



# GRADO EN BUSINESS ANALYTICS

TRABAJO FIN DE GRADO

## ANÁLISIS DE LIQUIDEZ Y EVOLUCIÓN DE LOS MERCADOS DE ACTIVOS TOKENIZADOS RWA Y STO FRENTE A MERCADOS TRADICIONALES

Autor: Fernando Urrutia Gómez-Menor

Director: Gabriel Rodríguez Garnica

Madrid



# ANÁLISIS DE LIQUIDEZ Y EVOLUCIÓN DE LOS MERCADOS DE ACTIVOS TOKENIZADOS RWA Y STO FRENTE A MERCADOS TRADICIONALES

**Autor: Urrutia Gómez-Menor, Fernando**

Director: Rodríguez Garnica, Gabriel

Entidad Colaboradora: ICADE – Universidad Pontificia Comillas

## RESUMEN DEL PROYECTO

Los mercados financieros han evolucionado históricamente hacia una mayor transparencia, accesibilidad y eficiencia. La irrupción de la tecnología blockchain y la tokenización de activos del mundo real (RWA) representan la última gran transformación de esta tendencia. Este trabajo analiza empíricamente si dicha tokenización aporta mejoras cuantificables frente a los mercados tradicionales, comparando métricas de liquidez, eficiencia de precios y accesibilidad estructural entre activos tokenizados y sus equivalentes convencionales. Para ello se emplean el volumen negociado, el spread High-Low y el ratio de Amihud, complementados con análisis de correlación y un modelo de regresión OLS multivariante. Los resultados muestran que el mercado RWA ha crecido exponencialmente, superando los 40.900 millones de dólares en TVL a finales de 2025. Los tokens analizados replican con alta fidelidad a sus subyacentes ( $r = 0,81-0,96$ ), aunque operan con volúmenes muy inferiores a los mercados tradicionales. Contrariamente a la hipótesis inicial, el mercado no exige un descuento sistemático por la tokenización, sino que otorga una modesta prima asociada a las utilidades DeFi. Se concluye que los activos tokenizados constituyen una alternativa complementaria, no sustitutiva, a las finanzas tradicionales, con ventajas estructurales de acceso ya tangibles y una brecha de liquidez real pero decreciente.

**Palabras clave:** Activos del mundo real, tokenización, DeFi, liquidez, ratio de Amihud, spread, blockchain, STO, prima/descuento, RWA

# **LIQUIDITY ANALYSIS AND EVOLUTION OF TOKENIZED ASSET MARKETS (RWA AND STO) VERSUS TRADITIONAL MARKETS**

**Author: Urrutia Gómez-Menor, Fernando**

Supervisor: Rodríguez Garnica, Gabriel

Collaborating Entity: ICADE – Universidad Pontificia Comillas

## **ABSTRACT**

Financial markets have historically evolved toward greater transparency, accessibility, and efficiency. The emergence of blockchain technology and the tokenization of real-world assets (RWA) represent the latest major transformation of this trend. This paper empirically examines whether tokenization delivers measurable improvements over traditional markets, comparing liquidity metrics, pricing efficiency, and structural accessibility between tokenized assets and their conventional equivalents. Trading volume, the High-Low spread, and the Amihud illiquidity ratio are employed as core metrics, complemented by correlation analysis and a multivariate OLS regression model. Results show that the RWA market has grown exponentially, surpassing \$40.9 billion in TVL by end of 2025. The tokens analyzed replicate their underlying assets with high fidelity ( $r = 0.81\text{--}0.96$ ) yet operate at trading volumes far below traditional markets. Contrary to the initial hypothesis, the market does not impose a systematic discount on tokenized assets; instead, a modest premium arises from DeFi utilities such as continuous availability and collateral use. The study concludes that tokenized assets represent a complementary, not substitutive, alternative to traditional finance, with already tangible structural accessibility advantages and a real but narrowing liquidity gap.

**Keywords:** Real World Assets, tokenization, DeFi, liquidity, Amihud ratio, spread, blockchain, STO, premium/discount, RWA

## *Índice de la memoria*

<b>Capítulo 1. Introducción y Motivación</b> .....	<b>5</b>
<b>Capítulo 2. Definiciones Previas</b> .....	<b>7</b>
<b>Capítulo 3. Estado del Arte</b> .....	<b>9</b>
<b>Capítulo 4. Definición del Trabajo</b> .....	<b>11</b>
4.1 Justificación.....	11
4.2 Objetivos .....	11
4.3 DATOS.....	12
<b>Capítulo 5. Análisis y Modelo</b> .....	<b>15</b>
5.1 Evolución histórica.....	15
5.1.1 Crecimiento del mercado .....	15
5.1.2 Composición del mercado por tipo de activo.....	18
5.1.3 Holders .....	23
5.1.4 Proyecciones de mercado.....	26
5.2 Comparativa entre mercados: Tradicional VS Descentralizado.....	28
5.2.1 Volumen negociado .....	29
5.2.2 Dispersión de precios: Spread .....	31
5.2.3 Ratio de Amihud.....	33
5.2.4 ORO.....	35
5.2.5 Oro spot: XAUT vs GLD .....	39
5.2.6 Renta Variable.....	40
5.2.7 Renta fija: BUIDL vs SGOV.....	46
5.2.8 Métricas cualitativas .....	46
5.3 Prima de liquidez y Descuento en activos tokenizados.....	48
5.3.1 Oro.....	50
5.3.2 Renta Variable.....	53
5.3.3 Modelo de regresión: determinantes del spread.....	54
5.3.4 Convergencia temporal hacia la eficiencia.....	58
<b>Capítulo 6. Resultados y Conclusiones</b> .....	<b>60</b>

---

<b>Capítulo 7. Líneas de investigación futura.....</b>	<b>62</b>
7.1 Riesgos de ciberseguridad y vulnerabilidades tecnológicas.....	62
7.2 Fragmentación y riesgos estructurales.....	62
7.3 Riesgos de liquidez.....	63
7.4 Desafíos regulatorios y legales.....	63
7.5 “Internalidades” y desprotección del inversor minorista.....	64
<b>Capítulo 8. Bibliografía.....</b>	<b>65</b>
<b>ANEXO I. Uso de IA .....</b>	<b>67</b>
<b>ANEXO II. Enlace código.....</b>	<b>69</b>

## *Índice de figuras*

Figura 1. Distributed Total RWA Value a 30-03-2026. ....	18
Figura 2. Represented Total RWA Value a 30-03-2026 .....	18
Figura 3. Evolución del TVL en los activos tokenizados.....	21
Figura 4. TVL por activo tokenizado (excluyendo Stablecoins y REPOs).....	21
Figura 5. Número de holders por tipo de activo. Fuente: RWA.xyz.....	23
Figura 6. Alphabet Class A (Tokenized) – Top 25 Holders distribution. ....	24
Figura 7. Tether Gold – Top 25 Holders Distribution.....	25
Figura 8. Evolución precios activos tradicionales.....	28
Figura 9. Volumen negociado y MA.....	29
Figura 10. Spread HL por activo tradicional. ....	31
Figura 11. Spread HL activos tradicionales - Media Móvil 30 días.....	31
Figura 12. Ratio de Amihud .....	34
Figura 13. Evolución precios comparativa oro.....	35
<i>Figura 14. Spread HL comparativa oro. ....</i>	<i>35</i>
Figura 15. Volumen comparativa oro.....	36
Figura 16. Ratio Amihud comparativa oro.....	37
Figura 17. Correlación entre Tether Gold y Futuros del Oro .....	38
Figura 18. Estabilidad Correlación Tether Gold vs Futuros Oro .....	38
Figura 19. Dispersión de retornos Tether Gold vs Futuros Oro .....	39
Figura 20. Histórico Google (Normal y Tokenizado) y dispersión retornos.....	41
Figura 21. Estabilidad correlación Google (Normal y Tokenizado) .....	41
Figura 22. Histórico Tesla (Normal y Tokenizado) y dispersión retornos.....	42
Figura 23. Estabilidad correlación Tesla (Normal y Tokenizado) .....	42
Figura 24. Histórico Apple (Normal y Tokenizado) y dispersión retornos.....	43
Figura 25. Estabilidad correlación Apple (Normal y Tokenizado) .....	43
Figura 26. Histórico Nvidia (Normal y Tokenizado) y dispersión retornos.....	44
Figura 27. Estabilidad correlación Nvidia (Normal y Tokenizado) .....	44

---

Figura 28. Volatilidad diaria renta variable tokenizada. ....	45
Figura 29. Premium / Discount tokens de oro respecto spot. ....	50
Figura 30. Distribución spread oro vs spot. ....	50
Figura 31. Premium / Discount GOOGLON. ....	53
Figura 32. Premium / Discount MSFTON. ....	53
Figura 33. Correlación variables regresoras. ....	56

## *Índice de tablas*

Tabla 1. Evolución TVL RWA YoY 2021-2025. Fuente: Elaboración propia.....	16
Tabla 2. Tipos de activos, fecha de aparición y CAGR. ....	20
Tabla 3. Número de holders por activo tokenizado (ejemplos).....	24
Tabla 4. Proyecciones mercado RWA 2030.....	26
Tabla 5. Parejas de activos tradicionales y tokenizados.....	28
Tabla 6. Volumen medio diario activos tradicionales (USD) .....	29
Tabla 7. Estadísticas Spread HL por activo.....	32
Tabla 8. Resumen activos analizados de renta variable .....	40
Tabla 9. Resultados renta variable.....	45
Tabla 10. Resultados estadísticos Oro vs Tokenizados.....	51
Tabla 11. Resultados tests Oro vs Tokenizados .....	51
Tabla 12. Variables explicativas del modelo base.....	54
Tabla 13. Resultados modelo Premium/Discount .....	56
Tabla 14. Coeficientes del modelo .....	57

## Capítulo 1. INTRODUCCIÓN Y MOTIVACIÓN

Históricamente, las finanzas y el comercio nunca han sido entidades estáticas. Por el contrario, los mercados financieros siempre se han visto como entidades casi “vivas” que evolucionan acorde al contexto y a la sociedad a la que sirven. Desde el trueque y las primeras monedas físicas, hasta la creación de las bolsas de valores y la posterior -ya no tan moderna- digitalización bancaria, cada época ha exigido sus propias soluciones. Esta constante evolución responde a la necesidad humana de adaptación del entorno, en busca de sistemas que ofrezcan mayor transparencia, accesibilidad y eficiencia: en definitiva, la democratización de las finanzas.

En consecuencia, podemos determinar que una de las claves del sistema financiero es la capacidad de transformarse, reinventarse y poder dar respuesta a estas nuevas demandas colectivas. En la actualidad, esa transformación (digital) de los mercados de capitales está siendo impulsada por continuos avances en tecnologías de registros distribuidos (DLT). La más conocida, *Blockchain*, figura como el protocolo DLT por excelencia, que permite una seguridad e inmutabilidad de los datos nunca vista en la historia de los mercados. Esta capacidad tecnológica abre paso a la viabilidad de la tokenización como una de las innovaciones financieras más significativas de nuestra era. Ésta consiste en la creación de representaciones digitales de activos, ya sean físicos o financieros, en un registro digital que es compartido, programable y confiable.

Y es que esta innovación no es solo un cambio de formato en la representación del valor; supone, además, una alteración profunda de la infraestructura del mercado. Su propósito radica en resolver ineficiencias históricas y fricciones propias del ciclo de vida de los activos tradicionales. Entre estos problemas estructurales que se buscan mitigar destacan las asimetrías de información, las dificultades y tiempos de búsqueda, los altos costes de transacción y los riesgos de contraparte, entre otros.

El desarrollo de estos mercados tokenizados abarca tanto los activos del mundo real (Real World Assets o RWA) como las ofertas públicas de tokens (*Security Token Offerings* o STO).

Versión tokenizada de una IPO). Actualmente, este sector está superando la especulación inicial que caracterizó a las etapas más prematuras de los criptoactivos. El foco institucional e inversor se está desplazando hacia la utilidad real, la eficiencia operativa y la democratización del acceso a los mercados financieros.

A pesar de las grandes promesas teóricas de esta tecnología, surge una pregunta fundamental que busca guiar parte de este estudio: ¿tiene realmente sentido tokenizar activos del mundo real? Porque trasladar bienes tangibles como inmuebles, deuda pública, materias primas o incluso obras de arte al ecosistema *Blockchain* plantea importantes retos técnicos, legales, operativos e incluso fundamentales. ¿Es lo que quiere realmente el inversor?

Por eso es crucial analizar de forma crítica si la tokenización aporta un valor intrínseco demostrable o si, en algunos casos, se trata de un esfuerzo redundante por aplicar una tecnología relativamente emergente (*DeFi*) a sistemas que ya funcionaban de manera adecuada en las finanzas tradicionales (*TradFi*).

