoberana (SSI), su desarrollo en el ecosistema Web3 la posiciona como una plataforma ideal para integrar soluciones como Civic. Este tipo de tecnologías permitirían a los usuarios identificarse y verificar datos personales de forma segura y descentralizada en entornos virtuales, mejorando la privacidad, reduciendo la fricción en los procesos de registro y abriendo nuevas posibilidades para sistemas de fidelización personalizados. En este contexto, la adopción de SSI en metaversos hoteleros no solo representa un avance tecnológico, sino también una evolución conceptual hacia la soberanía del huésped sobre su identidad digital.

4.2.4. Representación digital de activos y financiación

La incorporación de tecnologías Blockchain en el sector hotelero está comenzando a transformar profundamente los modelos tradicionales de financiación, inversión y operación. Antes de examinar en detalle las aplicaciones más innovadoras de esta tecnología en el ámbito hotelero, conviene recordar que en el capítulo 3 se abordaron los fundamentos clave relativos a la digitalización de activos del mundo real (RWA), el uso de contratos inteligentes y la tokenización como pilares de esta transformación.

Partiendo de esta base conceptual, las implementaciones más recientes de Blockchain en el sector hotelero se focalizan en los siguientes ámbitos: la financiación de la expansión hotelera mediante ofertas de tokens de seguridad (*security token offerings*, STOs), la automatización de procesos como reservas y pagos a través de contratos inteligentes, el desarrollo de programas de fidelización tokenizados, la utilización de activos tokenizados como colateral en plataformas de Finanzas Descentralizadas (DeFi) y la tokenización de propiedades hoteleras para facilitar su fraccionamiento y comercialización. Veamos cada implementación de forma más detallada:

- **Financiación de la expansión hotelera mediante STOs.** La integración de tecnologías Blockchain en el sector hotelero ha dado lugar a una transformación profunda en los modelos de financiación y gestión de activos. Un caso emblemático de esta tendencia es el de The Kessler Collection, una cadena de hoteles de lujo con sede en Estados Unidos, que en 2021 anunció su decisión de aceptar pagos en criptomonedas y explorar la tokenización parcial de sus activos inmobiliarios como mecanismo de financiación (Kessler Collection, 2021).

El objetivo principal de esta iniciativa radica en descentralizar las fuentes de inversión mediante la emisión de tokens que representen derechos sobre propiedades hoteleras específicas. Este enfoque permite abrir el acceso a inversores globales sin necesidad de intermediarios financieros tradicionales, disminuyendo los costes operativos y aumentando la liquidez de activos tradicionalmente ilíquidos, como lo son los bienes raíces hoteleros (OECD, 2020; Zeng et al., 2023).

En términos operativos, la tokenización implica la representación digital de un activo físico (en este caso, propiedades hoteleras) mediante un token emitido sobre una Blockchain pública o privada. Esta representación puede incluir participaciones fraccionadas del valor del activo, que pueden ser compradas, vendidas o intercambiadas en mercados secundarios. La emisión de *Security Tokens* (STOs) asociada a estas iniciativas no solo proporciona un vehículo eficiente de captación de capital, sino que también garantiza trazabilidad, transparencia y cumplimiento normativo gracias a los contratos inteligentes integrados (Chen et al., 2022).

En el caso específico de The Kessler Collection, la tokenización es vista como una estrategia de expansión empresarial. Mediante la conversión de activos inmobiliarios en tokens, se espera atraer capital de inversores interesados en participar en el crecimiento del portafolio de la cadena sin tener que recurrir a instrumentos financieros tradicionales como préstamos bancarios o fondos de inversión. Esta propuesta se alinea con las nuevas dinámicas del ecosistema de finanzas descentralizadas (DeFi), que promueven un acceso más directo, automatizado y global a instrumentos de inversión y financiación (Schär, 2021).

Además del beneficio financiero, esta implementación también mejora la experiencia del cliente, al permitir el uso de criptomonedas para el pago de servicios, generando así una sinergia entre innovación tecnológica y modelo de negocio. Esta doble aplicación (criptoactivos como medio de pago y activos tokenizados como fuente de financiación) posiciona a The Kessler Collection como un referente en la aplicación estratégica de Blockchain en la industria hotelera.

- **Automatización de procesos como reservas y pagos a través de contratos inteligentes.** La implementación de contratos inteligentes en el sector hotelero está comenzando a transformar la forma en que se gestionan las reservas y los pagos, al ofrecer una infraestructura descentralizada, transparente y segura (Atzori y Ulieru, 2022). Un ejemplo ilustrativo de esta transformación es el caso del Hotel Aiden by Best Western en Quito (Mena Zapata y Plasencia Robles, 2023), donde se ha desarrollado un sistema basado en Blockchain para la automatización integral de las transacciones con los clientes.

En este esquema, el huésped reserva una habitación a través de una aplicación descentralizada (DApp). El contrato inteligente asociado bloquea de forma programada el importe correspondiente, pagado en stablecoins como USDT o USDC y garantizando que los fondos estén asegurados desde el momento de la reserva (Centre Consortium, 2024).

Posteriormente, al confirmarse la prestación del servicio (es decir, cuando el cliente realiza el *check-in*), el contrato libera automáticamente el pago al hotel. En

situaciones de cancelación dentro de los términos previamente definidos, el contrato ejecuta un reembolso inmediato sin necesidad de intervención manual. Este proceso no solo mejora la eficiencia operativa, sino que también minimiza el riesgo de fraude y disputas, al operar sobre reglas inmutables registradas en la Blockchain (Liang et al., 2023).

La confianza generada por este tipo de automatización resulta particularmente atractiva para turistas internacionales, quienes pueden gestionar sus pagos sin depender de sistemas bancarios locales ni enfrentar demoras por conversiones monetarias o controles institucionales. Además, este modelo posiciona al hotel como un actor innovador en el ecosistema Web3, capaz de competir con plataformas centralizadas tradicionales (Garriga et al., 2023).

Este caso representa una aplicación concreta del uso de tecnología Blockchain, avanzando hacia la descentralización de servicios hoteleros y el uso de tecnologías sin intermediarios, que priorizan la confianza programada, la eficiencia contractual y la seguridad jurídica (Atzori y Ulietu, 2022; Liang et al., 2023).

- **Desarrollo de programas de fidelización tokenizados.** La transformación digital del sector turístico ha dado paso a nuevas formas de interacción entre las empresas hoteleras y sus clientes, donde la tecnología Blockchain se presenta como una herramienta clave para redefinir modelos de lealtad y fidelización (UNWTO, 2022). En este escenario, TUI Group, uno de los conglomerados turísticos más influyentes de Europa, ha emergido como pionero al incorporar soluciones Blockchain en diversas áreas de su operación, incluyendo la gestión del inventario hotelero y, más recientemente, los programas de fidelización de clientes.

En lugar de operar bajo esquemas tradicionales basados en puntos acumulables y centralizados, TUI ha optado por explorar un sistema tokenizado que aprovecha los beneficios de la tecnología de registros distribuidos. Mediante el uso de tokens digitales como unidades de recompensa, los clientes pueden obtener beneficios que son no solo transferibles y trazables en tiempo real, sino también potencialmente interoperables con otros actores del ecosistema turístico digital (Al-Khazraji et al., 2023).

Este modelo representa un cambio paradigmático ya que los tokens no están confinados a un único sistema propietario, sino que pueden utilizarse, incluso intercambiarse o combinarse dentro de entornos Web3 que promueven la autonomía del usuario. Así, los turistas pueden integrar sus recompensas en billeteras digitales, convertirlas en descuentos dinámicos, e incluso aplicarlas a servicios externos al grupo hotelero, generando una red descentralizada de valor (Frolova y Prasolov, 2023).

Desde la perspectiva operativa, esta iniciativa también fortalece la capacidad de TUI para recopilar información en tiempo real sobre los patrones de comportamiento de sus clientes, garantizando transparencia y seguridad mediante el uso de contratos inteligentes que gestionan automáticamente la asignación y validación de recompensas. Optimizando los costes administrativos y reduciendo los riesgos de errores y fraudes comunes en sistemas centralizados.

El caso de TUI evidencia cómo los programas de fidelización tokenizados pueden contribuir a crear un ecosistema turístico más conectado, transparente y centrado en el usuario, donde la propiedad y el control de los beneficios no dependen exclusivamente del proveedor, sino que se distribuyen de forma equitativa entre todas las partes involucradas.

- **Utilización de activos tokenizados como colateral en plataformas de finanzas descentralizadas (DeFi).** La tokenización de activos físicos, como propiedades hoteleras, ha permitido nuevas estrategias de financiación descentralizada. Un ejemplo destacado en Europa es el del 25hours Hotel en Hamburgo, cuya propiedad fue parcialmente tokenizada a través de la fintech suiza Swarm Markets. Esta tokenización tuvo como objetivo permitir que los tokens representativos del inmueble se utilizaran como colateral en plataformas DeFi, facilitando el acceso a capital sin depender de intermediarios financieros tradicionales (Bundi, 2023).

La estrategia consistió en representar digitalmente el activo mediante tokens ERC-20 registrados en una Blockchain pública compatible con contratos inteligentes. Estos tokens, al ser validados legalmente como representaciones de derechos de propiedad, fueron aceptados como garantía en plataformas DeFi como Aave y Compound. Esto permitió a los propietarios obtener préstamos en *stablecoins* respaldados por el valor tokenizado del hotel (Gudgeon et al., 2022).

La empresa Swarm Markets jugó un papel clave al asegurar el cumplimiento legal, técnico y financiero de la tokenización, cumpliendo con la regulación europea sobre activos digitales. La liquidez obtenida fue utilizada para financiar renovaciones y proyectos de expansión, sin necesidad de liquidar el activo subyacente (Van der Ent et al., 2023).

Este modelo combina las ventajas de la descentralización financiera con la financiarización eficiente del sector hotelero, permitiendo a los operadores acceder a mercados de capital globales. Además, la trazabilidad y transparencia inherentes a la Blockchain mejoran la confianza de los inversores y reducen los costos asociados con auditorías o garantías tradicionales (Zetsche et al., 2022).

- **Tokenización de propiedades hoteleras.** La tokenización de activos inmobiliarios constituye una innovación disruptiva en el sector hotelero, al permitir la representación digital y fraccionada de propiedades mediante tokens negociables sobre tecnología Blockchain (Zhang et al., 2022). Un ejemplo pionero de este modelo es el del St. Regis Aspen Resort en Colorado, cuya participación accionaria fue parcialmente tokenizada a través de una operación liderada por la firma Elevated Returns, en colaboración con la plataforma fintech Securitize y con aprobación regulatoria bajo las disposiciones de la Comisión de Bolsa y Valores de Estados Unidos (*Security Exchange Commission, SEC*) (Takahashi, 2018; U.S. Securities and Exchange Commission, 2018).

En 2018, Elevated Returns emitió una *Security Token Offering (STO)* de aproximadamente 18 millones de dólares, representando un 18,9 % del capital accionario del hotel, mediante la creación del token digital Aspen Coin sobre la red Ethereum. La operación se estructuró bajo las Regulaciones D y S de la SEC, permitiendo su adquisición por parte de inversores acreditados tanto en EE. UU. como en el extranjero (Securitize, 2018; U.S. Securities and Exchange

Commission, 2018). Posteriormente, los tokens fueron listados en tZERO, plataforma de intercambio secundaria de activos digitales, lo que añadió liquidez a un activo tradicionalmente ilíquido (Crowdfund Insider, 2019).

