



Retos de Seguridad en los procesos de Tokenización de Activos en La Blockchain

Francisco Córdoba Otálora

Candidato en PHD en Tokenización de Activos de la Universidad de Nicosia en Chipre

Investigador Marie Curie en el Instituto del Futuro

Julio 2025



¿Qué es la tokenización de activos?

Definición

La tokenización de activos es el proceso de representación digital de un activo real o financiero mediante un token digital en una blockchain.

Estos tokens representan derechos de propiedad, acceso o beneficios sobre el activo subyacente, permitiendo su fraccionamiento y transferencia digital.

Proceso en Blockchain

- Identificación y valoración del activo
- Creación del smart contract que define las reglas del token
- Emisión de tokens representativos en la blockchain
- Distribución y comercialización de los tokens

Importancia y Potencial Transformador



Aumenta la liquidez de activos tradicionalmente ilíquidos



Democratiza el acceso a inversiones de alto valor



Facilita transacciones globales sin intermediarios

Ejemplos de tokenización de activos

La tokenización se está aplicando a diversos tipos de activos, transformando sectores tradicionales y creando nuevas oportunidades de inversión y comercio.



Bienes Raíces

- Fraccionamiento de propiedades de alto valor
- Inversión inmobiliaria con menor capital inicial
- Liquidez en un mercado tradicionalmente ilíquido

Ejemplo: Edificio tokenizado en Madrid donde inversionistas pueden adquirir desde un 0.01% del inmueble



Arte Digital (NFTs)

- Certificados de autenticidad y propiedad
- Royalties automáticos para artistas en ventas secundarias
- Nuevos modelos de mecenazgo y coleccionismo

Ejemplo: Colecciones de arte digital tokenizadas en marketplaces como OpenSea con ventas multimillonarias



Instrumentos Financieros

- Acciones y bonos tokenizados
- Comercio 24/7 sin intermediarios tradicionales
- Distribución automática de dividendos

Ejemplo: Startups emitiendo equity tokens que representan participación en la empresa sin necesidad de un mercado bursátil tradicional



Commodities

- Oro, plata y otros metales preciosos tokenizados
- Materias primas como petróleo o productos agrícolas
- Trazabilidad y certificación de origen

Ejemplo: Tokens respaldados por oro físico en custodias verificables, permitiendo inversión desde pequeñas fracciones de onza

Retos jurídicos en la tokenización

Regulación

- Reconocimiento legal de tokens como representación de activos
- Clasificación jurídica: ¿valores, commodities o nueva categoría?
- Vacíos normativos en muchas jurisdicciones
- Disparidad regulatoria entre países y regiones

Jurisdicciones

- Conflicto de leyes aplicables en transacciones transfronterizas
- Determinación de la jurisdicción competente en disputas
- Reconocimiento internacional de derechos tokenizados
- Forum shopping y arbitraje regulatorio

Protección del Inversor

- Requisitos de divulgación y transparencia
- KYC/AML y prevención de lavado de activos
- Mecanismos de compensación en caso de fraude
- Responsabilidad legal de emisores e intermediarios

Desafíos Normativos Críticos

Cumplimiento y Compliance: Los proyectos de tokenización deben navegar un complejo ecosistema regulatorio global en constante evolución.

Ejecución de Derechos: La falta de mecanismos legales claros para hacer valer los derechos representados por tokens limita la confianza y adopción.

Retos técnicos en la tokenización



Interoperabilidad entre blockchains

- Dificultad para transferir activos tokenizados entre diferentes redes blockchain
- Ausencia de estándares unificados para la comunicación cross-chain
- Necesidad de puentes (bridges) que son frecuentemente vulnerables



Escalabilidad y costos

- Limitaciones en transacciones por segundo (TPS) en blockchains principales
- Altos costos de gas durante periodos de congestión en la red
- Soluciones de capa 2 aún en desarrollo y adopción limitada



Persistencia y trazabilidad

- Almacenamiento eficiente de metadatos del activo tokenizado
- Desafíos en la verificación de la autenticidad del activo subyacente
- Mantenimiento del vínculo entre el token y el activo real a largo plazo

Soluciones emergentes

-  Protocolos de interoperabilidad como Polkadot y Cosmos
-  Soluciones de escalabilidad como rollups y sharding
-  Almacenamiento IPFS para datos off-chain
-  Oráculos para verificación de datos del mundo real

Retos de seguridad en la tokenización

Vulnerabilidades de Smart Contracts

- Errores de codificación pueden permitir explotaciones
- Vulnerabilidades de reentrada en transacciones
- Desbordamientos y problemas de precisión aritmética
- Dificultad para actualizar contratos una vez desplegados

Ataques Cibernéticos

- Ataques de phishing dirigidos a propietarios de tokens
- Vulnerabilidades en exchanges y plataformas
- Ataques de 51% en blockchains menos seguras
- Manipulación de oráculos que conectan smart contracts con datos externos

Custodia de Claves Privadas

- Pérdida irrecuperable de acceso a tokens por extravío de claves
- Riesgos en la gestión centralizada de claves
- Limitaciones de los sistemas de recuperación de claves
- Dificultad para usuarios no técnicos

Incidentes notables de seguridad

The DAO Hack (2016)

Explotación de vulnerabilidad en smart contract

~\$60 millones

Poly Network (2021)

Explotación de protocolo cross-chain

~\$600 millones

Ronin Bridge (2022)

Compromiso de claves privadas

~\$625 millones

Conclusiones

✓ Principales hallazgos

- La tokenización está transformando la representación digital de activos reales
- Los retos jurídicos requieren un marco regulatorio internacional coordinado
- Las vulnerabilidades en smart contracts representan uno de los mayores riesgos de seguridad
- La interoperabilidad entre blockchains sigue siendo un desafío técnico importante
- La custodia segura de claves privadas es fundamental para proteger los activos tokenizados
- Se necesita mayor educación sobre riesgos y medidas de seguridad para inversores

💡 Mirando hacia el futuro

La evolución de la tokenización dependerá de nuestra capacidad para superar estos retos interconectados. El futuro requiere:

- Colaboración entre reguladores, desarrolladores y expertos en seguridad
- Estándares técnicos y de seguridad globalmente aceptados
- Educación y concienciación sobre los beneficios y riesgos de los activos tokenizados

“

"El éxito de la tokenización no dependerá solo de la tecnología, sino de cómo abordemos colectivamente sus desafíos de seguridad, técnicos y legales."

Francisco Córdoba Otálora