Otra de las motivaciones principales de este estudio radica en la cuestión de la volatilidad. A lo largo de los últimos años, los criptoactivos han experimentado movimientos sustancialmente más fuertes si se comparan con activos tradicionales como derivados o stocks. Esto lleva a cuestionar la naturaleza de estos movimientos y su impacto en la adopción institucional. ¿Ocurre lo mismo con activos tokenizados? O, mejor dicho, ¿ocurrirá lo mismo? Por ello, resulta primordial comprender si los RWA y las STO heredan esta alta volatilidad del mercado cripto general, o si logran estabilizarse al estar respaldados por activos reales y flujos de caja tangibles. Saber esto es vital para evaluar su viabilidad a largo plazo.

En este contexto de transformación, de promesas tecnológicas e incertidumbre de mercado, nace la motivación principal para el desarrollo de este Trabajo de Fin de Grado. A nivel personal, mi interés inicial surge de la necesidad de formarme (e informarme) de manera rigurosa sobre la tecnología *Blockchain* y los *smart contracts*, con el objetivo principal de ir más allá de los titulares mediáticos y el ruido especulativo para comprender los fundamentos técnicos de esta red y, sobre todo, evaluar sus casos de uso potenciales en la economía real.

## Capítulo 2. DEFINICIONES PREVIAS

Para comprender el verdadero alcance de la tokenización, será necesario definir primero y de forma breve, la tecnología subyacente que sirve de pilar.

La tokenización se fundamenta en la Tecnología de Registro Distribuido (DLT) y, más concretamente, en la arquitectura *blockchain*. Se puede imaginar la *blockchain* como un gran libro de contabilidad digital, público e incorruptible. A diferencia de los sistemas bancarios tradicionales, donde una única entidad custodia y controla este libro, aquí el registro está completamente distribuido: el sistema opera mediante una red global de ordenadores independientes, conocidos como nodos. Todos estos participantes comparten, actualizan y retienen copias idénticas del registro. Copias que están aseguradas mediante técnicas de criptografía que hacen que, al menos hoy en día, sea imposible alterar el transaccional.

Las redes descentralizadas pueden tener distintos diseños y clasificarse según sus reglas de acceso:

- Existen redes públicas, donde cualquier persona puede leer el historial e iniciar nuevas operaciones con total libertad.
- Redes privadas, donde la participación está restringida a un grupo seleccionado de actores correctamente validados.

A su vez, pueden configurarse con o sin permiso (*permissioned* o *permissionless*), y ser de código abierto o cerrado, adaptándose así a las exigencias regulatorias de cada sector.

Pero el verdadero salto cualitativo hacia la automatización de todo este ecosistema se logra a través de los contratos inteligentes (*Smart Contracts*): piezas de código informático y software autoejecutable que operan bajo una lógica condicional: "si se cumple la condición A, entonces se ejecuta automáticamente la acción B".

Estos contratos liquidan operaciones sin necesidad de intermediarios humanos y ello implica una auténtica revolución en la industria financiera: ahora se puede integrar directamente en un token digital la lógica de propiedad, las restricciones de transferencia, el cumplimiento normativo y el pago de dividendos, entre otros elementos.

La tokenización, por tanto, consiste en emitir un token digital que representa estos derechos de propiedad o participación mencionados, sobre un activo subyacente real. Si este activo pertenece al ámbito financiero regulado (como acciones de una empresa o bonos), hablamos de *Security Token Offerings* (STO). Si, por el contrario, representa bienes tangibles del mundo físico (como inmuebles, obras de arte o materias primas), nos referimos a los *Real World Assets* (RWA).

Finalmente, también es importante destacar que este ecosistema se dirige con firmeza hacia la sostenibilidad ambiental. La red Ethereum, que es actualmente la infraestructura predominante para la tokenización de activos institucionales, ya reflejó este movimiento hacia lo sostenible con su gran actualización conocida como "*The Merge*", momento en que cambió su mecanismo de validación de *Proof of Work* (PoW), en el que se requería la resolución de acertijos criptográficos para verificar las transacciones, a *Proof of Stake* (PoS), que implementa validadores al azar para asegurar la confiabilidad de la transacción mediante una inversión inicial (*stake*).

Con este cambio operativo, no solo se eliminó la necesidad de la minería computacional intensiva, sino que la red redujo su consumo energético en un 99%. Este hito tecnológico optimiza drásticamente su viabilidad a largo plazo y la alinea por completo con los criterios de sostenibilidad ESG del mercado tradicional.

## Capítulo 3. ESTADO DEL ARTE

El mercado actual de tokenización comprende una variedad de modelos híbridos que van desde activos completamente fuera de la cadena (*off-chain*) hasta activos nativos de la cadena (*on-chain*).

La tokenización de activos del mundo real (*Real World Assets*, RWA) representa la conversión de derechos sobre activos físicos o financieros en tokens digitales sobre una red *blockchain*. La literatura académica identifica la tecnología de registro distribuido (DLT) como el sustrato tecnológico que permite liquidación instantánea, transparencia y programabilidad mediante contratos inteligentes [1]. Los primeros antecedentes teóricos se remontan a los trabajos de Nakamoto (2008) y a la posterior propuesta de contratos inteligentes de Buterin (2014), que sentaron las bases para que activos clásicamente ilíquidos pudieran digitalizarse y fraccionarse [2].

Desde el punto de vista académico, varios estudios recientes han analizado las implicaciones de la tokenización para la liquidez de mercado. Anand y Galetovic (2006) demostraron que la fragmentación de activos ilíquidos reduce los costes de transacción y mejora la eficiencia en la formación de precios [3]. Más recientemente, el estudio de Amihud et al. (2022) extendió la aplicación de la ratio de iliquidez a mercados cripto, validando su capacidad predictiva en activos digitales [4].

Entre los diferentes tipos de activos que se están tokenizando se incluyen: activos financieros de mercados monetarios, como REPOs (*Repurchase Agreements*); acciones o *stocks*; renta fija, destacando especialmente los bonos del Estado; capital y crédito privado (*Private Equity* o *Venture Capital*); *commodities* (materias primas); arte y bienes coleccionables; bienes inmuebles (*Real State*); e incluso infraestructura y logística.

A nivel global, la adopción es heterogénea debido a la falta de armonización regulatoria. En Europa se ha avanzado con el Reglamento MiCA (*Markets in Crypto-Assets*), plenamente aplicable desde diciembre de 2024, que establece un marco unificado para la emisión y

negociación de criptoactivos en la Unión Europea [5]. Suiza ha promulgado la Ley DLT, que reconoce los valores basados en registros distribuidos (DLT *securities*) como instrumentos financieros legítimos. En Estados Unidos, los productos tokenizados deben todavía encajar en las exenciones existentes de la SEC, como la Regulación D para inversores acreditados, aunque la aprobación de los ETF de Bitcoin spot en enero de 2024 ha abierto la puerta a una mayor claridad regulatoria para el conjunto de los activos digitales [6]. En Asia, Singapur (MAS) y Hong Kong (SFC) han publicado marcos piloto que permiten la emisión y liquidación de instrumentos financieros tokenizados en entornos controlados. Esta divergencia regulatoria conlleva un riesgo de arbitraje jurisdiccional que puede concentrar la actividad en los países con marcos más permisivos, en detrimento de la protección del inversor. A pesar de este impulso comercial, a nivel global la adopción sigue siendo heterogénea debido a la falta de armonización regulatoria.

En cuanto a las instituciones tradicionales, hay muchas operando con grandes volúmenes. Por ejemplo, Kinexys de J.P. Morgan procesa un volumen diario de aproximadamente 2.000 millones de dólares en transacciones de REPOs mediante *blockchain* privada. Otras entidades como Franklin Templeton, con su fondo BENJI, u Ondo Finance, también compiten por este mercado ofreciendo exposición a bonos y acciones tokenizadas a una base de usuarios cada vez más amplia.

Más allá de la renta fija, la tokenización está demostrando su poder democratizador en activos históricamente ilíquidos como el sector inmobiliario. Diferentes plataformas de inversión están fraccionando propiedades comerciales y residenciales, lo que permite disminuir la barrera de entrada a la inversión en más de un 99%.

En síntesis, el estado de la cuestión evidencia que la tokenización de activos se halla en una fase de transición entre la experimentación institucional y la adopción masiva. La infraestructura tecnológica está probada, los actores institucionales están comprometidos y los marcos regulatorios comienzan a consolidarse. El principal punto que este trabajo pretende cubrir es la validación empírica de las promesas de liquidez y eficiencia de precio, contrastando datos reales de mercado contra las teorías establecidas en la literatura financiera clásica y cripto.

## Capítulo 4. DEFINICIÓN DEL TRABAJO

### 4.1 JUSTIFICACIÓN

El ecosistema de los activos tokenizados ha superado su fase puramente experimental para adentrarse en la adopción institucional. Sin embargo, a pesar de las sólidas narrativas sobre sus ventajas teóricas, existe una notable carencia de análisis empíricos exhaustivos.

Resulta necesario contrastar las promesas de la tecnología DLT, como la eficiencia operativa, la democratización y la mejora de la liquidez, con los datos reales que arroja actualmente el mercado.

Este trabajo se justifica por la necesidad de cuantificar de forma objetiva esta evolución. Se busca evaluar si los mercados tokenizados, tanto RWA como STO, representan verdaderamente una alternativa superior a los mercados financieros tradicionales, o si aún enfrentan barreras estructurales que limitan su viabilidad a gran escala.

### 4.2 OBJETIVOS

El presente trabajo tiene como propósito analizar y comprender en profundidad el comportamiento, la liquidez y la evolución de los mercados de activos tokenizados en los últimos años, contrastándolos directamente con sus alternativas tradicionales. Para alcanzar esta meta global, se plantean los siguientes objetivos específicos:

- **O1. Análisis de la evolución histórica** - estudiar el volumen, el número de inversores y la capitalización de los mercados tokenizados. Se identificarán las tendencias de crecimiento y los principales tipos de activos (bonos, préstamos, acciones) para comprender el grado de adopción y madurez de estos mercados emergentes.
- **O2. Comparación de liquidez entre mercados** - evaluar los activos tokenizados frente a sus equivalentes no tokenizados mediante indicadores clave. Se analizará el volumen

negociado, el número de transacciones, el tiempo medio de liquidación y la dispersión de precios (spread) para determinar si la tokenización mejora y democratiza la accesibilidad financiera.

- **O3. Identificación de factores influyentes** - determinar qué variables influyen en la liquidez y en la adopción de estos mercados. Se considerarán elementos como el tipo de activo subyacente, el marco regulatorio vigente, la plataforma tecnológica utilizada y el perfil de los inversores.
- **O4. Evaluación de la correlación entre distintos activos** - medir la relación estadística entre los activos tokenizados y los mercados financieros tradicionales de referencia. El objetivo es observar si los criptoactivos respaldados presentan un comportamiento independiente o si replican las dinámicas y ciclos de los activos convencionales.
- **O5. Proponer un modelo analítico/predictivo** - desarrollar una herramienta que permita evaluar si el mercado token está exigiendo un descuento por comprar RWA. Este modelo servirá de apoyo para la toma de decisiones y la evaluación del potencial del sector.

### **4.3 DATOS**

La consecución de los objetivos planteados requiere una metodología cuantitativa estructurada en varias fases sucesivas.

#### **Recolección y obtención de datos**

Para realizar un análisis comparativo riguroso, es fundamental contar con información precisa y estandarizada. La naturaleza de este trabajo exige recopilar datos de dos ecosistemas operativos muy diferentes.

Por un lado, capturar las métricas *on-chain*, generadas de forma continua, ininterrumpida y transparente por la tecnología *blockchain*, de las finanzas descentralizadas (DeFi). Y, por otro lado, datos de las finanzas tradicionales (TradFi), los cuales están regidas por los horarios y normativas de las bolsas de valores convencionales.

La principal fuente para el análisis de activos tokenizados será la plataforma *RWA.xyz*, referente analítico en el ecosistema de los RWA, que proporciona métricas clave para el estudio como el Valor Total Bloqueado (TVL), rendimientos ofrecidos y la distribución de activos.

Otra plataforma indispensable para dimensionar el ecosistema y completar datos faltantes será *DefiLlama*. Su gran utilidad radica en la capacidad para rastrear la liquidez y la actividad de los usuarios en múltiples redes *blockchain* de manera simultánea. Esto nos permitirá medir el crecimiento macro de la adopción y comparar el volumen de transacciones a lo largo de los diferentes ciclos del mercado.