El proceso no solo democratizó el acceso a una propiedad hotelera de lujo, sino que también redujo considerablemente los costes de intermediación y eliminó barreras geográficas mediante la tokenización, la trazabilidad de la inversión y la automatización de derechos y dividendos a través de contratos inteligentes (Securitize, 2018; Zhang et al., 2022).

El caso del St. Regis Aspen evidencia el potencial transformador de la tecnología Blockchain para la financiación hotelera, aportando un modelo replicable para cadenas hoteleras que buscan atraer capital internacional, reducir fricciones financieras y mejorar la confianza de los inversores en mercados inmobiliarios (UNWTO, 2022).

Tome nota el lector que, en la siguiente sección, se profundizará en los casos prácticos de tokenización de activos hoteleros más significativos de la actualidad.

4.3. TOKENIZACIÓN EN EL SECTOR HOTELERO

4.3.1. Visión preliminar

En los últimos años, la tokenización se ha consolidado como una innovación disruptiva en el sector hotelero, al posibilitar la inversión fraccionada, reducir la dependencia de intermediarios financieros y optimizar la trazabilidad y gestión de activos mediante tecnología Blockchain (Rauchs et al., 2019). Este avance ha dado lugar al desarrollo de diversas plataformas especializadas que permiten la conversión de activos hoteleros en representaciones digitales (tokens), promoviendo así una mayor democratización del acceso a la inversión y una mayor eficiencia operativa (Kaal, 2020).

La digitalización del sector inmobiliario ha cobrado impulso en los últimos años gracias a la aplicación de tecnologías emergentes como la Blockchain. En este contexto, han surgido plataformas especializadas que abordan las ineficiencias tradicionales del mercado inmobiliario mediante soluciones basadas en contratos inteligentes, tokens de seguridad (STOs) y sistemas de gobernanza descentralizada. Estas iniciativas promueven una estructura más transparente, segura y participativa, permitiendo a los usuarios acceder a inversiones fraccionadas en propiedades con altos niveles de trazabilidad y automatización (Catalini y Gans, 2020; Kaal, 2020).

Una de las características distintivas de estas plataformas es la emisión de tokens que permiten a los usuarios acceder a ventajas dentro del ecosistema, como condiciones preferentes en la inversión de activos tokenizados, participación en fondos de liquidez o *liquidity pools* y obtención de recompensas mediante mecanismos de bloqueo de fondos o *staking*. Además, muchas de estas soluciones integran un sistema de niveles o *status tiers* que clasifica a los usuarios en función de su participación, fomentando el compromiso a largo plazo con el proyecto (Mougayar, 2016).

Desde el punto de vista técnico, estas plataformas suelen priorizar la seguridad mediante el uso de criptografía avanzada y arquitectura basada en redes Blockchain de alta escalabilidad, como Ethereum o Polygon. Asimismo, se diseñan con capacidades de interoperabilidad que permiten su integración con otros protocolos y aplicaciones descentralizadas (Buterin, 2014a; Rauchs et al., 2019).

Uno de los componentes clave que refuerza el carácter participativo de estos sistemas es la implementación de organizaciones autónomas descentralizadas (DAO), a través de las cuales los usuarios pueden intervenir en decisiones estratégicas. Entre estas decisiones se encuentran la selección de nuevos activos inmobiliarios, modificaciones en la política de recompensas o el desarrollo de nuevas funcionalidades dentro de la plataforma. Esta arquitectura de gobernanza distribuye el poder de decisión, empoderando a la comunidad e incrementando la legitimidad de las acciones implementadas (Hassan y De Filippi, 2021).

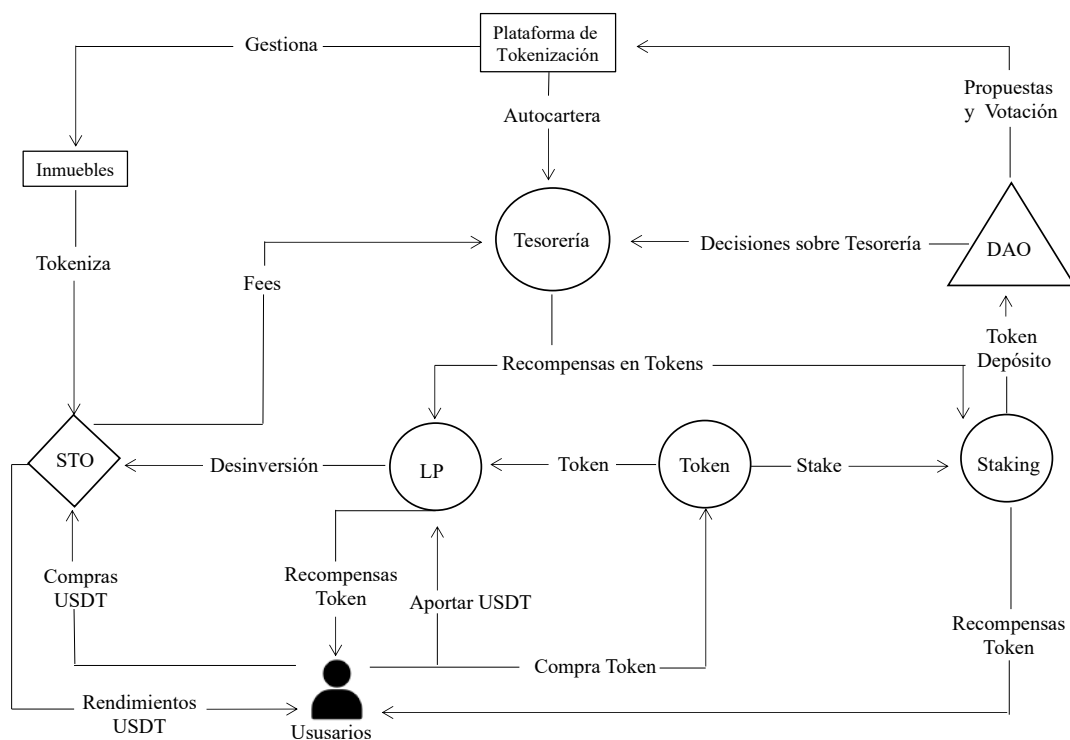
En suma, el uso de tecnología Blockchain en el sector inmobiliario, no solo permite tokenizar activos de forma eficiente, sino que también habilita nuevas formas de gobernanza y participación que transforman radicalmente la forma en que los usuarios interactúan con las inversiones inmobiliarias. La combinación de innovación tecnológica, gobernanza descentralizada y mecanismos de incentivo constituye un paradigma emergente con alto potencial de escalabilidad global.

4.3.2. Modelo de negocio de las plataformas especializadas en tokenización de activos hoteleros

Como se detalló en el capítulo 3, los *tokenomics* desempeñan un papel crucial en la creación de un sistema sólido y equilibrado que motive la participación activa de los usuarios, fomente la adopción del token y asegure la viabilidad del proyecto a largo plazo. Mediante un diseño meticuloso, se pretende que cada token posea un valor intrínseco y una función clara dentro de la plataforma, garantizando así beneficios concretos para todos los participantes, desde los inversores hasta los usuarios finales.

O dicho de otro modo, los *tokenomics* no es solo una estructura económica, es el corazón de todo proyecto Blockchain. La Figura 29 presenta un diagrama sintético que ilustra el funcionamiento general de los protocolos empleados por las principales plataformas especializadas en la tokenización de inmuebles en el sector hotelero. Esta representación se ha elaborado tras el análisis detallado de los *whitepapers* de cada proyecto, incluyendo a Brickken (2023), DigiShares (2023), RealT (2024), Reental (2023), SolidBlock (2020) y Tokeny (2023).

Figura 29. Diagrama del funcionamiento del protocolo empleados en la tokenización de inmuebles



Fuente: Elaboración propia (2025)

La transformación digital del sector inmobiliario y en concreto, el sector hotelero, mediante tecnologías Blockchain ha dado lugar a ecosistemas descentralizados que permiten a los usuarios participar en inversiones mediante tokens de seguridad, mecanismos de *staking*, provisión de liquidez y gobernanza comunitaria. A continuación, se describen los elementos fundamentales que conforman estos sistemas:

- **Usuario.** El usuario actúa como inversor activo en el ecosistema, con capacidad para adquirir tokens representativos del sistema, participando en ofertas de tokens de seguridad (*Security Token Offerings*, STOs), y aportando liquidez al sistema por su adquisición previa de monedas estables o *stablecoins* (USDT) vinculadas su precio a un activo subyacente como una moneda fiduciaria (dólar americano) a través de fondos de liquidez o *liquidity pools* (LP). Estas acciones permiten recibir recompensas tanto en tokens nativos como en monedas estables, dependiendo de la rentabilidad de las operaciones inmobiliarias (Chen et al., 2022).
- **Token.** El token permite al usuario interactuar con los distintos módulos de la plataforma. Su funcionalidad incluye la participación en *staking* o bloqueo de fondos, donde el usuario deposita una cierta cantidad de tokens accediendo a futuras recompensas por su activa participación en la validación de transacciones y en la seguridad de la red. El uso de tokens para incentivar el compromiso del usuario es una característica clave de los sistemas DeFi modernos (Möser et al., 2022).
- **Liquidity Pool.** Los *liquidity pools* operan como reservas automatizadas de activos digitales que permiten realizar operaciones de entrada y salida de capital de forma descentralizada. En este contexto, los fondos aportados en USDT o tokens garantizan liquidez frente a desinversiones en activos inmobiliarios

hoteleros tokenizados, reduciendo el riesgo sistémico para los participantes (Xu et al., 2023).

- **Security token offering (STO).** Una STO es un mecanismo regulado que permite la emisión de tokens respaldados por activos reales, como propiedades inmobiliarias hoteleras. A través de este proceso, los inversores adquieren derechos económicos sobre un activo hotelero, accediendo a dividendos o plusvalías generadas por su explotación. Las STOs combinan la eficiencia tecnológica de Blockchain con la seguridad jurídica del mercado financiero tradicional (OECD, 2020).
- **Staking.** El bloqueo de fondos o *staking* consiste en bloquear temporalmente tokens a cambio de incentivos económicos. En estos ecosistemas, los usuarios que realizan *staking* pueden recibir tokens adicionales o versiones representativas del token, los cuales otorgan derechos de voto. Este sistema contribuye a la estabilidad del protocolo y fomenta la gobernanza participativa (Broby, 2023).
- **Organización autónoma descentralizada (DAO).** Las DAOs (*decentralized autonomous organization*) representan estructuras de gobernanza basadas en contratos inteligentes que permiten a los titulares de tokens participar en decisiones clave del ecosistema. Estas decisiones pueden incluir la selección de nuevos activos, la distribución de fondos de tesorería o la implementación de funcionalidades técnicas. Las DAOs promueven la transparencia y la alineación de intereses entre participantes (Wang et al., 2023).
- **Tesorería.** La tesorería digital se compone de fondos provenientes de comisiones generadas en operaciones del ecosistema y de reservas estratégicas. Su gestión descentralizada es determinada por votaciones en la DAO, y sus funciones incluyen la asignación de recursos al *liquidity pool* o al programa de *staking*, asegurando la sostenibilidad económica del sistema (De Filippi et al., 2020).
- **Gestión de inmuebles tokenizados.** Los activos hoteleros que se integran al ecosistema son seleccionados según criterios de rentabilidad y proyección de valorización. Estos activos pueden pertenecer a diferentes categorías como hoteleros, apartahoteles, residencial vacacional o turístico. Sometiéndose a procesos de tokenización que permiten la inversión fraccionada y global en bienes raíces. La gestión del ciclo de vida de los activos se realiza a través de contratos inteligentes y plataformas de seguimiento en tiempo real (Schmidt et al., 2022).