Para la contraparte tradicional, se recurrirá a bases de datos públicas y consolidadas como *Yahoo Finance*, que facilita la obtención de datos mediante librerías de programación en Python, como *yfinance*, de donde se extraerán las series históricas de precios, los volúmenes de negociación y las métricas de volatilidad en la medida de lo posible.

### **Procesamiento y análisis exploratorio**

Una vez extraídos los datos sin procesar, se ejecutará una fase de limpieza y normalización. Esto incluirá la detección y el tratamiento adecuado de valores nulos, inconsistentes o atípicos (*outliers*). A continuación, se realizará un análisis exploratorio de datos (EDA) para comprender la distribución de las variables clave.

En esta etapa se calcularán las métricas de liquidez fundamentales para la comparativa: volumen promedio diario, volatilidad, *spread* de precios, tiempo de liquidación y niveles de concentración de inversores, entre otras.

### **Modelado y visualización**

Apoyándose en las métricas obtenidas, se entrenará un modelo de regresión o predictivo. Se utilizarán variables históricas para identificar patrones ocultos y factores determinantes del comportamiento del mercado, permitiendo estimar escenarios futuros de liquidez. Finalmente, los resultados se representarán de forma gráfica e interactiva, de forma que se facilite la interpretación visual y la comparación intuitiva de los hallazgos.

## Herramientas

Todo el flujo de trabajo (*pipeline* de análisis) se desarrollará en entornos profesionales de programación y ciencia de datos. Las herramientas principales incluirán:

- **Entorno de desarrollo:** *Python Notebooks* a través de *Visual Studio Code*.
- **Librerías de análisis y extracción:** *pandas*, *requests*, *yfinance*, y APIs específicas.
- **Librerías de modelado y *Machine Learning*:** *scikit-learn*.
- **Librerías de visualización:** *matplotlib* o *seaborn*.

## Capítulo 5. ANÁLISIS Y MODELO

### 5.1 EVOLUCIÓN HISTÓRICA

Este apartado tiene como objetivo estudiar la evolución del volumen, el número de inversores y la capitalización de los mercados de activos tokenizados durante los últimos años con el fin de identificar las tendencias de crecimiento, los principales tipos de activos y comprender el grado actual de adopción y madurez de estos mercados emergentes.

#### 5.1.1 CRECIMIENTO DEL MERCADO

El *Total Value Locked* (en adelante, TVL) es una de las métricas más importantes en *DeFi*. Representa el volumen total de fondos depositados en un protocolo específico o la cantidad de valor mantenido en *smarts contracts*. Un equivalente en *TradFi* sería el AUM (*Assets Under Management*: valor de mercado de los activos que una institución financiera administra).

$$TVL = \text{Liquidez de tokens bloqueados} * \text{Precio (norm. USD)}$$

El TVL, por tanto, es una agregador que permite cuantificar el nivel de actividad y adopción dentro de un determinado ecosistema. Cuanto más alto, más dinero hay disponible en la plataforma y mayor velocidad o liquidez presentará esta. Por otro lado, un TVL elevado indica intrínsecamente una confianza mayor de los inversores en el determinado proyecto.

Es importante señalar que el TVL no es lo mismo que la capitalización de mercado. Mientras que la capitalización mide el valor de todos los tokens de un proyecto, el TVL mide cuánto valor real se está usando dentro de sus servicios. Además, el TVL puede variar drásticamente incluso si nadie retira sus fondos, ya que se suele expresar en dólares (USD), y, por tanto, depende de las variaciones de cambio de esta moneda.

El mercado de tokenización de activos ha experimentado un crecimiento exponencial de TVL desde 2021. Según los datos históricos de *RWA.xyz* (*plataforma de obtención de datos*,

Capítulo III), el TVL de activos tokenizados (excluyendo *stablecoins* y *repos*\*) pasó de \$896M a finales de dicho año a más de \$20.600M a finales de 2025, lo que implica un CAGR (*Compound Annual Growth Rate*) superior al 400% en dicho periodo.

*Tabla 1. Evolución TVL RWA YoY 2021-2025. Fuente: Elaboración propia*

<b>Año</b>	<b>TVL (B USD)</b>	<b>Crecimiento YoY</b>
<b>2021</b>	\$684M	-
<b>2022</b>	\$4.78B	+598%
<b>2023</b>	\$7.88B	+65%
<b>2024</b>	\$15.14B	+92%
<b>2025</b>	\$40.96B	+171%

Notas: B, billions en sistema inglés, equivale a mil millones en escala española.

*\*Def. Stablecoins:* criptomonedas diseñadas para mantener un valor constante vinculando su precio a un activo externo y estable, generalmente el dólar estadounidense. Su propósito es ofrecer la velocidad y seguridad de la tecnología blockchain, pero eliminando la extrema volatilidad intrínseca típica de estas monedas.

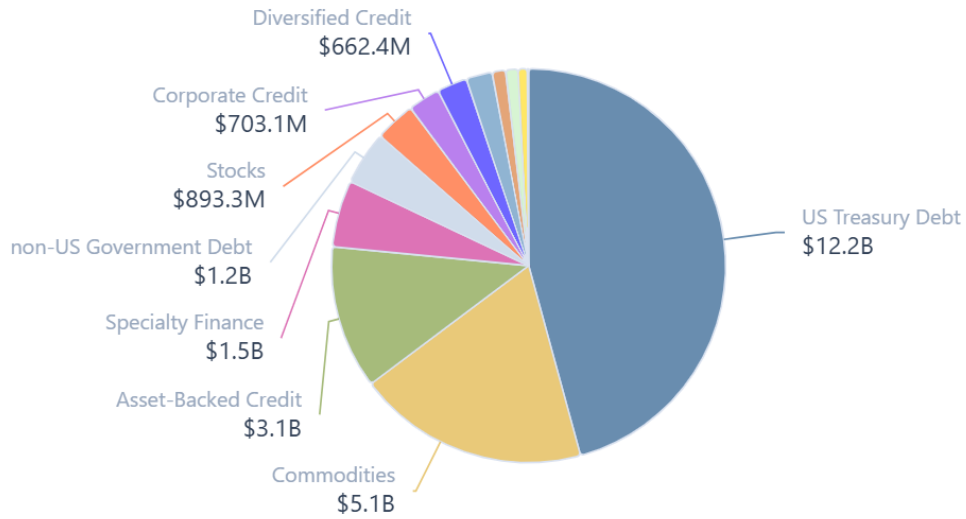
*Def. REPOs:* operaciones financieras a muy corto plazo donde una entidad vende valores a otra con el compromiso legal de recomprarlos poco después a un precio ligeramente superior. En la práctica, funcionan como préstamos rápidos respaldados por garantías (colateralizados), utilizados por bancos e instituciones para obtener liquidez inmediata.

El fuerte salto de 2021 a 2022 se explica por el arranque del crédito respaldado por activos y la incorporación de deuda americana, *commodities* y crédito corporativo a las plataformas de tokenización (fechas mostradas en la Tabla 2)

Por otro lado, el aceleramiento observado durante los últimos años, 2024 a 2025, refleja un punto de inflexión del mercado, impulsado por la entrada de entidades financieras institucionales como BlackRock [7], Franklin Templeton [8], o JPMorgan [9], y la maduración de la infraestructura *blockchain*.

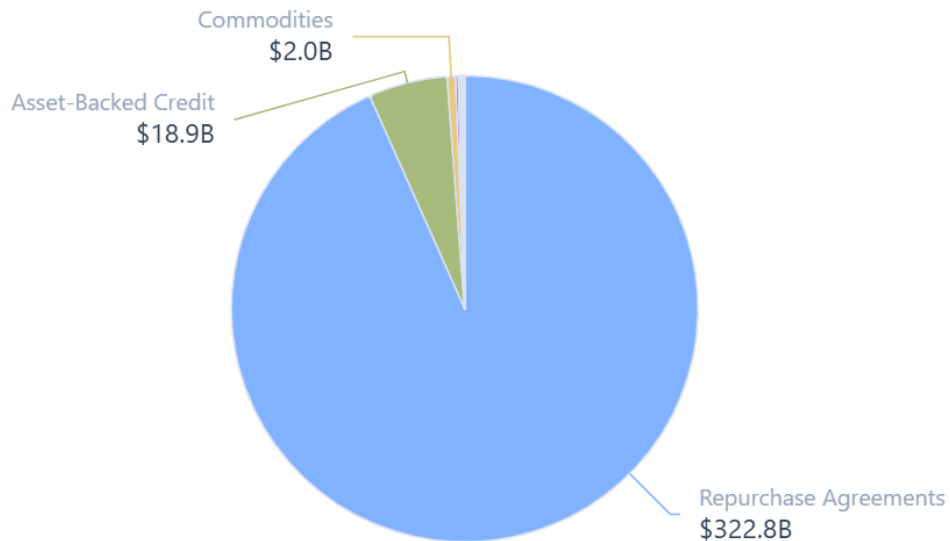
### 5.1.2 COMPOSICIÓN DEL MERCADO POR TIPO DE ACTIVO

*Figura 1. Distributed Total RWA Value a 30-03-2026.*



*Fuente: RWA.xyz Dashboard*

*Figura 2. Represented Total RWA Value a 30-03-2026*



*Fuente: RWA.xyz Dashboard*

La Figura 1 refleja la distribución de activos efectivamente desplegados en redes *blockchain* públicas (llamados activos **distribuidos**). La deuda pública estadounidense constituye el pilar fundamental de este ecosistema, con aproximadamente \$12.000M (~48%). A este sector le siguen las materias primas, *commodities*, con \$5.100 millones (~20%), el crédito privado (con \$3.100 millones y \$1.500 en financiación especializada) y la deuda pública no estadounidense con \$1.200 millones. Finalmente, las posiciones de mayor riesgo relativo mantienen una presencia marginal, y “actúan” como activos emergentes. La renta variable (*stocks*) supone el 3,5%, el crédito corporativo el 2,8% y el crédito diversificado el 2,6%.

Por otro lado, los activos tokenizados **representados** son aquellos que utilizan la *blockchain* como capa de seguridad y registro, asegurando transparencia y eficiencia operacional, pero sin permitir la distribución o las transferencias del activo. No es de extrañar, por tanto, que operaciones que reflejan grandes transacciones monetarias, como son los repos o determinados créditos bancarios (*Asset-Backed Credit*) busquen hacer uso de esta tecnología para así asegurar el cumplimiento de dichos contratos y por ello representen prácticamente el total de la distribución dentro de este grupo (Figura 2).

Sobre un volumen sustancialmente mayor, \$345.000 millones, los repos concentran un 94% del total de los activos representados. El resto de este mercado se distribuye de manera residual: el crédito respaldado por activos (*Asset-Backed Credit*) representa únicamente el 5,5%, mientras que las materias primas apenas alcanzan un 0,6% del registro operativo.

*Tabla 2. Tipos de activos, fecha de aparición y CAGR.*

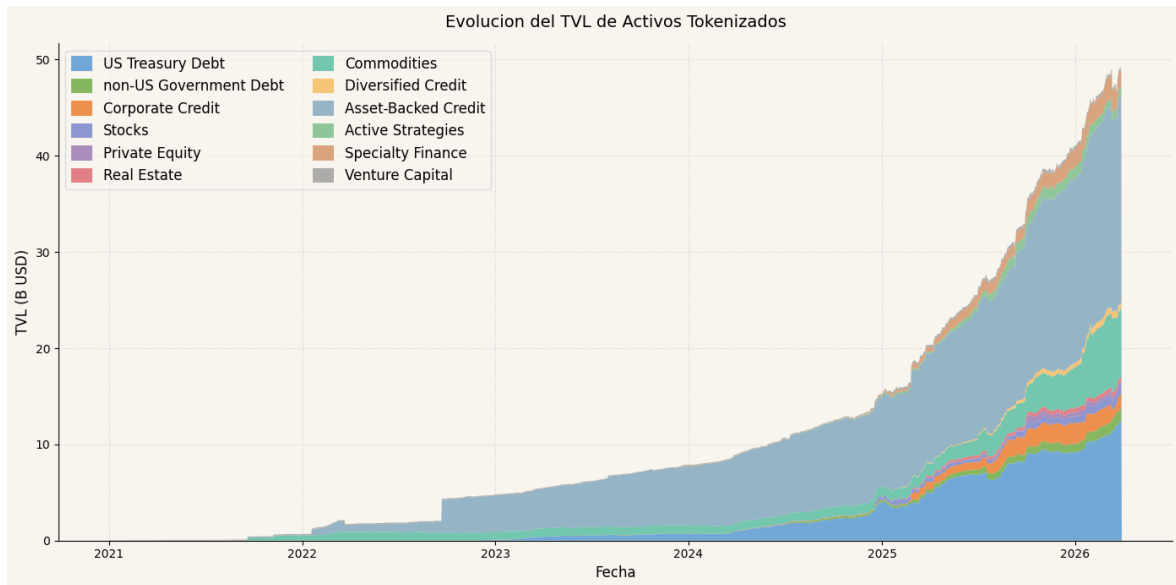
<b>Activo</b>	<b>Fecha</b>	<b>CAGR (2021-2026) [%]</b>
<i>Private Equity</i>	2022-10-05	2475
<i>Stocks</i>	2022-12-23	2068
<i>US Treasury Debt</i>	2021-09-21	1162
<i>Stablecoins</i>	2017-11-28	689
<i>Diversified Credit</i>	2023-01-18	665
<i>Non – US T.Debt</i>	2023-09-27	639
<i>Real Estate</i>	2023-05-01	523
<i>Active Strategies</i>	2019-07-02	441
<i>Specialty Finance</i>	2023-12-18	341
<i>Asset-Backed Credit</i>	2021-01-01	315
<i>Corporate Credit</i>	2021-09-20	289
<i>Venture Capital</i>	2018-09-24	245
<i>Commodities</i>	2021-09-20	99
<i>REPOs</i>	2025-06-16	21

*Fuente: Elaboración propia*

Notas: La fecha corresponde a la primera aparición de estos tipos de activos en el proveedor de datos RWA.xyz y por tanto el crecimiento calculado no es completamente real si no una aproximación de la posible cifra real.