4.3.3. Distribución y emisión de un token en la tokenización de activos hoteleros

La emisión y posterior distribución del token HTK (Hotel token), orientado a la tokenización de activos hoteleros, constituye una alternativa innovadora y factible dentro del ecosistema de las finanzas descentralizadas (DeFi). Al integrar esquemas de niveles de acceso diferenciados (*tiers*), calendarios de adjudicación progresiva (*vesting*), mecanismos de gobernanza descentralizada y marcos de cumplimiento regulatorio, este modelo permite establecer estructuras de inversión más equitativas, transparentes y resilientes. En consecuencia, se facilita un acceso democratizado a la propiedad hotelera fraccionada, con el potencial de ampliar sustancialmente la base internacional de inversores y dinamizar el mercado inmobiliario turístico a través de tecnologías basadas en Blockchain.

La emisión de un token para activos hoteleros se basa generalmente en el estándar ERC-1400 o ERC-3643, que permite representar instrumentos financieros regulados, como valores o participaciones en activos reales (Radomski et al., 2021).

La distribución del token HTK puede realizarse en distintas fases y niveles de acceso diferenciados, conocidos como tiers, que permiten segmentar la entrada de inversores según su perfil, capital disponible o estrategia de fidelización. Un esquema típico que incluye las diferentes fases distribución es el siguiente:

- Venta privada (Tier 1). Destinada a inversores institucionales o estratégicos con condiciones preferenciales, precios más bajos y períodos de bloqueo prolongado.
- Venta pública (Tier 2 y 3). Abierta al público en general, en donde los participantes pueden acceder con diferentes importes mínimos según su nivel (por ejemplo, Tier 2: ≥ 5.000 USDT, Tier 3: ≥ 500 USDT).
- Recompensas comunitarias (Tier 4). Distribución mediante *airdrop* o eventos en el cual un proyecto de tokenización reparte gratuitamente una cantidad de tokens a usuarios o inversores, con el objetivo de incentivar su participación, crear comunidad o distribuir el token de forma más equitativa.

Este modelo de tiers incentiva el compromiso a largo plazo y permite una gestión escalonada de la liquidez entrante (Broby, 2023; Wang et al., 2023).

Por último, establecer un calendario progresivo de liberación de tokens o *vesting*, es muy útil para evitar ventas masivas y garantizar el compromiso continuo de los inversores, del equipo gestor y técnico y asesores externos. Este enfoque contribuye a la sostenibilidad del ecosistema tokenizado y alinea los intereses de todas las partes involucradas (Möser et al., 2022). A continuación se propone un ejemplo de *vesting* (Liquifi, 2025):

- Inversores privados. 12 meses de bloqueo inicial o *cliff*, seguido de liberación lineal mensual durante 24 meses.
- Equipo fundador. 18 meses de *cliff*, seguido de *vesting* en 36 meses.
- DAO y comunidad. Desbloqueo gradual condicionado a hitos del proyecto.

4.3.4. Ejemplos prácticos de tokenización en el sector hotelero

La tokenización de hoteles ha avanzado notablemente en países con ecosistemas Blockchain desarrollados, marcos regulatorios favorables y fuerte industria turística. A continuación, se presentan algunos de los casos más destacados a nivel internacional.


- En los **Estados Unidos**, el caso de Aspen Coin marcó un hito importante. Este proyecto tokenizó el 19% del lujoso St. Regis Aspen Resort, permitiendo a los inversores adquirir tokens respaldados por participación accionaria. El proyecto, gestionado por Elevated Returns y ejecutado a través de la plataforma tZERO sobre la Blockchain de Tezos, recaudó 18 millones de dólares, constituyéndose como una de las primeras ofertas de tokens de seguridad (STO) en el sector hotelero (Aspen Digital, 2018; Zetzsche et al., 2020).
- En los **Emiratos Árabes Unidos**, Aqarchain promovió la tokenización de propiedades hoteleras en Dubái y Ras Al Khaimah mediante tecnología Blockchain de Ethereum y Binance Smart Chain. Uno de sus proyectos fue el

hotel en Ras Al Khaimah que tokenizó más de 100.000 fracciones accesibles desde 50 USD cada una, con un claro enfoque en la inversión minorista en la región del Golfo (Aqarchain, 2023).

- En **México**, se tokenizó un eco-resort en Tulum a través de una alianza entre LIFELabs y Smart Realty. Este proyecto ofrecía tokens con derechos sobre las utilidades operativas del hotel, con una proyección de retorno anual del 12%. El enfoque estaba en promover el turismo sostenible, ya que el resort opera con energía solar (Smart Realty, 2023).
- Por su parte, **Suiza**, a través de la firma Mt Pelerin, permitió la tokenización de un hotel boutique en Zermatt bajo completa conformidad legal con la Autoridad Suiza de Supervisión del Mercado Financiero (*Swiss Financial Market Supervisory Authority* FINMA). Utilizando su token MPN, se ofreció propiedad fraccional a inversores europeos y asiáticos, garantizando seguridad jurídica y tecnológica (Mt Pelerin, 2023).
- Finalmente, en **Tailandia**, Elevated Returns replicó el modelo de Aspen en Asia con la tokenización de propiedades en el Sudeste Asiático (aunque a fecha de hoy, la compañía no ha mencionado los nombres de las propiedades). Utilizando Tezos (red Blockchain de código abierto), el proyecto atrajo inversores institucionales de Corea del Sur y Singapur, consolidando el modelo de inversión tokenizada en mercados emergentes (Elevated Returns, 2022).

Seguidamente, la Tabla 15 ilustra los proyectos de tokenización hotelera más representativos y pioneros, clasificados por país:

Tabla 15. Comparativa de proyectos de tokenización hoteleros por país

País	Proyecto	Ubicación	Plataforma / Tecnología	Tipo de Tokenización	Resultado / Impacto
 EE. UU.	Aspen Coin	Aspen, Colorado	tZERO / Tezos	STO - Token de seguridad	Recaudó \$18M. Primera tokenización hotelera institucional en EE. UU.
 EAU	Aqarchain	Dubái y RAK	Ethereum / BSC	Propiedad fraccional	Más de 100.000 tokens vendidos. Participación minorista accesible.
 México	Eco-Resort en Tulum	Tulum, Quintana Roo	Ethereum (LIFELabs / Smart Realty)	Participación operativa	Recaudación de \$1.5M. Retorno proyectado del 12% anual.
 Suiza	Hotel en Zermatt (Mt Pelerin)	Zermatt	Mt Pelerin / MPN Token	Equity token 100% regulado	Oferta abierta a inversores europeos y asiáticos.
 Tailandia	Resort en Phuket	Phuket	Tezos (Elevated Returns)	Participación accionaria	Replicación del modelo Aspen Coin en Asia con éxito institucional

Fuente: Elaboración propia (2025)

La selección de los casos analizados se fundamenta en su relevancia académica y en su capacidad para mostrar desde diferentes perspectivas los alcances y limitaciones de la tokenización en el sector hotelero. Estos ejemplos abarcan experiencias pioneras como Aspen Coin en Estados Unidos, iniciativas de democratización de la inversión como Aqarchain en los Emiratos Árabes Unidos, proyectos con un enfoque en sostenibilidad como el eco-resort de Tulum en México, modelos de seguridad regulatoria como Mt Pelerin en Suiza y procesos de internacionalización hacia mercados emergentes como la réplica de Elevated Returns en Tailandia. En conjunto los casos seleccionados permiten construir un análisis comparativo que articula variables tecnológicas regulatorias financieras y ambientales y que ofrece un marco empírico para comprender las oportunidades y desafíos que la tokenización plantea en la hotelería global.

4.3.5. Tendencias emergentes en la tokenización hotelera para 2025

La tokenización de activos hoteleros ha evolucionado desde su fase exploratoria hacia un escenario cada vez más estructurado y diversificado. En 2025, el ecosistema presenta un conjunto de tendencias que marcan la madurez de esta tecnología aplicada al sector hotelero y turístico. Estas nuevas dinámicas no solo optimizan el acceso a la inversión, sino que también redefinen la forma en que se gestionan y experimentan los activos hoteleros tokenizados. Veamos seguidamente las más importantes:

- Interoperabilidad y arquitectura multicadena (*multichain*). Uno de los desafíos clave superados en esta etapa ha sido la fragmentación de redes. Frente a la proliferación de Blockchains como Ethereum, Tezos, Polygon y BNB Chain, los desarrolladores hoteleros han optado por soluciones *multichain* que permiten emitir, reflejar o migrar tokens entre redes. Esta interoperabilidad facilita el acceso a liquidez transfronteriza y permite que distintos tipos de inversores interactúen con el mismo activo desde ecosistemas tecnológicos diferentes (Coin Telegraph, 2025).
- Tokenización híbrida: inversión con acceso y utilidad. La tokenización hotelera está dejando atrás su enfoque puramente financiero. En 2025, muchos proyectos combinan participación accionarial (*equity*) con beneficios funcionales como noches de estancia, membresías o experiencias exclusivas representadas mediante NFTs de utilidad. Esta tendencia híbrida introduce una relación emocional y experiencial entre el inversor y el activo, y al mismo tiempo potencia la fidelización del cliente (Tornos News, 2025).
- Automatización del cumplimiento normativo mediante identidad digital. Para facilitar la inversión minorista internacional, las plataformas de tokenización han integrado sistemas de identidad digital descentralizada (DID) como Civic o SelfKey, que permiten procesos de conozca a su cliente (KYC) y anti-lavado de dinero (AML) automatizados. Esto reduce significativamente las fricciones regulatorias en mercados multi-jurisdiccionales, sin comprometer la privacidad ni la escalabilidad (Facephi, 2025).
- Gobernanza descentralizada mediante DAOs hoteleras. En 2025, emergen los primeros modelos de organizaciones autónomas descentralizadas aplicados a la gestión hotelera. Los propietarios de tokens participan activamente en decisiones como remodelaciones, tarifas de hospedaje o elección de proveedores. Este modelo de gestión cooperativa representa una ruptura con la estructura jerárquica tradicional y una apuesta por la transparencia y la corresponsabilidad (Meneguzzo et al., 2025).
- Tokenización verde y turismo regenerativo. Un número creciente de hoteles tokenizados en 2025 está vinculado a proyectos sostenibles, como *glampings*, resorts autosuficientes o iniciativas de turismo regenerativo. A través de *smart contracts*, estos proyectos pueden ligar la rentabilidad de los tokens a indicadores de desempeño ESG, que hacen referencia a criterios ambientales (*environmental*), sociales (*social*) y de gobernanza (*governance*), promoviendo una inversión alineada con criterios éticos y ecológicos (Ecobraz, 2025).