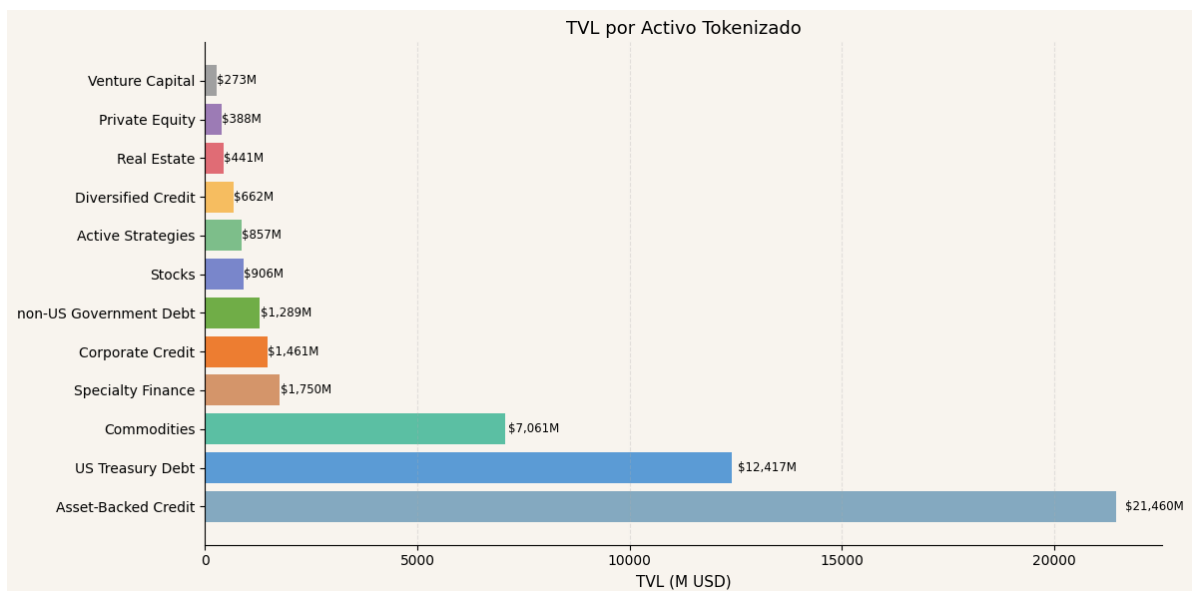
A pesar de tener la mayor tasa de crecimiento, la renta variable tokenizada (stocks y PE) sigue siendo la categoría con menor adopción absoluta, hallazgo que se analiza más adelante.

Figura 3. Evolución del TVL en los activos tokenizados.



Fuente: Elaboración propia a partir de datos RWA.xyz

Figura 4. TVL por activo tokenizado (excluyendo Stablecoins y REPOs).



Fuente: Elaboración propia a partir de datos RWA.xyz

En la Figura 3 se muestra la evolución del TVL total de activos tokenizados desde 2021, con el área apilada diferenciada por clase de activo. Se aprecian claramente tres fases: una fase de arranque (2021–2022) dominada por deuda pública estadounidense y crédito respaldado por activos; una fase de consolidación (2022–2024) en la que se diversifican las categorías, con la incorporación de deuda no estadounidense, inmobiliario y renta variable; y una fase de aceleración institucional (2024–2026) impulsada principalmente por los fondos tokenizados y los repos. El crecimiento es lineal hasta 2025 cuando la tendencia de prácticamente todos los activos se vuelve exponencial.

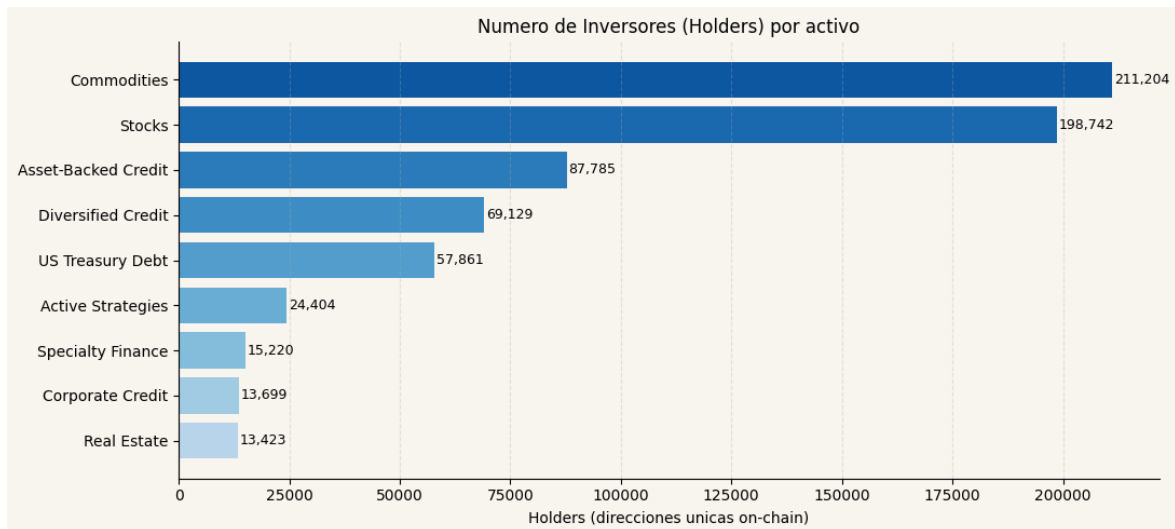
La Figura 4, por su parte, desagrega el total del TVL (actual) por clase de activo excluyendo, de nuevo, stablecoins y repos, lo que permite observar la dinámica relativa de cada categoría sin el efecto dominante de estos dos mercados. Se puede observar la diferencia sustancial de TVL entre activos más seguros, de renta fija, o necesarios para el funcionamiento global de la economía, como las materias primas, con los activos de renta variable como son los stocks, PE o el Real Estate.

### 5.1.3 HOLDERS

Según los datos recopilados, el ecosistema de activos tokenizados cuenta con aproximadamente 700.000 *holders* excluyendo *stablecoins*. Esto son direcciones únicas, que pueden pertenecer o no al mismo inversor, pero que al final funcionan como aproximación al número de participantes en este mercado, el cual continúa dominado por inversores institucionales, que representaban el 69% del capital invertido en 2024. No obstante, proyecciones como las de *Mordor Intelligence*, apuntan a un CAGR del 50,2% en la base de inversores minoristas (*retail*) entre 2025 y 2031, lo que sugiere una democratización progresiva futura del acceso. [10]

Como referencia comparativa, las *stablecoins*, que son sin duda el activo tokenizado más maduro y con mayor adopción (motivo por el cual se elimina su estudio consistentemente del análisis de este trabajo), cuentan con más de 241 millones de *holders*, lo que evidencia la abismal brecha con los demás activos y el enorme potencial de crecimiento que aún existe para el resto durante los años próximos.

Figura 5. Número de holders por tipo de activo. Fuente: RWA.xyz



Fuente: Elaboración propia a partir de datos RWA.xyz

Del análisis de la distribución de *holders* se aprecian patrones de concentración, diferentes según el tipo de activo que se analiza y el origen de este. Como ejemplo de esta idea se analizan más en profundidad los tres activos mostrados en la Tabla 3.

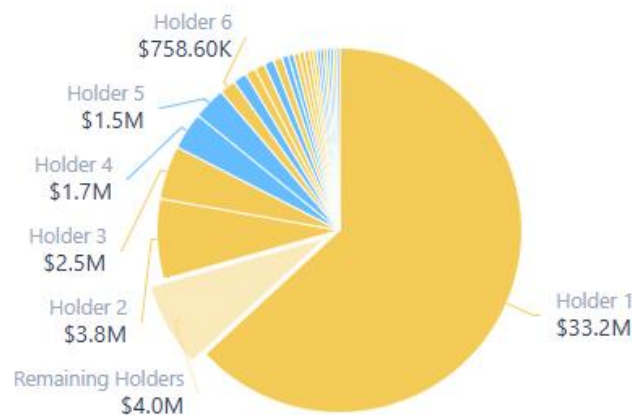
Tabla 3. Número de holders por activo tokenizado (ejemplos).

<i>Activo</i>	<i>Número aprox. holders</i>
Tether Gold (XAUt)	~32.000
Alphabet Class A (Ondo)	~14.000
BUIDL (BlackRock)	~100

Fuente: RWA.xyz

En el caso de *Alphabet Class A* tokenizado (*Ondo Finance*), el análisis de la distribución de *holders* muestra una alta concentración: el principal *holder* acumula 33,2 millones de dólares, mientras que los cinco principales *holders* concentran la mayor parte del suministro total del token. Este patrón indica que unas pocas ballenas (inversores de gran poder o volumen) o pools de liquidez controlan un porcentaje desproporcionado del activo.

Figura 6. *Alphabet Class A (Tokenized) – Top 25 Holders distribution.*

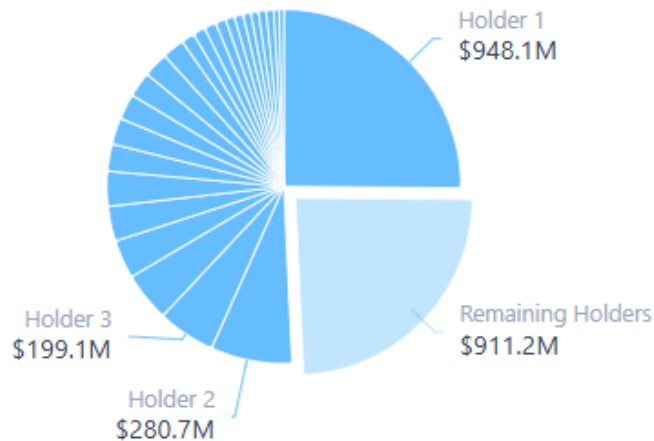


Fuente: RWA.xyz

*Tether Gold* presenta una distribución más equilibrada entre sus 32.000 *holders*, con los *remaining holders* acumulando 911,2 millones de dólares frente a los 948,1 millones del

principal *holder*. Esta mayor dispersión es coherente con la naturaleza más accesible y minorista del oro tokenizado y de las materias primas en general.

*Figura 7. Tether Gold – Top 25 Holders Distribution.*



*Fuente: RWA.xyz*

Por último, BUIDL de BlackRock, con apenas 100 *holders*, refleja su carácter institucional con una inversión mínima de 5 millones de dólares. No obstante, otras plataformas DeFi como *Ondo Finance* (a través de su token USDY) compran participaciones de BUIDL y las fraccionan, permitiendo a usuarios minoristas acceder a los mismos rendimientos desde apenas 10 dólares, y democratizando así el acceso.

### 5.1.4 PROYECCIONES DE MERCADO

En cuanto a proyecciones de mercado, las principales consultoras e instituciones de análisis de datos coinciden en que el mercado de activos tokenizados experimentará un crecimiento masivo durante la próxima década, según muestra la información de la Tabla 4.

*Tabla 4. Proyecciones mercado RWA 2030*

Fuente	Proyección 2030 (T* USD)
<i>McKinsey (base)</i>	<i>\$2T</i>
<i>McKinsey (optimista)</i>	<i>\$4T</i>
<i>BCG (base)</i>	<i>\$9,4T</i>
<i>BCG (optimista)</i>	<i>\$16T</i>
<i>Ark Invest</i>	<i>\$11T</i>
<i>Mordor Intelligence</i>	<i>\$18,7T</i>
<b><i>Media</i></b>	<b><i>~10T</i></b>

\*Notas: T, trillion en sistema inglés, equivale a 1 billón en escala española.

BCG ha calificado la tokenización como “la tercera revolución en la gestión de activos”, tras, uno, la democratización de la inversión y, dos, la aparición de los ETFs, subrayando su potencial transformador para la industria financiera global [11].

La amplia horquilla entre proyecciones refleja diferencias en los supuestos sobre el ritmo de adopción institucional, la inclusión o exclusión de las *stablecoins* en el perímetro de RWA, y el grado de claridad regulatoria asumido. McKinsey adopta el enfoque más conservador, circunscribiendo su proyección a activos tokenizados sobre *blockchains* públicas con liquidez secundaria contrastada. BCG y Ark Invest, en cambio, incluyen también la tokenización en redes privadas e institucionales, lo que eleva sustancialmente el denominador. Mordor Intelligence, la proyección más optimista, asume una penetración significativa de la tokenización en los mercados de renta variable y de capital privado global.

Con los datos actuales disponibles, \$41B de TVL en 2025, la media de consenso de \$10T implica todavía un factor de crecimiento de más de 450x respecto al presente, lo que evidencia la prematuridad de esta revolución financiera

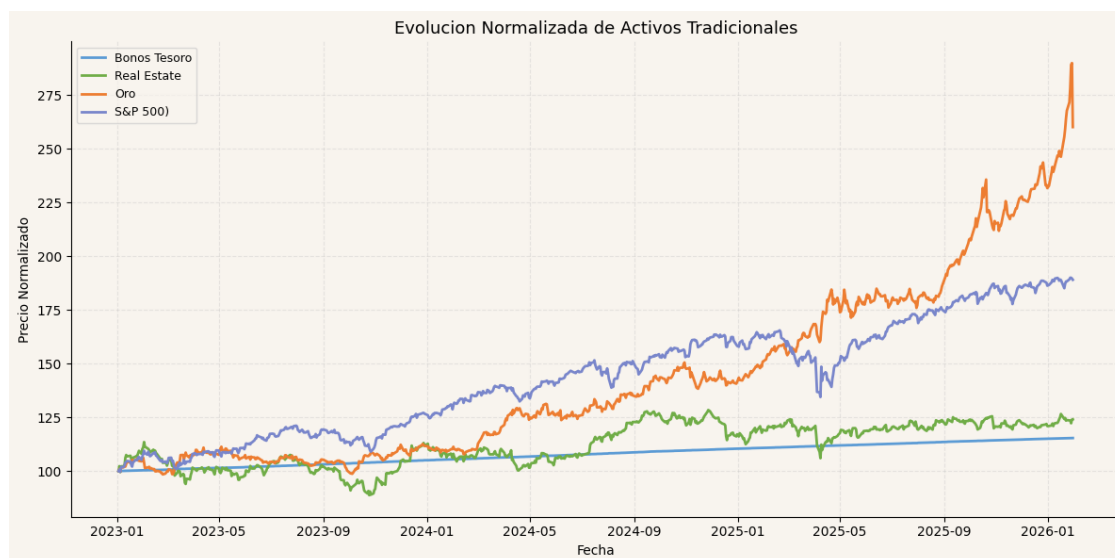
## 5.2 COMPARATIVA ENTRE MERCADOS: TRADICIONAL VS DESCENTRALIZADO

A continuación, se analizan el volumen negociado, la dispersión de precios (*spread*), el ratio de iliquidez de Amihud, la correlación entre activos y algunas métricas cualitativas, con el propósito de determinar si la tokenización mejora y democratiza la accesibilidad financiera. Para la comparativa se han seleccionado activos tradicionales representativos de las principales clases de inversión y equivalentes tokenizados.

Tabla 5. Parejas de activos tradicionales y tokenizados

Clase de activo	Tradicional
Bonos del Tesoro	SHV (iShares Short Treasury)
Real State	VNQ (Vanguard Real Estate ETF)
Commodities	GLD (SPDR Gold ETF)
Renta variable	SPY (S&P 500 ETF)

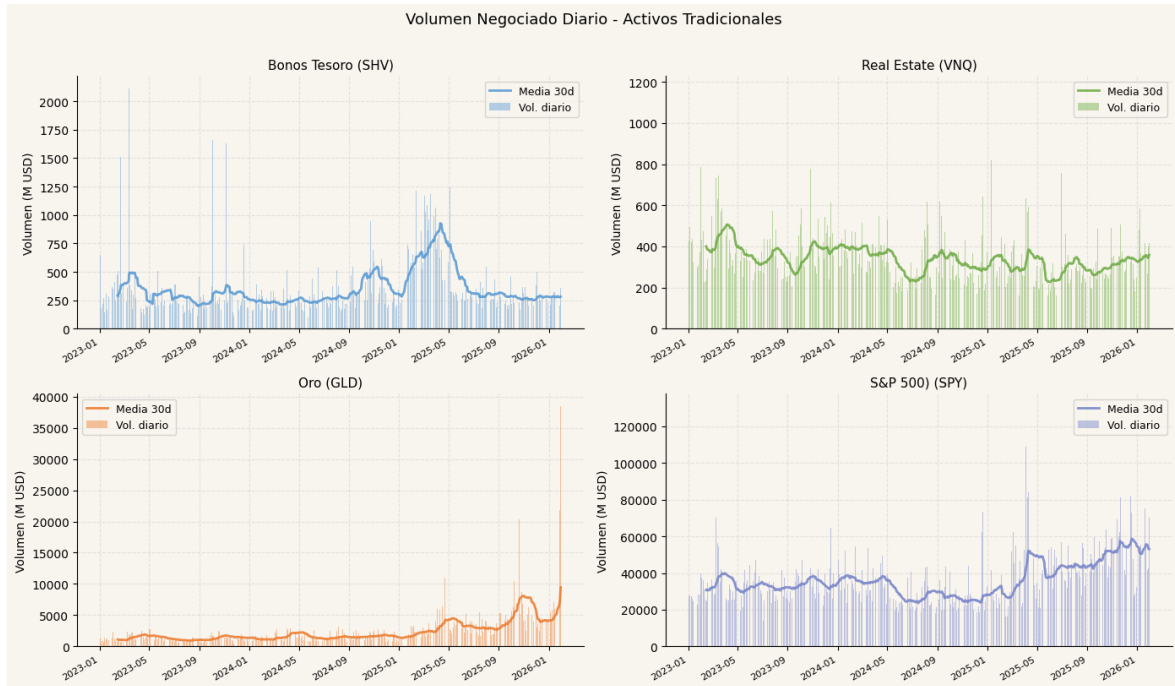
Figura 8. Evolución precios activos tradicionales.



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Yahoo Finance

## 5.2.1 VOLUMEN NEGOCIADO

Figura 9. Volumen negociado y MA.



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Yahoo Finance

El volumen negociado es el indicador más directo de la actividad y profundidad de un mercado. Se ha calculado el volumen medio diario en dólares para cada activo, así como su evolución temporal con medias móviles (MA, *Moving Average*) de 30 días

Tabla 6. Volumen medio diario activos tradicionales (USD)

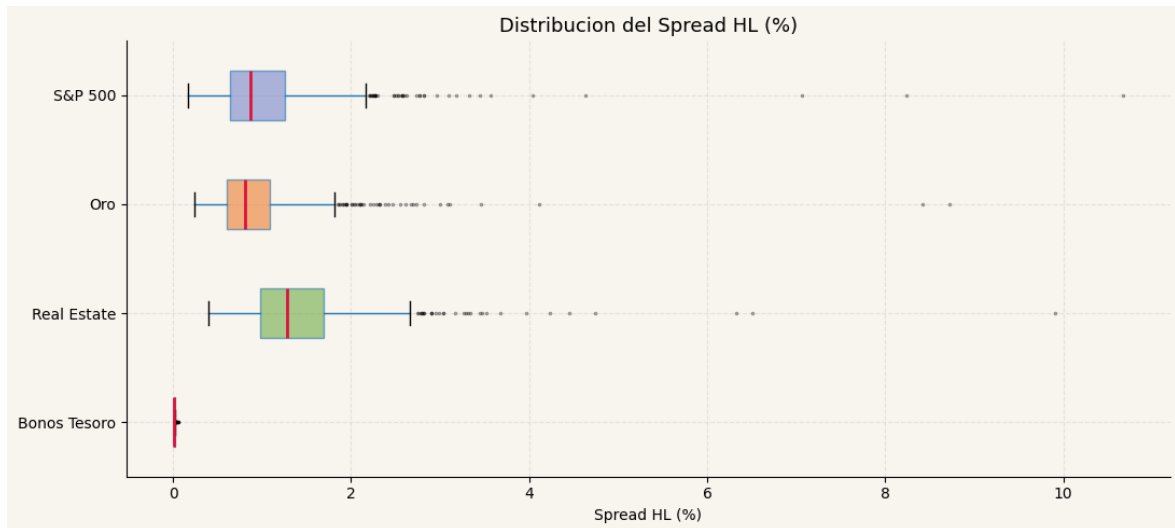
Activo	Volumen medio diario (USD)
SPY (S&P 500)	~\$38.000M/día
GLD (Oro ETF)	~\$2.300M/día
VNQ (Real Estate)	~\$520M/día
SHV (Bonos Tesoro)	~\$310M/día

SPY domina, con picos de volumen superiores a los \$50.000M en sesiones de alta volatilidad. GLD presenta un perfil más estable, con repuntes en periodos de aversión al riesgo cuando el oro actúa como activo refugio. VNQ y SHV muestran volúmenes más modestos y estables, con poca variabilidad a lo largo del periodo analizado. Un aspecto relevante que se observa en la serie temporal es la correlación entre los picos de volumen de los distintos activos: los episodios de mayor volumen tienden a coincidir en el tiempo, lo que sugiere que son impulsados por factores macro comunes (decisiones de la Fed, publicación de datos de empleo o inflación) y no por dinámicas específicas de cada activo.

Los activos tokenizados operan en órdenes de magnitud inferiores en volumen absoluto, solo las *stablecoins* alcanzan niveles similares (~85.000M). El volumen medio se sitúa en el rango de decenas/centenas de millones de dólares frente a los miles de millones que se mueven diariamente en activos tradicionales. Esta diferencia de escala confirma que los mercados tokenizados aún no han alcanzado la masa crítica de liquidez de los mercados convencionales.

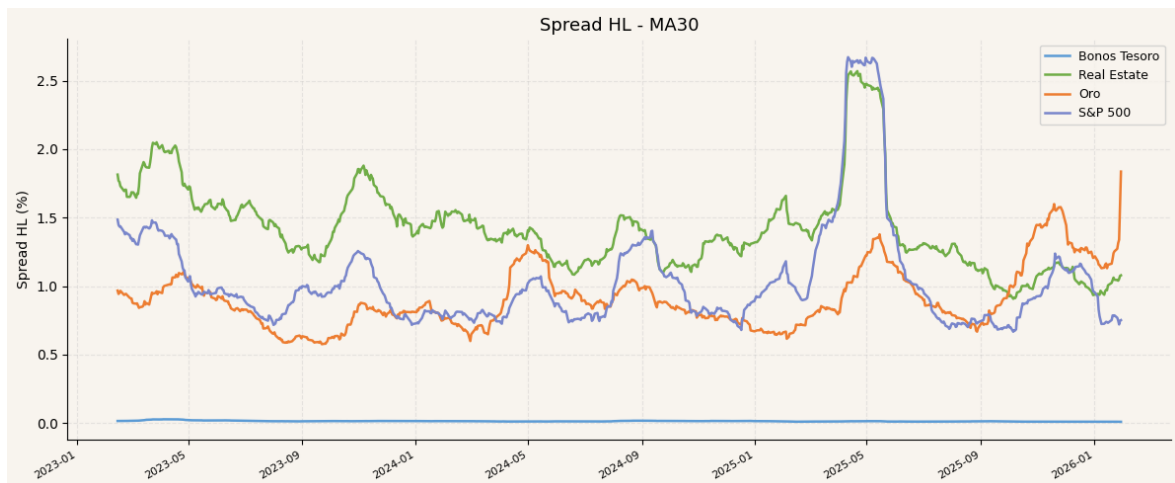
## 5.2.2 DISPERSIÓN DE PRECIOS: SPREAD

Figura 10. Spread HL por activo tradicional.