Como conclusión del presente capítulo, y desde la perspectiva del autor, la tokenización de activos hoteleros representa una evolución inevitable y altamente beneficiosa para el sector. Al permitir la fragmentación de la propiedad y facilitar el acceso a la inversión internacional mediante Blockchain, esta tecnología no solo democratiza las oportunidades

financieras, sino que también introduce niveles inéditos de transparencia y eficiencia operativa.

Se observa que la incorporación de modelos de gobernanza descentralizada, como las DAOs, junto con la automatización del cumplimiento normativo a través de la identidad digital, refuerzan la confianza de los usuarios y reducen significativamente las barreras regulatorias. Además, la convergencia con iniciativas verdes, como los tokens ambientales, conecta directamente la inversión hotelera con objetivos de sostenibilidad y turismo regenerativo, alineando el desarrollo económico con la responsabilidad social y ecológica.

En definitiva, estas tendencias no son una moda pasajera, sino una evolución estructural que marcará el futuro del sector hotelero y turístico global.

4.4. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aggarwal, S., & Mittal, A. (2024). *Futuristic hospitality conceptualized: DASH-Decentralized Autonomous and Smart Hotel system*. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 10(1), 100223.
- Al-Khazraji, M. S., Ali, S. A., & Al Ani, D. R. (2023). *Blockchain-based loyalty systems in tourism: Challenges and prospects*. *Journal of Tourism Innovation and Sustainability*, 2(1), 15–29. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7692312>
- Allen, C. (2016). *The Path to Self-Sovereign Identity*. Coindesk. <https://www.coindesk.com>
- Altinay, L., & Paraskevas, A. (2008). *Planning Research in Hospitality and Tourism*. Routledge.
- Aqarchain. (2023). *Tokenized real estate investment opportunities in the UAE*. <https://aqarchain.io>
- Aspen Digital. (2018). *Aspen Coin Offering Memorandum*. <https://aspencoin.io>
- Atzori, M., & Ulieru, M. (2022). *Smart Contracts in Tourism: Trust, Automation and Decentralization*. *Journal of Blockchain Research*, 4(2), 95–113. <https://doi.org/10.1016/j.jbr.2022.03.007>
- Biedenkapp, A., Bozkurt, H. F., Eimer, T., Hutter, F., & Lindauer, M. (2020). *Dynamic algorithm configuration: Foundation of a new meta-algorithmic framework*. In *ECAI 2020* (pp. 427-434). IOS Press.
- BitPay. (2023). *Accept Bitcoin Payments*. <https://bitpay.com>
- Brickken. (2023). *Decentralized Finance for Real Assets*. <https://www.brickken.com>
- Bundi, M. (2023). *Tokenization of Real Estate: Case Studies and Legal Implications in Europe*. *European Property Journal*, 11(2), 75–94. <https://doi.org/10.1016/j.epj.2023.03.004>
- Broby, D. (2023). *Decentralized Finance (DeFi) and the Future of Financial Regulation*. *Journal of Financial Transformation*, 57, 44–51.
- Burke, B. (2020). *Top strategic technology trends for 2021*. Gartner.
- Buterin, V. (2014a). *A next-generation smart contract and decentralized application platform*. White paper, 3(37), 2-1.
- Buterin, V. (2014b). *DAOs, DACs, DAs and more: An incomplete terminology guide*. Ethereum Blog. <https://blog.ethereum.org>
- Casino, F., Dasaklis, T. K., & Patsakis, C. (2019). *A systematic literature review of Blockchain-based applications: Current status, classification and open issues*. *Telematics and Informatics*, 36, 55-81. <https://doi.org/10.1016/j.tele.2018.11.006>
- Catalini, C., & Gans, J. S. (2020). *Some simple economics of the Blockchain*. *Communications of the ACM*, 63(7), 80-90.

- Cavusgil, S. T., & Knight, G. (2015). *The born global firm: An entrepreneurial and capabilities perspective on early and rapid internationalization*. *Journal of International Business Studies*, 46(1), 3–16.
- Centre Consortium. (2024). *How Stablecoins Power Real-World Payments*. <https://www.centre.io/usdc>
- Ceruzzi, P. E. (2003). *A History of Modern Computing*. MIT Press.
- Chandratreya, A. (2024). *Digital transformation strategy and management*. *International Journal of Scientific Research in Engineering and Management*, 8(10), 58.
- Chen, Y., Chen, H., & Wang, Y. (2022). *Tokenization of Real Estate Assets: Blockchain-based Practices and Implications*. *Journal of Financial Innovation and Blockchain*, 4(1), 45–63. <https://doi.org/10.1016/j.jfib.2022.01.004>
- Christidis, K., & Devetsikiotis, M. (2016). *Blockchains and smart contracts for the internet of things*. *IEEE Access*, 4, 2292-2303. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2016.2566339>
- Christopher, E. (2024). *Crypto Travel and Its Future Implications*. *Exploring the World With Blockchain Through Cryptotravel*, 317.
- Civic Technologies. (2021). *How Civic is Powering Secure Identity Verification*. <https://www.civic.com>
- Cointelegraph. (2025). *RWA tokenization in the travel industry — Interview with Camino Network*. <https://cointelegraph.com/news/rwa-tokenization-in-the-travel-industry-interview-with-camino-network>
- Concordium. (2023). *Concordium partners with SONIO to innovate the travel sector and improve guests' experiences*. <https://www.concordium.com/article/concordium-partners-with-sonio-to-innovate-the-travel-sector-and-improve-guests-experiences>
- Crowdfund Insider. (2019). *Aspencoin migrates over to Securitize with \$18 million security token*. <https://www.crowdfundinsider.com/2019/01/143318-aspencoin-migrates-over-to-securitize-with-18-million-security-token/>
- De Filippi, P., Mannan, M. (2020). *Governance of Blockchain Systems: Governance of and by Distributed Infrastructure*. The Centre for Blockchain Technologies.
- De Filippi, P., & Wright, A. (2018). *Blockchain and the law: The rule of code*. Harvard University Press.
- DigiShares. (2023). *Tokenize Real Estate with Confidence*. <https://digishares.io>
- Ecobraz. (2025). *Blockchain e Tokens Verdes: O Futuro das Finanças Sustentáveis*. Ecobraz. <https://ecobraz.org/es/blog/o-futuro-das-financas-sustentaveis-como-Blockchain-e-tokens-verdes-estao-mudando-o-mercado>
- Elevated Returns. (2018). *The Aspen Coin – Case Study*. <https://sb-footer.s3.amazonaws.com/The+Aspen+Coin+Case+Study.pdf>

- Elevated Returns. (2022). *Tokenization of Real Estate in Southeast Asia*. <https://elevatedreturns.com>
- Facephi. (2025). *Principales tendencias de la identidad digital para 2025: confianza y sostenibilidad*. <https://facephi.com/blog/confianza-sostenibilidad-identidad-tendencias-2025/>
- Frolova, E. V., & Prasolov, A. V. (2023). *Tokenization and Blockchain technologies in the hospitality industry: Enhancing customer engagement*. *Hospitality Technology Review*, 12(3), 98–113. <https://doi.org/10.1108/HTR-01-2023-0021>
- García-Murillo, M., MacInnes, I., & Larios-Hernández, G. (2021). *Cryptocurrencies and tourism in Latin America*. *Tourism Economics*, 27(7), 1324–1342.
- Garriga, M., Morales, C., & Bravo, A. (2023). *Blockchain y Web3: Aplicaciones emergentes en el turismo de América Latina*. *Revista Latinoamericana de Innovación y Tecnología*, 6(1), 45–62. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7654321>
- Gretzel, U., Sigala, M., Xiang, Z., & Koo, C. (2015). *Smart tourism: Foundations and developments*. *Electronic Markets*, 25(3), 179–188. <https://doi.org/10.1007/s12525-015-0196-8>
- Gudgeon, L., Perez, D., Harz, D., Gervais, A., & Knottenbelt, W. (2022). *The Decentralized Finance Stack: From Asset Tokenization to Protocol Design*. *IEEE Access*, 10, 18765–18783. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3149396>
- Guevara, A., Maldonado, A. A., Herrero, J. L. C., & Rojas, S. G. (2000). *Innovaciones tecnológicas en los sistemas informáticos de gestión hotelera: (1960-2000)*. *Estudios turísticos*, (146), 3-10.
- Hassan, S., & De Filippi, P. (2021). *Decentralized autonomous organization*. *Internet Policy Review*, 10(2).
- Hassan, S., & Kyriakou, H. (2022). *Decentralized Autonomous Organizations (DAOs): Governance, coordination, and performance*. *Journal of Organization Design*, 11(1), 1–14.
- Huang, Z., & Benyoucef, M. (2013). *User adoption of social media in the hospitality industry: An empirical study of Facebook*. *International Journal of Hospitality Management*, 34, 145-155. <https://doi.org/10.1016/j.ijhm.2013.02.004>
- Ivanov, S. (2019). *Ultimate transformation: how will automation technologies disrupt the travel, tourism and hospitality industries?* *Zeitschrift für Tourismuswissenschaft*, 11(1), 25-43.
- Johanson, J., & Vahlne, J. E. (1977). *The internationalization process of the firm: A model of knowledge development and increasing foreign market commitments*. *Journal of International Business Studies*, 8(1), 23–32.
- Kaal, W. A. (2020). *Decentralized corporate governance via blockchain technology*. *Annals of Corporate Governance*, 5(2), 101-147.
- Kessler Collection. (2021, March 9). *The Kessler Collection becomes first U.S. luxury hotel group to accept cryptocurrency*. <https://www.kesslercollection.com/cryptocurrency/>