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Yahoo Finance

Figura 11. Spread HL activos tradicionales - Media Móvil 30 días.



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Yahoo Finance

El High-Low Spread es un estimador clásico del spread *bid-ask* implícito basado en los precios de máximo y mínimo de cada sesión:

$$\text{Spread HL (\%)} = \frac{\text{High} - \text{Low}}{(\text{High} + \text{Low})/2} \times 100$$

A mayor spread, mayor coste implícito de transacción y menor liquidez efectiva.

La Figura 10 y la Tabla 7 permiten comparar de forma intuitiva las distribuciones de spread de los cuatro activos.

SHV muestra la caja más estrecha y próxima a cero (con una media de ~0,01% y un percentil 95 de ~0,02%), con escasos valores atípicos, reflejando la extrema estabilidad de los bonos de muy corto plazo. Por su parte, SPY presenta una mediana de ~0,87% pero una cola derecha pronunciada, alcanzando un percentil 95 de ~2,20%. Esto indica que en días de alta volatilidad su spread se amplía considerablemente.

Al observar los datos actualizados, resulta lógico comprobar que SPY presenta un spread medio superior al de GLD (~1,05% frente a ~0,93%). Esto es coherente con la naturaleza de la renta variable frente a un activo de carácter más defensivo, cuyos rangos intradía se mantienen algo más contenidos.

Finalmente, VNQ presenta el spread más alto entre los activos analizados (media de ~1,42% y percentil 95 de ~2,54%). Este comportamiento es esperado y coherente con su menor profundidad de mercado frente a gigantes como SPY y GLD.

La Figura 11 muestra la evolución temporal del spread HL mediante MA30. Los episodios de mayor spread coinciden en todos los activos durante los mismos periodos. Esta sincronización de picos refuerza la interpretación de que el spread es parcialmente un indicador de incertidumbre macro y no solo una medida de la liquidez específica del activo.

*Tabla 7. Estadísticas Spread HL por activo*

<i>Activo</i>	<i>Media (%)</i>	<i>Mediana (%)</i>	<i>Percentil 95 (%)</i>
S&P 500 (SPY)	~1,05	~0,87	~2,20
Oro (GLD)	~0,93	~0,80	~1,89
Real Estate (VNQ)	~1,42	~1,28	~2,54
Bonos Tesoro (SHV)	~0,01	~0,09	~0,02

### 5.2.3 RATIO DE AMIHU

El ratio o medida de iliquidez de Amihud (2002) cuantifica la iliquidez de un activo (generalmente acciones) como el impacto de precio por unidad de volumen negociado [12].

$$ILLIQ = \frac{| \text{Retorno diario} |}{\text{Volumen}}$$

Cuanto más alto es el ratio menor liquidez presenta el activo.

SPY presenta consistentemente el ratio más bajo y cercano a cero a lo largo de todo el periodo, confirmándolo como el activo con mayor profundidad y menor impacto en el precio ante variaciones de volumen. Por el contrario, el sector inmobiliario (Real Estate, VNQ) exhibe el ratio de Amihud más elevado con gran diferencia, fluctuando entre 0,0015 y 0,0040. Esto indica que es el activo menos líquido del grupo y el más susceptible a variaciones de precio derivadas de las operaciones.

El orden de liquidez decreciente resultante según esta métrica es: SPY > SHV > GLD > VNQ. Este ranking ilustra una limitación importante del spread como única métrica de liquidez. Mientras que en el análisis previo los Bonos del Tesoro (SHV) mostraban el spread más estrecho (~0,01%), el ratio de Amihud evidencia que el S&P 500 (SPY) es más líquido en términos de absorción de volumen. SHV tiene un spread mínimo por su escasa volatilidad intradía, pero su profundidad de mercado es menor a la del S&P 500.

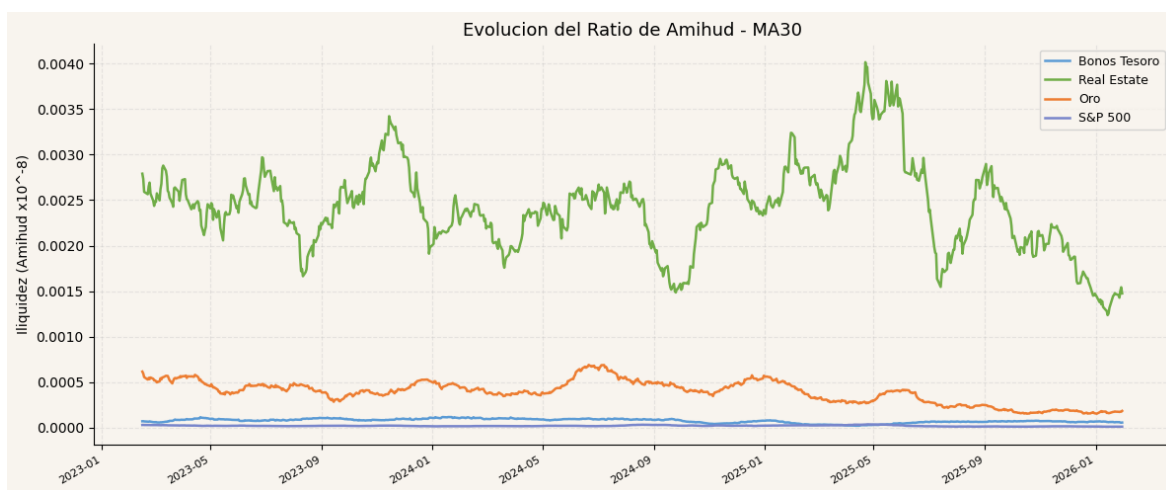
Esta discrepancia confirma que la liquidez es un concepto multidimensional y que ningún indicador individual captura su totalidad. El uso complementario del spread y del ratio de Amihud resulta indispensable para una evaluación robusta.

Al analizar la evolución temporal, se observa que la iliquidez de VNQ es altamente volátil, presentando picos pronunciados a principios de 2023, finales de 2024 y mediados de 2025. El Oro (GLD) también experimenta ligeras elevaciones transitorias durante estos episodios de tensión.

Aunque SPY y SHV mantienen una notable estabilidad, los repuntes de iliquidez en el resto de los activos demuestran que el estrés del mercado afecta a la capacidad de absorción del volumen. Esta dinámica, conocida en la literatura financiera como *liquidity spirals* [6], constituye un riesgo sistémico fundamental para los mercados tokenizados, que al contar con una menor profundidad inicial podrían amplificar estos choques de liquidez con mayor intensidad.

El análisis de la evolución temporal del ratio de Amihud revela que todos los activos presentan picos simultáneos durante episodios de tensión. En estos episodios, el ratio de Amihud de SPY y GLD se eleva de forma transitoria, indicando que incluso los activos más líquidos experimentan un deterioro de la liquidez efectiva durante el estrés, aunque recuperan rápidamente sus niveles habituales una vez disipada la incertidumbre. Esta dinámica es conocida en la literatura financiera como *liquidity spirals* y constituye uno de los riesgos sistémicos relevantes para los mercados tokenizados, que por su menor tamaño podrían amplificarla con mayor intensidad.

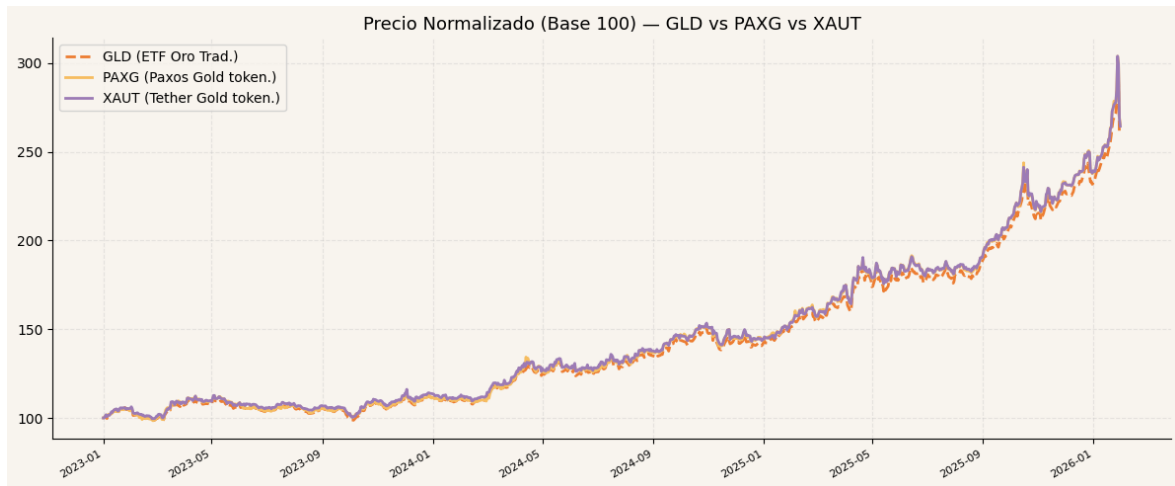
Figura 12. Ratio de Amihud



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Yahoo Finance

## 5.2.4 ORO

Figura 13. Evolución precios comparativa oro.

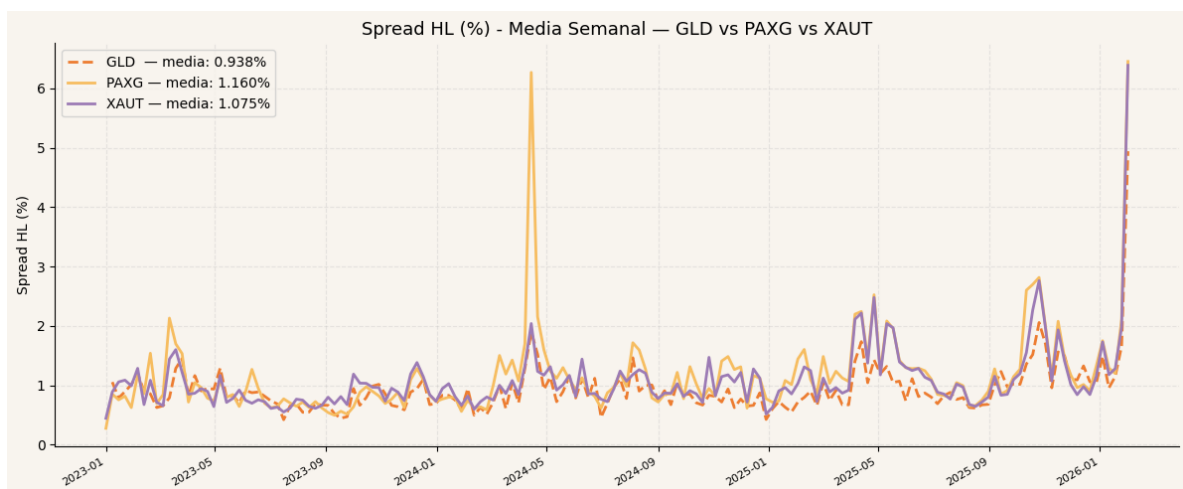


Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Yahoo Finance

La Figura 13 muestra la línea de evolución de precios entre el ETF GLD, que replica al oro tradicional, y sus dos versiones *tokenizadas*. Se observa que las tres líneas tienen prácticamente las mismas variaciones.

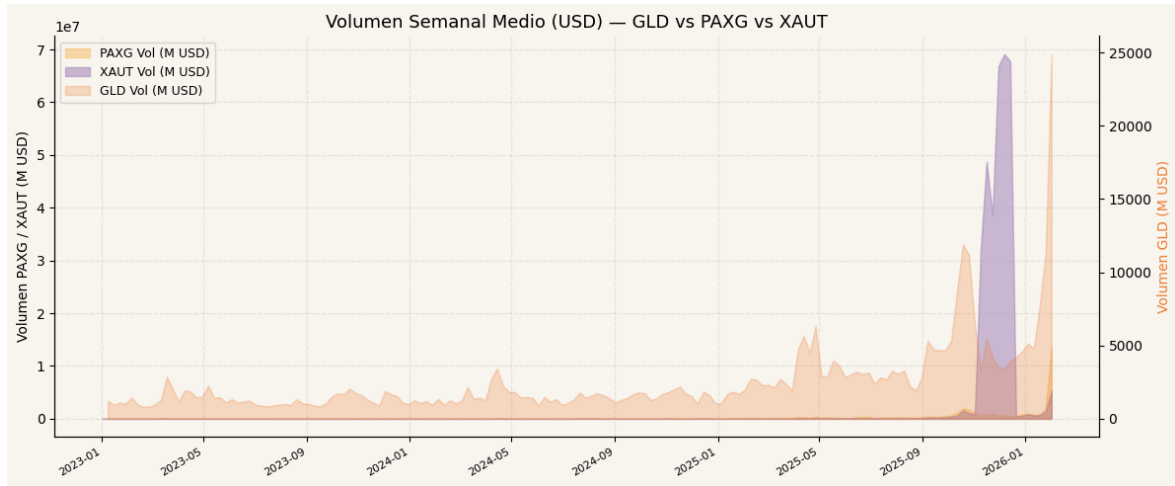
El spread HL mostrado en la Figura 14 también es similar en el trío de activos a excepción de algunas fluctuaciones más violentas en PAXG.