- Khan, S. (2016). *E-commerce and the future of retail*. Journal of Business Research, 68(8), 1805-1812. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2016.01.014>
- Liang, X., Fu, J., & Zhang, W. (2023). *Smart Contract Design and Deployment for Decentralized Travel Booking Systems*. International Journal of Blockchain and Distributed Systems, 2(3), 123–144. <https://doi.org/10.1504/IJBDS.2023.100551>
- Liquifi. (2025). *Vesting and Lockups*. <https://www.liquifi.finance/vesting-and-lockups>
- Liu, J., Gu, T., & Liao, Z. (2024). *Operation design of a robot logistics system considering demand fluctuations in the hotel industry*. International Journal of Contemporary Hospitality Management, 36(1), 113-135.
- Matzner, M., Büttgen, M., Demirkan, H., Spohrer, J., Alter, S., Fritzsche, A., ... & Neely, A. (2018). *Digital transformation in service management*.
- McAfee, A., Brynjolfsson, E., Davenport, T. H., Patil, D. J., & Barton, D. (2012). *Big data: the management revolution*. Harvard business review, 90 (10), 60-68.
- Medina, A. C., & Plaza, A. G. (2015). *El papel estratégico de las tecnologías de la información y las comunicaciones en el turismo*. International Journal of Information Systems and Software Engineering for Big Companies, 2(2), 52-69.
- Mena Zapata, P. A., & Plasencia Robles, C. A. (2023, July). *Analysis of the Development Approach and Implementation of the Service Tokenization Project. Hoteliers Project Ocean Blue Corp-Hotel Best Wester Quito-Ecuador City and Beach*. In International Symposium on Distributed Computing and Artificial Intelligence (pp. 336-346). Cham: Springer Nature Switzerland.
- Meneguzzo, S., Schifanella, C., Gatteschi, V., & Destefanis, G. (2025). *Evaluating DAO sustainability and longevity through on-chain governance metrics*. arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2504.11341>
- Möser, M., Böhme, R., & Breuker, D. (2022). *Incentive Structures in Decentralized Finance (DeFi): Risks and Governance*. ACM Transactions on Blockchain, 4(2), 1–23.
- Mougayar, W. (2016). *The Business Blockchain: Promise, Practice, and Application of the Next Internet Technology*. Wiley.
- Mt Pelerin. (2023). Asset tokenization services under Swiss regulation. <https://mtpelerin.com>
- Nakamoto, S. (2008). *Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System*.
- Narayanan, A., Bonneau, J., Felten, E., Miller, A., & Goldfeder, S. (2016). *Bitcoin and Cryptocurrency Technologies*. Princeton University Press.
- Neuhofer, B., Buhalis, D., & Ladkin, A. (2015). *Smart technologies for personalized experiences: A case study in the hospitality domain*. Electronic Markets, 25(3), 243–254. <https://doi.org/10.1007/s12525-015-0182-1>
- OECD. (2020). *The Tokenisation of Assets and Potential Implications for Financial Markets*. OECD Blockchain Policy Series. <https://www.oecd.org/finance/The-Tokenisation-of-Assets-and-Potential-Implications-for-Financial-Markets.pdf>

- O'Reilly, T. (2005). *What is Web 2.0: Design patterns and business models for the next generation of software*. O'Reilly Media, Inc.
- Pimpa, N., & Moore, T. (2021). *Digital transformation in Thai boutique hotels: Drivers and challenges*. *Asia Pacific Journal of Tourism Research*, 26(10), 1094–1107.
- POWER.xyz. (2023). *Le Bristol: First Hotel in France to Launch a NFT Collection*. <https://power.xyz/engage/story/le-bristol-nft-collection-launch/>
- Radomski, E., Mougayar, W., & Emanuele, F. (2021). *ERC-1400 Security Token Standard*. Ethereum Improvement Proposals. <https://eips.ethereum.org/EIPS/eip-1400>
- Rauchs, M., Blandin, A., Klein, K., Pieters, G., Recanatini, M., Rostand, F., & Zhang, B. Z. (2019). *2nd Global Enterprise Blockchain Benchmarking Study*. Cambridge Centre for Alternative Finance. <https://www.jbs.cam.ac.uk/faculty-research/centres/alternative-finance/publications/>
- RealT. (s.f.). *Real estate investing made easy*. <https://realt.co>
- Reental. (2023). *Inversiones inmobiliarias tokenizadas*. <https://reental.co>
- Risius, M., & Spohrer, K. (2017). *A Blockchain research framework: What we (don't) know, where we go from here, and how we will get there*. *Business & information systems engineering*, 59, 385-409.
- RIU Hotels & Resorts. (2022, diciembre 13). *The RIU Plaza España evolves and opens on Spatial*. RIU Blog. <https://www.riu.com/blog/en/riu-spatial-plaza-espana/>
- Saleh, F. (2021). *Blockchain without waste: Proof-of-stake*. *The Review of Financial Studies*, 34(3), 1156-1190. <https://doi.org/10.1093/rfs/hhaa104>
- Schär, F. (2021). *Decentralized finance: On Blockchain- and smart contract-based financial markets*. *Federal Reserve Bank of St. Louis Review*, 103(2), 153–174. <https://doi.org/10.20955/r.103.153-74>
- Securitize. (2018). *Aspen Digital Tokenization*. <https://www.securitize.io/resources/case-studies/aspens-coin>.
- SelfKey Foundation. (2018). *SelfKey Whitepaper: Self-sovereign identity system based on Blockchain*. Selfkey Org. <https://selfkey.org/whitepaper/>
- Shiji Group. (2024). *The Guest Experience Benchmark Report Q2 2024*. <https://insights.shijigroup.com/the-guest-experience-benchmark-report>
- Shukla, V. K., Verma, A., & Lacap, J. P. G. (Eds.). (2024). *Artificial Intelligence for Smart Technology in the Hospitality and Tourism Industry*. CRC Press.
- Sigala, M. (2018). *Implementing social customer relationship management: A process framework and implications in tourism and hospitality*. *International Journal of Contemporary Hospitality Management*, 30(7), 2698–2726. <https://doi.org/10.1108/IJCHM-04-2017-0210>

- Schmidt, R., & Wagner, M. (2022). *Blockchain Technology in Real Estate: Smart Contracts and Tokenization*. *Journal of Property Investment & Finance*, 40(4), 371–389.
- Smart Realty. (2023). *Blockchain para proyectos turísticos sustentables en México*. <https://smartrealty.io>
- SolidBlock. (2020). *Tokenizing Aspen St. Regis Resort*. <https://www.solidblock.co>
- Sousa, P. R., Resende, J. S., Martins, R., & Antunes, L. (2022). *The case for blockchain in IoT identity management*. *Journal of Enterprise Information Management*, 35(6), 1477-1505.
- Statista. (2023). *Number of cryptocurrency users worldwide 2016–2023*. <https://www.statista.com>
- Takahashi, D. (2018, octubre 2). *Elevated Returns gets \$18 million for St. Regis Aspen Resort 'tokenized real estate'*. *VentureBeat*. <https://venturebeat.com/business/elevated-returns-gets-18-million-for-st-regis-aspen-resort-tokenized-real-estate/>
- Tapscott, D., & Tapscott, A. (2016). *Blockchain Revolution: How the Technology Behind Bitcoin and Other Cryptocurrencies is Changing the World*. Penguin.
- Tokeny. (2023). *Institutional-Grade Tokenization Solutions*. <https://tokeny.com>
- Tornos News. (2025, March 1). *Tokenisation: The new model for investing in hospitality real estate*. <https://www.tornosnews.gr/en/tourism-businesses/tourism-businesses/real-estate/51173-tokenisation-the-new-model-for-investing-in-hospitality-real-estate.html>
- Travala. (2018). *The Next-Gen online travel agency*. *Business Plan*. <https://www.allcryptowhitepapers.com/wp-content/uploads/2018/11/travala-whitepaper.pdf>
- TUI Group. (2022, diciembre 12). *Hotel Riu Plaza España opens in the Metaverse*. <https://www.tuigroup.com/en/newsroom/news/hotel-riu-plaza-espana-opens-in-the-metaverse>
- U.S. Securities and Exchange Commission (SEC). (2018). *Regulation D and Regulation S – Compliance Guide*. <https://www.sec.gov/smallbusiness/exemptofferings/rgd>
- Van der Ent, M., Riedl, M., & Baur, D. (2023). *Tokenizing Real Estate: Blockchain Applications and Challenges in the Hospitality Sector*. *Journal of Financial Innovation in Tourism*, 5(1), 35–52. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7920030>
- Vinod, B. (2024). *Hotel Bookings and the Dominance of the OTAs*. In *Mastering the Travel Intermediaries: Origins and Future of Global Distribution Systems, Travel Management Companies, and Online Travel Agencies* (pp. 343-354). Cham: Springer Nature Switzerland.
- Wang, Y., Tao, Y., & Tang, Y. (2023). *Decentralized Autonomous Organizations: Governance Models and Legal Considerations*. *Blockchain: Research and Applications*, 4(1), 100097.

- Winding Tree. (2024). *Winding Tree: Decentralized travel distribution*. <https://windingtree.com>
- UNWTO. (2022). *Exploring Blockchain Applications in Tourism*. Madrid: UNWTO. <https://www.unwto.org/Blockchain-tourism>
- Xu, K., Zhang, Z., & Xiong, W. (2023). *Liquidity Provision in DeFi: Risks, Rewards, and Optimization*. *Journal of Blockchain Research*, 2(1), 15–29.
- Yermack, D. (2017). *Corporate governance and Blockchains*. *Review of Finance*, 21(1), 7–31.
- Youssef, A. B., Dutta, P. K., Doshi, R., & Sajnani, M. (Eds.). (2024). *AI, Blockchain, and Metaverse in Hospitality and Tourism Industry 4.0: Case Studies and Analysis*. CRC Press.
- Zeng, Y., Jiang, J., & Zhang, X. (2023). *Real Estate Tokenization and Investor Participation: A Systematic Review*. *International Journal of Blockchain and Cryptocurrency*, 5(2), 112–134. <https://doi.org/10.1504/IJBC.2023.100522>
- Zetsche, D. A., Buckley, R. P., & Arner, D. W. (2020). *Decentralized finance*. University of Luxembourg Law Working Paper.
- Zetsche, D. A., Buckley, R. P., & Arner, D. W. (2022). *Decentralized Finance (DeFi): Principles and Policy Challenges*. *Harvard Journal of Law & Technology*, 35(1), 112–149. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3711777>
- Zhang, R., Xue, R., & Liu, L. (2019). *Security and privacy on Blockchain*. *ACM Computing Surveys (CSUR)*, 52(3), 1-34.
- Zhang, W., & Wen, J. (2022). *Real estate tokenization: Blockchain applications and investment implications*. *Journal of Property Investment & Finance*, 40(1), 51–67. <https://doi.org/10.1108/JPIF-05-2021-0043>
- Zohar, N. (2023). *Monitoring passive wireless devices*. *International Journal of Wireless Information Networks*, 30(2), 190-197.



CAPÍTULO 5.

CONCLUSIONES

En las secciones anteriores del presente trabajo de investigación se ha argumentado y fundamentado el potencial transformador de la tecnología Blockchain, y en particular de la tokenización de activos, como herramienta innovadora para redefinir los modelos de financiación, propiedad y gestión en el sector hotelero. En este capítulo, se presentan las conclusiones generales derivadas del estudio, así como las principales contribuciones académicas que emergen del análisis conceptual y aplicado de esta tecnología.

Asimismo, se discuten las implicaciones más relevantes para la industria hotelera, con especial atención a la posibilidad de diseñar nuevas arquitecturas de negocio digital basadas en registros distribuidos, entornos de gobernanza más transparentes y modelos de inversión más accesibles y fraccionados. Estas innovaciones, a su vez, pueden mejorar la eficiencia operativa y la competitividad del sector ante un entorno económico y tecnológico en constante evolución.

Por último, se reconocen las limitaciones del estudio, tanto en lo relativo al acceso a casos empíricos en fases tempranas de implementación, como en el análisis comparativo internacional, y se proponen futuras líneas de investigación orientadas a evaluar la escalabilidad de la tokenización en distintos contextos hoteleros, el desarrollo normativo que la acompaña y su impacto en los actores del ecosistema turístico global.

CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES

5.1. PRINCIPALES CONCLUSIONES

5.2. IMPLICACIONES PARA LA GESTIÓN

5.3. LIMITACIONES

5.4. NIVEL DE ALCANCE DE LOS OBJETIVOS

5.5. FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

5.6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

5.1. PRINCIPALES CONCLUSIONES

El presente trabajo ha ofrecido un análisis del potencial transformador que representa la tecnología Blockchain en el ámbito hotelero, centrando la atención en la tokenización de activos como una de sus aplicaciones más disruptivas y con mayores implicaciones estructurales. A partir de una revisión crítica de los principios fundamentales de esta tecnología, como la descentralización, la inmutabilidad de los registros, la transparencia y la automatización mediante contratos inteligentes, se ha puesto en evidencia su capacidad para abordar algunos de los principales desafíos que enfrenta actualmente el sector hotelero, especialmente en relación con el acceso a financiación, la eficiencia operativa y la gestión de la propiedad.

La tokenización de activos hoteleros, entendida como el proceso mediante el cual se digitaliza la propiedad de un bien (tangibles o intangibles) en forma de un token basado en tecnología Blockchain, se posiciona como una herramienta innovadora que permite dividir activos en fracciones más pequeñas y transferibles, lo cual facilita la entrada de inversores de distintos perfiles, incluyendo aquellos con recursos financieros limitados. Esta democratización del acceso a la inversión, históricamente reservada a grandes capitales institucionales, redefine la lógica de los mercados inmobiliarios y financieros vinculados al sector hotelero.

Desde el punto de vista estratégico, la tokenización habilita modelos de negocio más dinámicos, escalables y transparentes, que permiten a los hoteles captar recursos mediante emisiones de tokens vinculados a la propiedad, la deuda, los ingresos futuros o incluso derechos de uso, como estancias prepagadas tokenizadas (*loyalty* NFTs). Esto no solo diversifica las fuentes de financiación, sino que también reduce la dependencia de intermediarios financieros tradicionales, acelerando los procesos de captación de capital y reduciendo significativamente los costes asociados.

En términos de gobernanza, uno de los aportes más innovadores de la tokenización es la posibilidad de integrar mecanismos descentralizados a través de DAOs. Estas estructuras permiten que los poseedores de tokens participen activamente en la toma de decisiones del proyecto hotelero, como votaciones sobre reinversiones, mejoras en las instalaciones o decisiones estratégicas de expansión. Esto representa un nuevo paradigma de participación y control, en el que la relación entre inversores y operadores hoteleros se vuelve más horizontal, colaborativa y transparente.

Por otro lado, la incorporación de sistemas de identidad digital descentralizada, como los desarrollados por SelfKey o Civic, permite automatizar el cumplimiento normativo (KYC/AML), facilitando la verificación de identidad de inversores en múltiples jurisdicciones sin necesidad de compartir información sensible con múltiples entidades. Esto representa una ventaja competitiva en términos de eficiencia legal y confianza del usuario, al mismo tiempo que minimiza el riesgo de fraude o suplantación de identidad.

Un aspecto clave analizado en este capítulo es la vinculación entre tokenización y sostenibilidad, a través del desarrollo de tokens ambientales o sociales que permiten rastrear y certificar inversiones orientadas a proyectos verdes, eficiencia energética o impacto social en comunidades locales. Estos mecanismos abren la posibilidad de alinear el crecimiento del sector hotelero con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), aportando métricas verificables que fortalecen la transparencia y la credibilidad ante inversores éticos y responsables. En este sentido, la tokenización no solo se convierte en

un instrumento financiero, sino también en un vehículo de transformación social y ecológica.

Además, se ha puesto de manifiesto que los beneficios de esta tecnología no se limitan a una dimensión económica o financiera, sino que también tienen implicaciones directas en la transformación digital de la industria, permitiendo una mayor integración entre sistemas de gestión hotelera (PMS), plataformas de reservas, pasarelas de pago en criptoactivos y herramientas de fidelización de clientes. Todo ello configura un ecosistema digital interconectado y descentralizado que mejora la experiencia del usuario final y fortalece la posición competitiva de los establecimientos hoteleros en un mercado global cada vez más exigente.

No obstante, este análisis también ha revelado ciertas limitaciones y desafíos que deben ser abordados para garantizar una adopción responsable y sostenida de la tokenización en el sector. Entre ellos destacan: la ausencia de marcos regulatorios armonizados a nivel internacional, la resistencia cultural y organizacional a la adopción de tecnologías disruptivas, la falta de educación digital y financiera entre los pequeños operadores hoteleros, y la necesidad de fortalecer los estándares técnicos y de interoperabilidad entre plataformas Blockchain.

En consecuencia, se hace imprescindible avanzar en futuras líneas de investigación que aborden estas limitaciones y profundicen en el análisis de modelos híbridos, escalabilidad tecnológica, impactos fiscales y jurídicos de la tokenización, así como su integración con otras tecnologías emergentes como inteligencia artificial o IoT. Asimismo, se requiere una mayor recopilación y análisis de casos prácticos reales, que permitan validar empíricamente las hipótesis formuladas y generar marcos de referencia para una adopción efectiva por parte de hoteles independientes, cadenas hoteleras e inversores.

En definitiva, lo que este trabajo ha puesto en evidencia es que la tokenización de activos hoteleros representa una evolución estructural e irreversible dentro de la economía del turismo. No se trata de una moda tecnológica pasajera, sino de una revolución en la forma de concebir, financiar y operar los activos hoteleros, con impactos directos en la eficiencia, transparencia, sostenibilidad y competitividad del sector. Aquellos actores que logren entender, anticiparse y adaptarse a esta transformación estarán mejor posicionados para liderar el desarrollo del turismo en la era digital.

A continuación, y en Tabla 16 se presenta un resumen de los principales aspectos en lo relativo a la tokenización de activos hoteleros mediante tecnología Blockchain.

Tabla 16. Principales aspectos de la tokenización de activos hoteleros mediante tecnología Blockchain

Aspecto Analizado	Descripción
Potencial de la blockchain en hotelería	Tecnología con capacidad transformadora basada en descentralización, transparencia e inmutabilidad. Responde a desafíos como financiación, eficiencia operativa y gestión de propiedad.
¿Qué es la tokenización de activos?	Digitalización de la propiedad de bienes hoteleros en forma de tokens. Permite fraccionar activos y facilitar el acceso a inversores con menor capital.
Democratización de la inversión	Abre oportunidades a nuevos perfiles de inversores. Rompe barreras tradicionales de entrada en el sector hotelero.
Modelos de negocio habilitados	Tokens ligados a propiedad, deuda, ingresos futuros o derechos de uso. Ejemplo: estancias prepagadas tokenizadas (loyalty NFTs).
Ventajas financieras	Diversificación de fuentes de financiación, reducción de costes e intermediarios, aceleración de procesos de captación de capital.
Gobernanza descentralizada	Introducción de DAOs para participación activa de los inversores en decisiones estratégicas del hotel. Más transparencia y horizontalidad.
Identidad digital descentralizada	Uso de soluciones como Civic o SelfKey para verificación de identidad (KYC/AML) sin comprometer datos personales. Mejora la seguridad y confianza.
Sostenibilidad y ODS	Emisión de tokens verdes o sociales para financiar proyectos sostenibles y generar métricas verificables. Alineación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible.
Transformación digital del sector	Integración de blockchain con PMS, reservas, pagos en cripto y fidelización. Mejora la experiencia del cliente y la competitividad hotelera.
Desafíos actuales	Falta de regulación global, resistencia cultural, escasa formación digital y necesidad de mayor interoperabilidad técnica.
Futuras líneas de investigación	Análisis de modelos híbridos, implicaciones legales y fiscales, escalabilidad y uso combinado con IA e IoT. Validación empírica a través de casos prácticos.
Conclusión general	La tokenización no es una moda, sino una revolución estructural en el sector hotelero, con efectos duraderos en competitividad, sostenibilidad y eficiencia.

Fuente: Elaboración propia (2025)

En definitiva, la tokenización de activos hoteleros representa una evolución estructural e irreversible dentro de la economía del turismo. No se trata de una moda tecnológica pasajera, sino de una revolución en la forma de concebir, financiar y operar los activos hoteleros, con impactos directos en la eficiencia, transparencia, sostenibilidad y competitividad del sector. Aquellos actores que logren entender, anticiparse y adaptarse a esta transformación estarán mejor posicionados para liderar el desarrollo del turismo en la era digital.

Desde una perspectiva teórica, esta investigación también contribuye a enriquecer marcos conceptuales clave en el ámbito de la innovación y la digitalización del turismo. En particular, se alinea con el modelo de innovación abierta (Chesbrough, 2003), al mostrar cómo la tokenización permite a los hoteles acceder a recursos, conocimiento y participación externa mediante mecanismos descentralizados como las DAOs y los *smart contracts*. Asimismo, complementa el paradigma de digitalización turística propuesto por Buhalis (2019), al evidenciar cómo la integración de tecnologías Blockchain redefine no solo los procesos operativos, sino también la estructura organizativa y los modelos de gobernanza hotelera.

Al vincular la tokenización con métricas de sostenibilidad, gobernanza participativa y nuevas formas de inversión accesible, este trabajo establece un puente entre la transformación digital y los principios de desarrollo responsable. Así, se propone no solo

un avance técnico, sino también un nuevo enfoque teórico que articula innovación tecnológica, inclusión financiera y sostenibilidad en el contexto del turismo contemporáneo.

5.2. IMPLICACIONES PARA LA GESTIÓN

La aplicación de la tecnología Blockchain y la tokenización de activos en el sector hotelero conlleva implicaciones profundas y multifacéticas para la gestión empresarial. Estos cambios no solo afectan la forma en que se financian los proyectos, sino que también transforman los modelos de gobernanza, la relación con los inversores y la eficiencia de los procesos internos. A continuación, se detallan las principales áreas de impacto:

- **Transformación del modelo de financiación y atracción de capital.** La tokenización introduce mecanismos alternativos a la financiación tradicional, permitiendo emitir tokens respaldados por activos hoteleros que pueden ser adquiridos por una comunidad global de inversores (Catalini y Gans, 2020). Esta fragmentación del valor de los activos se caracteriza por:
 - a) Reduce la barrera de entrada al mercado hotelero, al permitir participaciones desde pequeñas cantidades.
 - b) Desintermedia el acceso a capital, eliminando o reduciendo la dependencia de entidades bancarias o fondos de inversión tradicionales.
 - c) Aumenta la liquidez, al posibilitar la compraventa de tokens en mercados secundarios, algo tradicionalmente difícil en activos inmobiliarios.

- **Mejora de la transparencia y trazabilidad en los procesos financieros.** Gracias al uso de Blockchain, todas las transacciones vinculadas a los activos tokenizados quedan registradas de forma inmutable, auditables en tiempo real y accesibles para las partes interesadas (Casino et al., 2019). En este sentido, la gestión hotelera puede aprovechar la transparencia no solo como una herramienta operativa, sino también como un factor de marketing y diferenciación, generando confianza entre inversores y clientes. Esta capacidad introduce mejoras clave en la gestión financiera:
 - a) Auditorías simplificadas y confiables, con registros inalterables de cada movimiento financiero.
 - b) Prevención del fraude y la corrupción, al eliminar la manipulación manual de datos.
 - c) Rendición de cuentas en tiempo real, especialmente útil en proyectos con múltiples inversores o socios.

- **Automatización de procesos mediante contratos inteligentes.** Los *smart contracts* permiten automatizar procesos como la distribución de dividendos, la liberación de fondos tras hitos alcanzados, o la activación de derechos de uso asociados a los tokens. Esta automatización también se puede aplicar en reservas, fidelización de clientes, pago de proveedores, e incluso en sistemas de

recompensa basados en tokens (Staynex, 2023). Para la gestión hotelera, esto implica:

- a) Reducción de costes administrativos, al eliminar tareas manuales repetitivas.
 - b) Mayor precisión y agilidad operativa, al ejecutarse las condiciones automáticamente sin intermediación humana.
 - c) Alineación de incentivos, al establecer reglas claras y automatizadas de gobernanza económica.
- **Reconfiguración de la gobernanza empresarial.** La tokenización, combinada con estructuras descentralizadas como las DAOs, permite a los titulares de los tokens participar activamente en decisiones sobre el futuro del proyecto hotelero (Hassan y Kyriakou, 2022). Para la gerencia hotelera, este cambio supone una transición desde una dirección vertical a una gestión más participativa y basada en consensos digitales. Esto genera:
- a) Modelos de gobernanza más inclusivos, donde los inversores tienen voz y voto en temas como distribución de beneficios, reinversión o mejoras estructurales.
 - b) Descentralización en la toma de decisiones, lo cual requiere nuevas habilidades de gestión para trabajar con comunidades distribuidas.
 - c) Nuevos retos jurídicos y de legitimidad, que obligan a adaptar los estatutos societarios y los contratos marco a estas nuevas formas de participación.
- **Sostenibilidad como valor integrado en la gestión.** Mediante tokens ambientales o sociales (World Economic Forum, 2020), los proyectos hoteleros pueden capturar valor a partir de prácticas sostenibles verificables (por ejemplo, uso de energías limpias, reducción de huella de carbono o impacto social local). Este enfoque puede integrarse al plan estratégico hotelero, mejorando tanto el posicionamiento competitivo como el acceso a incentivos fiscales o subvenciones alineadas con la sostenibilidad. Para la gestión hotelera, esto implica:
- a) Medición y certificación del impacto ambiental y social, vinculando directamente los objetivos ESG (*Environmental, Social and Governance*) con los flujos financieros.
 - b) Alineación con marcos globales como los ODS (Objetivos de Desarrollo Sostenible).
 - c) Atracción de inversores éticos, interesados en activos con propósito más allá del beneficio económico.
- **Adaptación tecnológica y formación del talento humano.** Para implementar y gestionar con éxito soluciones de tokenización (Gans, 2019), los hoteles deben:
- a) Incorporar nuevas plataformas digitales compatibles con Blockchain, ya sea en sus sistemas de gestión financiera, de reservas o de CRM.
 - b) Formar al personal directivo y técnico en competencias digitales avanzadas, relacionadas con economía digital, legaltech, ciberseguridad y análisis de datos descentralizados.

- c) Colaborar con socios tecnológicos, desarrolladores de *smart contracts*, proveedores de *wallets* o plataformas de emisión, entre otros.

A continuación en Tabla 17, se presenta una tabla resumen que sintetiza las principales implicaciones para la gestión hotelera derivadas de la aplicación de la tecnología Blockchain y la tokenización de activos, organizada por áreas de impacto y con sus efectos clave.

Tabla 17. Implicaciones para la gestión hotelera de la tokenización basada en Blockchain

Área de impacto	Implicaciones clave para la gestión
Modelo de financiación	Facilita la inversión desde pequeñas cantidades (acceso democratizado)
	Reduce dependencia de bancos/fondos tradicionales
	Aumenta la liquidez con mercados secundarios
Transparencia y trazabilidad	Auditorías simplificadas y confiables
	Prevención de fraude y manipulación de datos
	Mejora la rendición de cuentas en tiempo real
Automatización de procesos (smart contracts)	Reducción de costes administrativos
	Mayor agilidad y precisión operativa
	Incentivos alineados con reglas automatizadas
Gobernanza descentralizada (DAOs)	Participación activa de inversores en decisiones
	Gestión menos jerárquica y más colaborativa
	Nuevos desafíos legales y contractuales
Sostenibilidad integrada	Medición/certificación del impacto ambiental y social (ESG)
	Alineación con ODS
	Atracción de inversores con criterios éticos
Adaptación tecnológica y talento humano	Integración de plataformas blockchain en sistemas existentes
	Formación en economía digital, legaltech, ciberseguridad
	Alianzas con proveedores tecnológicos especializados

Fuente: Elaboración propia (2025)

5.3 LIMITACIONES

A pesar del valor académico y práctico de los hallazgos presentados, este estudio enfrenta una serie de limitaciones que deben ser reconocidas con el fin de contextualizar adecuadamente sus resultados y proponer futuros enfoques de investigación más robustos. Estas limitaciones pueden clasificarse en cinco categorías principales: empíricas, metodológicas, tecnológicas, regulatorias y contextuales.

- **Limitaciones empíricas:** escasez de casos documentados y operativos. Si bien existen diversos proyectos piloto y propuestas conceptuales de tokenización en el ámbito hotelero, la cantidad de casos reales plenamente implementados y documentados es todavía reducida. La mayoría de las iniciativas se encuentran en fases iniciales, en entornos experimentales o sin acceso público a sus métricas de rendimiento. Esto dificulta la validación empírica de las hipótesis sobre eficiencia operativa, impacto financiero o viabilidad legal (Mougayar, 2016).

- **Limitaciones metodológicas:** falta de series temporales y datos longitudinales. Dado el carácter reciente de la mayoría de las iniciativas de tokenización, no ha sido posible realizar análisis longitudinales sobre la evolución de la rentabilidad de los activos tokenizados, el comportamiento de los tokens en mercados secundarios y la sostenibilidad a largo plazo de los modelos DAO aplicados a la industria hotelera (Yermack, 2016). Esta carencia de datos longitudinales limita la capacidad del estudio para anticipar riesgos operativos, financieros o de adopción tecnológica a medio y largo plazo.
- **Limitaciones tecnológicas:** interoperabilidad, escalabilidad y seguridad. La adopción de soluciones Blockchain en entornos hoteleros se enfrenta a importantes retos técnicos (Christidis y Devetsikiotis, 2016), entre los cuales destacan:
 - a) La interoperabilidad limitada entre plataformas tokenizadoras y sistemas de gestión hotelera (PMS/CRS) genera importantes riesgos operativos. La falta de comunicación fluida entre sistemas fragmentados dificulta la sincronización de reservas, pagos y propiedad fraccionada, lo que puede provocar errores en la gestión del inventario hotelero y duplicidad de información. En muchos casos, la ausencia de integración obliga a recurrir a procesos manuales de conciliación que incrementan los costos, alargan los tiempos de respuesta y elevan la probabilidad de errores humanos en operaciones críticas.
 - b) La necesidad de desarrollar adaptaciones personalizadas para cada integración aumenta la complejidad y limita la escalabilidad de los proyectos. Asimismo, la compatibilidad entre wallets y exchanges no siempre está garantizada, lo que restringe la liquidez de los tokens y reduce las oportunidades de negociación en mercados secundarios. A ello se suma el riesgo de obsolescencia tecnológica dado que si una Blockchain o plataforma de tokenización pierde relevancia, los activos emitidos en ella pueden quedar aislados, sin posibilidad de migración sencilla a otras infraestructuras.
 - c) La reducción de liquidez derivada de una integración limitada desincentiva a los inversores, al dificultar la venta o transferencia de los tokens. Esta situación se agrava con el incremento de costos de intermediación, ya que, en ausencia de interoperabilidad, tanto hoteles como usuarios deben recurrir a terceros proveedores de servicios para ejecutar operaciones, lo que encarece el proceso y afecta su competitividad frente a otros modelos de inversión.
 - d) Las brechas de interoperabilidad elevan la exposición a fallos en la custodia de activos digitales y en el manejo de datos sensibles. La desconexión entre PMS, wallets y exchanges complica la trazabilidad de las transacciones y dificulta el reporte financiero requerido por los reguladores, generando un riesgo de incumplimiento legal. Además, cada puente de integración desarrollado *ad hoc* constituye un punto potencial de vulnerabilidad frente a ataques cibernéticos.
 - e) Existen riesgos estratégicos asociados a la baja adopción de estas soluciones por parte de los inversores y de la propia industria hotelera. La percepción de un sistema poco fiable y fragmentado reduce la confianza en el modelo, lo que limita su capacidad de

atracción de capital. Al mismo tiempo, la falta de interoperabilidad frena la escalabilidad de los proyectos, ya que cada nuevo hotel o activo tokenizado requiere desarrollos adicionales costosos y lentos, obstaculizando la masificación de la tokenización en el sector.

- **Limitaciones regulatorias:** incertidumbre jurídica y asimetrías normativas. Uno de los principales obstáculos para la generalización de la tokenización hotelera radica en la ausencia de un marco legal claro, homogéneo y armonizado a nivel internacional. Además, las asimetrías normativas entre países pueden obstaculizar el acceso a inversores internacionales y generar barreras de entrada en mercados emergentes, donde la infraestructura institucional y tecnológica es más débil (Zetzsche et al., 2018). Esto se traduce en:
 - a) Ambigüedades respecto al tratamiento fiscal de los tokens.
 - b) Dudas sobre la clasificación jurídica de los activos digitales (valores, commodities, utilidades).
 - c) Inseguridad jurídica sobre la validez de la propiedad fraccionada registrada en Blockchain frente a los registros tradicionales.

- **Limitaciones contextuales:** resistencia al cambio y brecha de conocimiento. Esta resistencia no solo dificulta la implementación técnica, sino que también condiciona la percepción del riesgo, generando dudas sobre la legitimidad, fiabilidad y retorno de las inversiones vinculadas a activos tokenizados (Tapscott y Tapscott, 2016). Se destaca:
 - a) Numerosos gestores, especialmente en PYMEs hoteleras, carecen de formación en economía digital, Blockchain o inversión tokenizada, lo que ralentiza la adopción.
 - b) Las limitaciones del estudio, vinculadas al acceso limitado a casos empíricos iniciales y a la ausencia de análisis comparativo internacional, abren oportunidades para investigar la escalabilidad, el marco normativo y el impacto de la tokenización en el ecosistema turístico.
 - c) La falta de asesoría técnica y jurídica especializada en tokenización hotelera limita las capacidades internas de las organizaciones para evaluar, diseñar e implementar estos proyectos.

5.4. NIVEL DE ALCANCE DE LOS OBJETIVOS

El nivel de alcance de los objetivos de la presente investigación se ha preparado a partir de una planificación metodológica clara y rigurosa, en la cual se definieron objetivos generales y específicos alineados con la pregunta central de investigación. Para ello, se establecieron criterios de inclusión y exclusión precisos en la selección de la literatura científica y se adoptaron técnicas de análisis que garantizan la validez y pertinencia de los hallazgos. En este sentido, se optó por un diseño basado en revisión sistemática y bibliométrica, apoyado en herramientas de análisis de datos como *Bibliometrix (R)*, que permitieron operacionalizar los objetivos propuestos.