Figura 14. Spread HL comparativa oro.



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Yahoo Finance

Figura 15. Volumen comparativa oro.

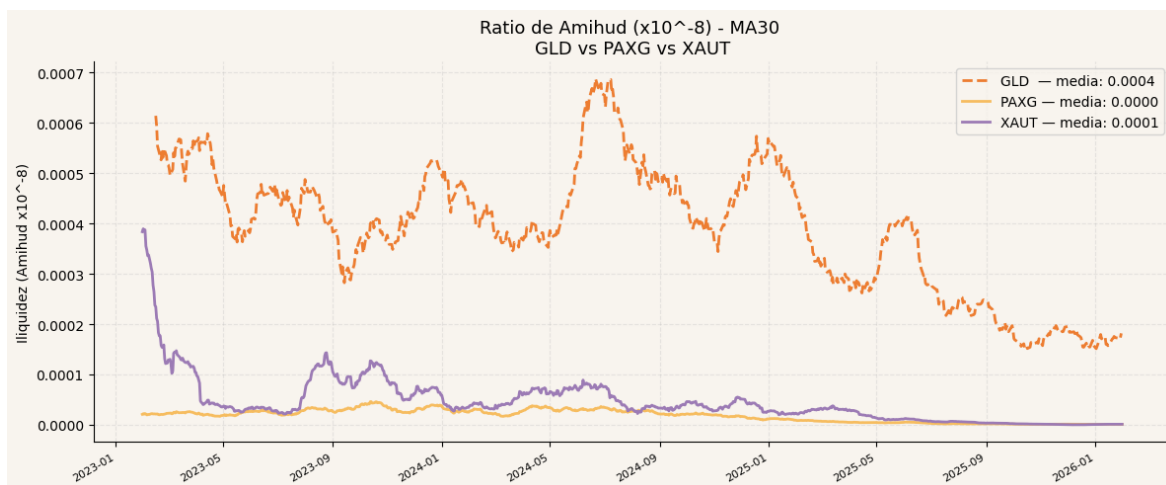


Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Yahoo Finance

En cuanto a la comparativa de volumen en la Figura 15 se confirman las ideas presentadas previamente: el ETF mueve cantidades varias órdenes mayores que sus respectivos tokenizados.

Por último, la Figura 16 demuestra que el oro tokenizado (PAXG y XAUT) posee una eficiencia de mercado superior al ETF tradicional (GLD), al mantener un impacto en el precio casi inexistente por cada dólar negociado. Mientras el GLD presenta un ratio de iliquidez cuatro veces mayor, los activos digitales operan cerca del cero absoluto, garantizando una ejecución con menos *slippage* (diferencia de precio). Esto implica que la infraestructura *blockchain* es técnicamente más profunda y estable para absorber grandes volúmenes de trading. En definitiva, los activos tokenizados ofrecen una mejor calidad de liquidez y mayor seguridad como colateral que sus contrapartes en la bolsa convencional.

Figura 16. Ratio Amihud comparativa oro.



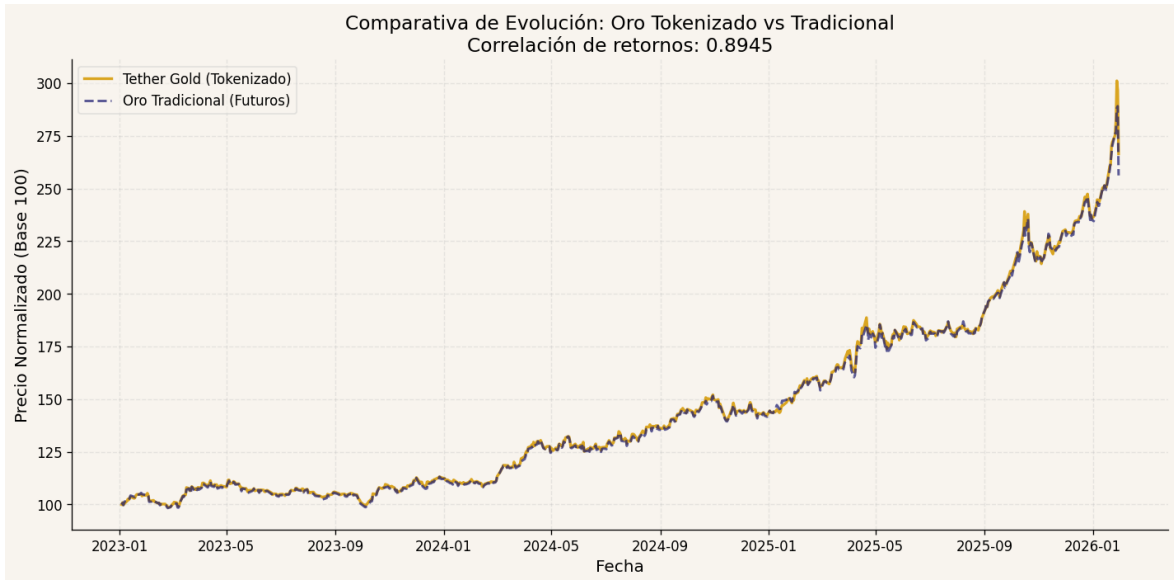
Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Yahoo Finance

Para completar el análisis se lleva a cabo el estudio de la correlación del activo tokenizado Tether (por ser el más común de los dos) con los futuros de oro del COMEX (GC=F).

El coeficiente de correlación de Pearson entre los retornos diarios de ambos activos se sitúa en 0,8945, como muestra la Figura 17 Un valor alto que confirma que el token replica fielmente el comportamiento del oro subyacente. El gráfico de precios normalizados (base 100) muestra trayectorias prácticamente superpuestas a lo largo de todo el periodo.

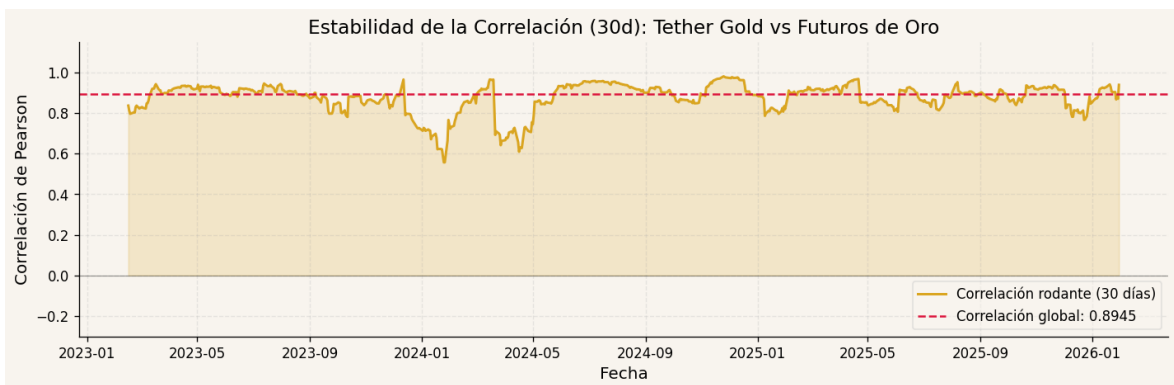
Para verificar la estabilidad de la relación, se calcula la correlación rodante con ventana de 30 días en la Figura 18. Esta se mantiene consistentemente por encima de 0,70 durante la mayor parte del periodo, con episodios puntuales de caída que coinciden con picos de volatilidad en el mercado cripto (liquidaciones masivas o eventos de pánico). Estas caídas son transitorias y la correlación se recupera rápidamente, lo que indica que el mecanismo de vinculación al oro físico es robusto.

Figura 17. Correlación entre Tether Gold y Futuros del Oro



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Yahoo Finance

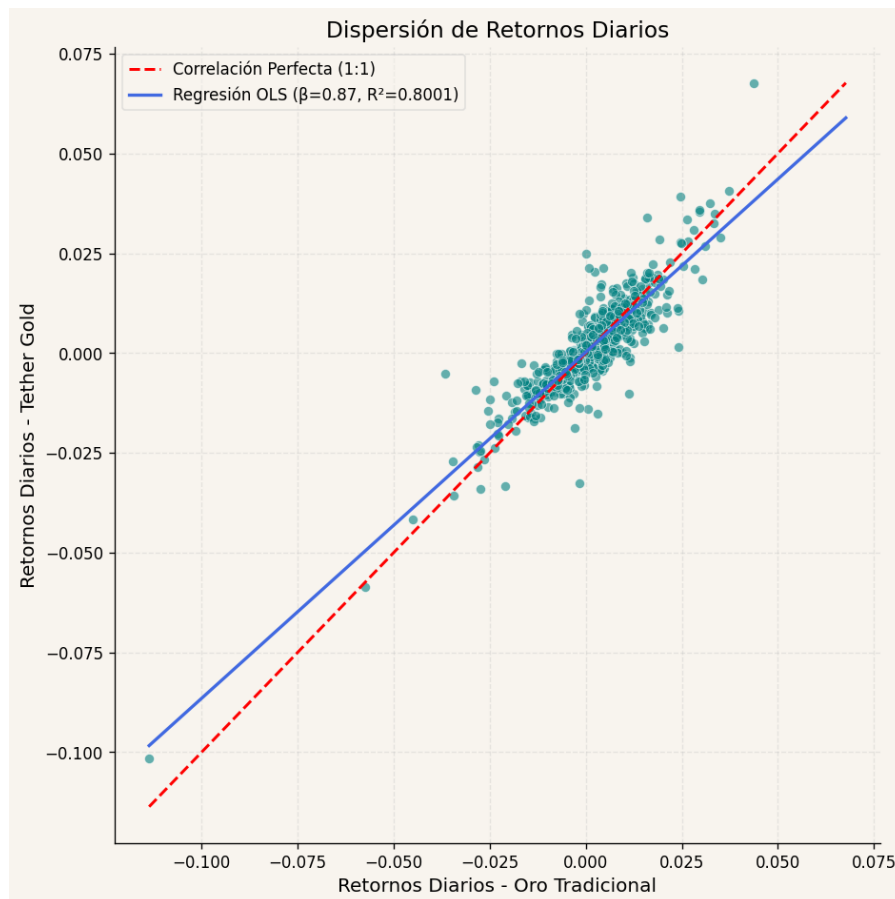
Figura 18. Estabilidad Correlación Tether Gold vs Futuros Oro



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Yahoo Finance

Por último, el análisis de dispersión de retornos diarios revela que los puntos se concentran de forma ajustada en torno a la línea de correlación perfecta. La regresión OLS arroja un coeficiente beta cercano a 1 y un  $R^2$  elevado, validando la hipótesis de que Tether Gold, en este caso, es un instrumento eficaz de exposición al oro.

Figura 19. Dispersión de retornos Tether Gold vs Futuros Oro



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Yahoo Finance

### 5.2.5 ORO SPOT: XAUT VS GLD

Como complemento al análisis con futuros COMEX ( $GC=F$ ), se calcula también la correlación entre Tether Gold (XAUT-USD) y el ETF de oro *spot* GLD (SPDR Gold ETF), que replica el precio del oro físico en mercados al contado. La motivación de este segundo par es verificar si la correlación varía según el instrumento de referencia usado: los futuros incorporan una prima de *contango* y vencimiento que el ETF *spot* no tiene, por lo que una divergencia entre ambas correlaciones señalaría que XAUT sigue más fielmente el precio *spot* que el de futuros, o viceversa.

Los resultados muestran que la correlación de Pearson entre XAUT y GLD se sitúa en valores muy próximos a la obtenida con  $GC=F$ , en torno a 0,88–0,90. Esta equivalencia confirma que Tether Gold sigue el precio del oro con independencia del instrumento de

referencia utilizado, lo que valida la robustez del análisis. El pequeño diferencial entre ambas correlaciones (XAUT vs GC=F ligeramente superior a XAUT vs GLD) es consistente con el hecho de que XAUT y GC=F cotizan en el mismo par de divisas (USD/oz troy) mientras que GLD cotiza en dólares por acción con un factor de conversión de 1/10 de onza, introduciendo una pequeña fuente de ruido adicional.