En relación con el **objetivo específico OE1**, orientado a realizar un análisis bibliométrico de la literatura científica sobre blockchain y tokenización en el sector turístico y hotelero, se alcanzó mediante la aplicación de indicadores de productividad científica, coautoría, redes de colaboración y coocurrencia de palabras clave. Este proceso permitió obtener resultados verificables en torno a la evolución temporal de las publicaciones, el promedio de citas, la colaboración internacional y la distribución de los estudios en revistas de referencia.

Respecto al **objetivo específico OE2**, centrado en identificar los diferentes tipos de tokenización aplicables al sector hotelero y sus procesos de creación, emisión y adquisición, se logró a través de la revisión sistemática de fuentes académicas y el análisis conceptual de las modalidades existentes. De este modo, se clasificaron los principales enfoques de tokenización, se describieron sus características y etapas de implementación en el sector hotelero.

Por último, el **objetivo específico OE3**, vinculado al análisis de casos prácticos de tokenización aplicados al sector hotelero, se cumplió mediante la selección y estudio de experiencias internacionales relevantes. Los casos de Aspen Coin (Estados Unidos), Aqarchain (Emiratos Árabes Unidos), el eco-resort en Tulum (México), Mt Pelerin (Suiza) y Elevated Returns en Asia (Tailandia) fueron elegidos por su representatividad en términos de innovación tecnológica, diversidad regulatoria y potencial de escalabilidad. Estos ejemplos permitieron evidenciar cómo la tokenización puede aplicarse en diferentes contextos geográficos y jurídicos, aportando valiosa evidencia empírica para el análisis.

En síntesis, el nivel de alcance de los objetivos se ha conseguido a través de un proceso sistemático que integra tanto el análisis bibliométrico como la revisión cualitativa y el estudio de casos. Los resultados obtenidos son consistentes con los objetivos planteados y aportan una base sólida para comprender las tendencias, tipologías y aplicaciones prácticas de la tokenización en el sector hotelero.

5.5. FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

Dado el carácter emergente y transdisciplinar del fenómeno de la tokenización en el sector hotelero, esta investigación abre múltiples líneas de estudio que merecen ser exploradas con mayor profundidad desde enfoques tanto teóricos como empíricos. A continuación se describen las más relevantes:

- Estudios empíricos longitudinales sobre rentabilidad y eficiencia. Una línea clave es el desarrollo de análisis de series temporales y estudios longitudinales que midan la rentabilidad real de los proyectos hoteleros tokenizados, su impacto en la eficiencia operativa y su comportamiento en mercados secundarios. Esto incluye evaluar, la evolución de precios de los tokens vinculados a activos hoteleros, la liquidez efectiva en plataformas de intercambio y los niveles de ocupación e ingresos en establecimientos que adoptan estos modelos. Estas investigaciones pueden basarse en marcos de análisis económico-financiero como los de Catalini y Gans (2020), adaptados al ámbito turístico.

- Gobernanza descentralizada aplicada al turismo: DAOs hoteleras. El potencial de las organizaciones autónomas descentralizadas (DAOs) para transformar los modelos de toma de decisiones en el sector hotelero merece un análisis más profundo. Futuras investigaciones pueden comparar modelos DAO implementados en otros sectores con posibles versiones hoteleras, evaluar la aceptación de los usuarios y la legitimidad percibida por los inversores y estudiar el marco jurídico requerido para su adopción realista. Según Hassan y Kyriakou (2022), las DAOs pueden ofrecer mayor participación y transparencia, pero plantean importantes retos de coordinación, escalabilidad y cumplimiento normativo.
- Marco jurídico comparado sobre la tokenización inmobiliaria y hotelera. Otra línea prioritaria es el análisis comparado del marco legal aplicable a la tokenización de activos turísticos entre diferentes jurisdicciones (UE, EE.UU., Hispanoamérica, Oriente Medio y/o Asia). Se podrían abordar temas como la clasificación legal de los tokens (*security tokens vs utility tokens*), el tratamiento fiscal y contable y el reconocimiento registral de la propiedad fraccionada en Blockchain. Los estudios de Zetsche et al. (2018) ofrecen un punto de partida sobre los desafíos regulatorios globales en el ámbito de los criptoactivos.
- Impacto de los tokens verdes y sociales en la inversión hotelera sostenible. Los tokens ambientales, sociales o de impacto (ESG tokens) representan una convergencia entre sostenibilidad, turismo regenerativo y finanzas descentralizadas. Se requieren más estudios sobre su diseño, validación y auditoría técnica, el efecto en la toma de decisiones de los inversores y su impacto real sobre los entornos naturales y sociales. Tal como sugiere el World Economic Forum (2020), estos modelos tienen el potencial de alinear el capital privado con los ODS, pero requieren indicadores rigurosos y oráculos fiables.
- Tokenización de derechos de uso y modelos NFT en hotelería. La tokenización de experiencias mediante NFTs permite representar derechos de estancia, membresías, paquetes turísticos o fidelización. Futuras investigaciones pueden explorar la percepción de valor por parte del cliente, el efecto en la fidelización, personalización de servicios y la interoperabilidad de estos NFTs entre plataformas (ej. Booking, Airbnb, Staynax). Autores como Dowling y Gnoth (2023) señalan el auge de los NFTs en la economía de la experiencia, aunque advierten que su integración en sectores tradicionales como el hotelero aún está poco estudiada.
- El diseño de un programa piloto de tokenización en hoteles independientes constituye un paso estratégico previo a su implementación a gran escala hacia cadenas hoteleras, ya que permite validar la viabilidad técnica, operativa y regulatoria en un entorno de menor complejidad. La integración de este proceso en un *sandbox* regulatorio resulta especialmente valiosa, pues se trata de un marco de pruebas controlado creado por autoridades supervisoras que permite a las empresas innovadoras experimentar con nuevos modelos de negocio en condiciones reales, pero bajo supervisión y con ciertas flexibilidades normativas. De esta manera, no solo se impulsa la innovación en ámbitos como la tecnología blockchain y la tokenización hotelera, sino que también se garantiza la protección del consumidor y la estabilidad del sistema, al establecer límites definidos en

número de usuarios, volumen de operaciones y tiempos de prueba. Finalmente, la evaluación de los resultados obtenidos dentro de este entorno supervisado proporciona evidencia empírica que reduce riesgos y facilita la posterior escalabilidad del modelo hacia cadenas hoteleras de mayor envergadura.

Finalmente, y como conclusión, el autor del presente trabajo ha tenido como objetivo demostrar que la tokenización de activos hoteleros mediante tecnología Blockchain no es solo una tendencia emergente, sino una transformación estructural que tiene el potencial de redefinir la forma en que se financian, gestionan y gobiernan los proyectos hoteleros.

Atendiendo a que la tokenización permite fraccionar la propiedad de un hotel en activos digitales que pueden intercambiarse globalmente, esto abre la inversión a pequeños y medianos inversores, mejora la transparencia, reduce costes operativos y facilita la automatización de procesos mediante contratos inteligentes. Además, se ha observado que esta tecnología se puede aplicar no solo a un establecimiento hotelero, sino también a experiencias turísticas, membresías, sostenibilidad y gobernanza participativa a través de DAOs. En otras palabras, no estamos ante una simple herramienta financiera, sino ante un nuevo paradigma de gestión hotelera más descentralizada, eficiente y alineada con el turismo sostenible.

Ahora bien, esta innovación también enfrenta importantes desafíos. A lo largo del estudio se han identificado limitaciones técnicas (como la interoperabilidad entre plataformas), incertidumbres legales, y sobre todo, una gran brecha de conocimiento en el sector, especialmente en las pequeñas y medianas empresas. Por eso, no basta con la tecnología, es imprescindible formar a los equipos humanos, adaptar los marcos regulatorios y acompañar el proceso de adopción con investigación y casos prácticos reales.

Precisamente por eso, se propone como futuras líneas de investigación el análisis de modelos de negocio hoteleros basados en tokenización en destinos emergentes, la evaluación de tokens verdes aplicados al turismo regenerativo, o el estudio del comportamiento del consumidor ante estos nuevos mecanismos de inversión y consumo turístico.

En definitiva, esta tesis sostiene que la tokenización no es una moda pasajera. Es una herramienta poderosa que, si se gestiona con visión, ética y sostenibilidad, puede ayudar a construir un sector hotelero más inclusivo, transparente, innovador y resiliente

5.6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Buhalis, D. (2019). *Technology in tourism-from information communication technologies to eTourism and smart tourism towards ambient intelligence tourism: A perspective article*. *Tourism Review*, 75(1), 267–272. <https://doi.org/10.1108/TR-06-2019-0258>
- Casino, F., Dasaklis, T. K., & Patsakis, C. (2019). *A systematic literature review of Blockchain-based applications: Current status, classification and open issues*. *Telematics and Informatics*, 36, 55–81. <https://doi.org/10.1016/j.tele.2018.11.006>
- Catalini, C., & Gans, J. S. (2020). *Some simple economics of the Blockchain*. *Communications of the ACM*, 63(7), 80–90. <https://doi.org/10.2139/ssrn.2874598>
- Chesbrough, H. W. (2003). *Open Innovation: The New Imperative for Creating and Profiting from Technology*. Harvard Business Press.
- Christidis, K., & Devetsikiotis, M. (2016). *Blockchains and smart contracts for the Internet of Things*. *IEEE Access*, 4, 2292–2303. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2016.2566339>
- Dowling, R., & Gnoth, J. (2023). *NFTs and the experience economy: New frontiers in tourism consumption*. *Journal of Travel Research*, 62(1), 3–17.
- Gans, J. (2019). *The case for an interventionist approach to regulation of Blockchain-based financial markets*. *Journal of Institutional Economics*, 15(6), 889–899.
- Hassan, S., & Kyriakou, H. (2022). *Decentralized Autonomous Organizations (DAOs): Governance, coordination, and performance*. *Journal of Organization Design*, 11(1), 1–14.
- Mougayar, W. (2016). *The Business Blockchain: Promise, Practice, and Application of the Next Internet Technology*. Wiley.
- Staynex. (2023). *How tokenized vacation stays work*. <https://staynex.com>
- Tapscott, D., & Tapscott, A. (2016). *Blockchain Revolution: How the Technology Behind Bitcoin Is Changing Money, Business, and the World*. Penguin.
- World Economic Forum. (2020). *Building Value with Blockchain Technology: How to Evaluate Blockchain's Benefits*. <https://www.weforum.org/whitepapers>.
- Yermack, D. (2017). *Corporate governance and Blockchains*. *Review of Finance*, 21(1), 7–31. <https://doi.org/10.1093/rof/rfw074>
- Zetzsche, D. A., Buckley, R. P., Arner, D. W., & Barberis, J. N. (2018). *The ICO Gold Rush: It's a Scam, It's a Bubble, It's a Super Challenge for Regulators*. *Harvard International Law Journal*, 60(2), 267–312.