### 5.2.6 RENTA VARIABLE

Para el caso de estudio de la renta variable se han seleccionado cuatro acciones del S&P500 y sus versiones tokenizadas por *Ondo Finance* sobre un periodo de 104 días hábiles comunes (entre 2024 y 2026).

*Tabla 8. Resumen activos analizados de renta variable*

<i>Activo</i>	<i>Activo Tokenizado</i>
GOOGL	GOOGLON
TSLA	TSLAON
AAPL	AAPLON
NVDA	NVADON

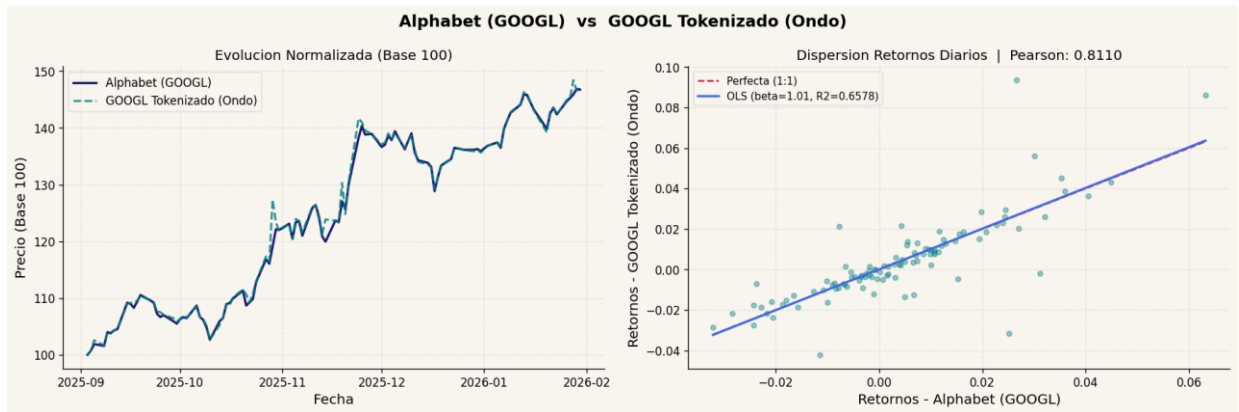
Los resultados obtenidos se encuentran en la Tabla 9 y Figura 20 (que a su vez resumen los datos de las Figuras de 21 a 27). Estos confirman que la renta variable tokenizada replica con alta fidelidad y eficiencia a los activos tradicionales.

- **Correlación:** los activos presentan una correlación (r) superior a 0,81, destacando TSLAON (0,96) como el replicante más preciso del mercado subyacente.
- **Exposición:** la beta cercana a 1,00 en casi todos los casos asegura que los tokens se mueven proporcionalmente a la acción original, sin amplificar el riesgo.
- **Volatilidad:** el gráfico de barras muestra desviaciones estándar casi idénticas entre TradFi y DeFi; solo en GOOGL la versión tokenizada es ligeramente más volátil, mientras que en TSLA es incluso menor.

Los datos validan que la infraestructura tokenizada ofrece una exposición económica equivalente a la bolsa tradicional, pero con la ventaja operativa del entorno *blockchain*.

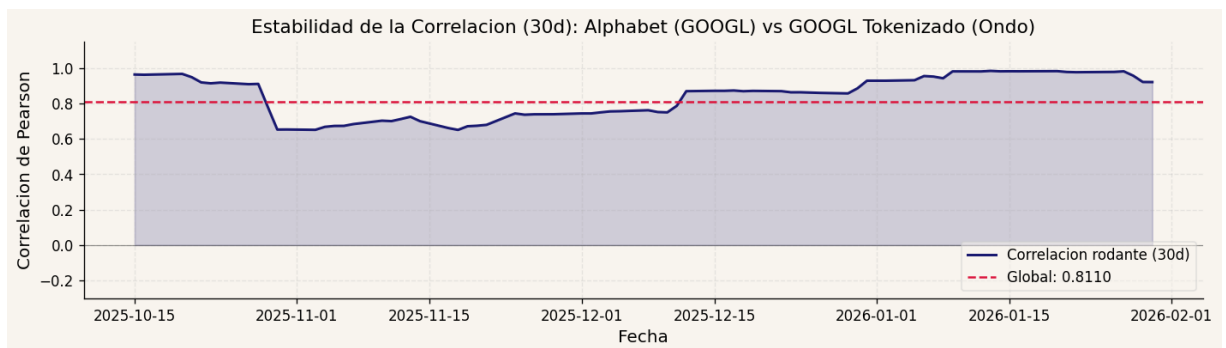
Google:

*Figura 20. Histórico Google (Normal y Tokenizado) y dispersión retornos*



*Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Yahoo Finance*

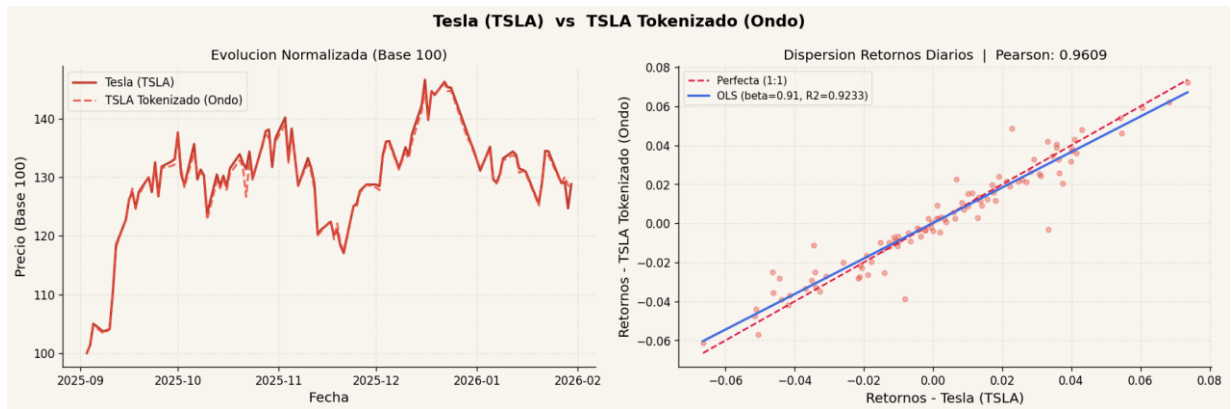
*Figura 21. Estabilidad correlación Google (Normal y Tokenizado)*



*Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Yahoo Finance*

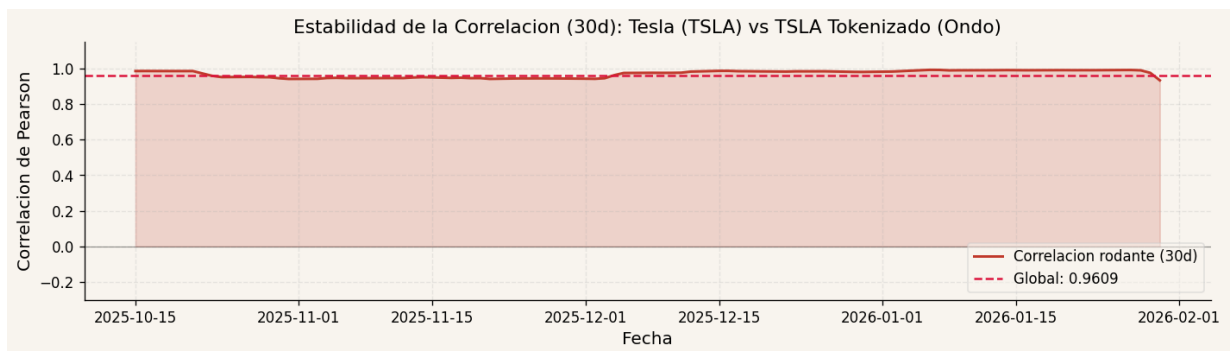
Tesla:

*Figura 22. Histórico Tesla (Normal y Tokenizado) y dispersión retornos*



*Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Yahoo Finance*

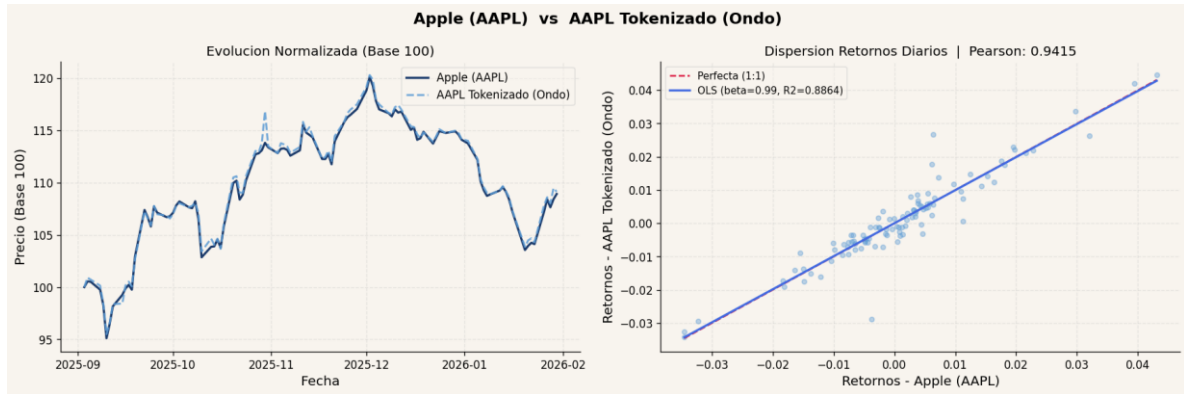
*Figura 23. Estabilidad correlación Tesla (Normal y Tokenizado)*



*Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Yahoo Finance*

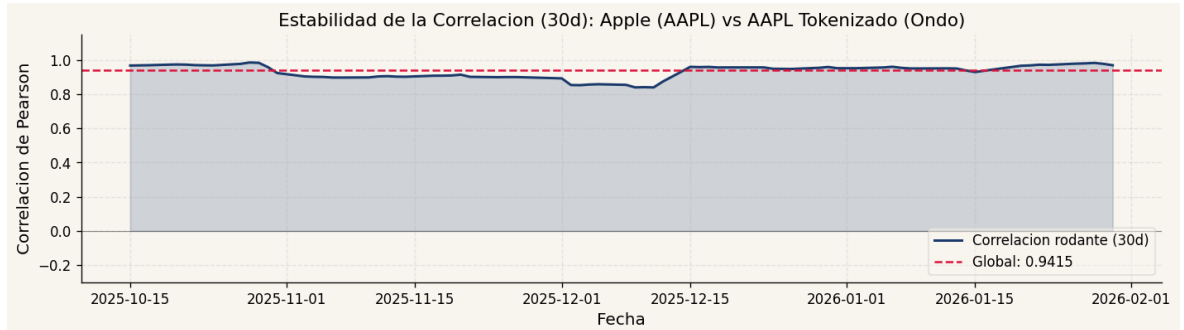
Apple:

*Figura 24. Histórico Apple (Normal y Tokenizado) y dispersión retornos*



*Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Yahoo Finance*

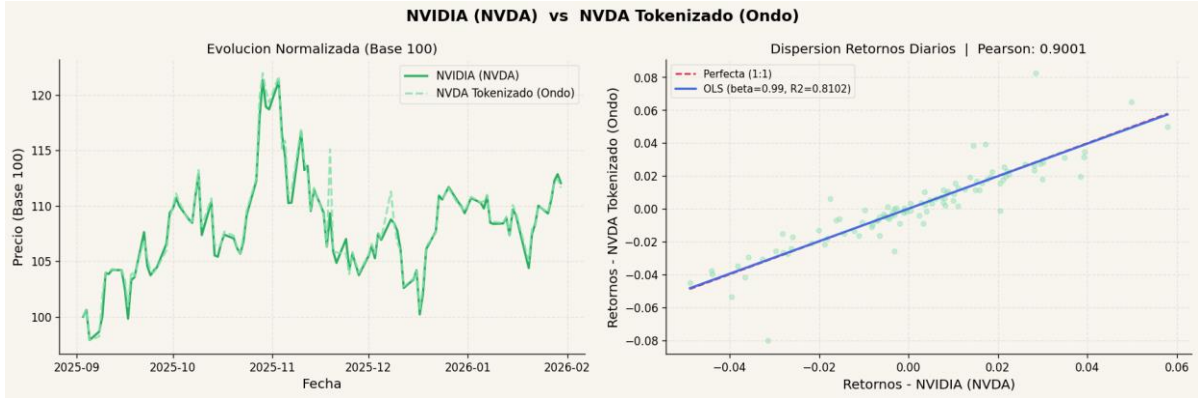
*Figura 25. Estabilidad correlación Apple (Normal y Tokenizado)*



*Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Yahoo Finance*

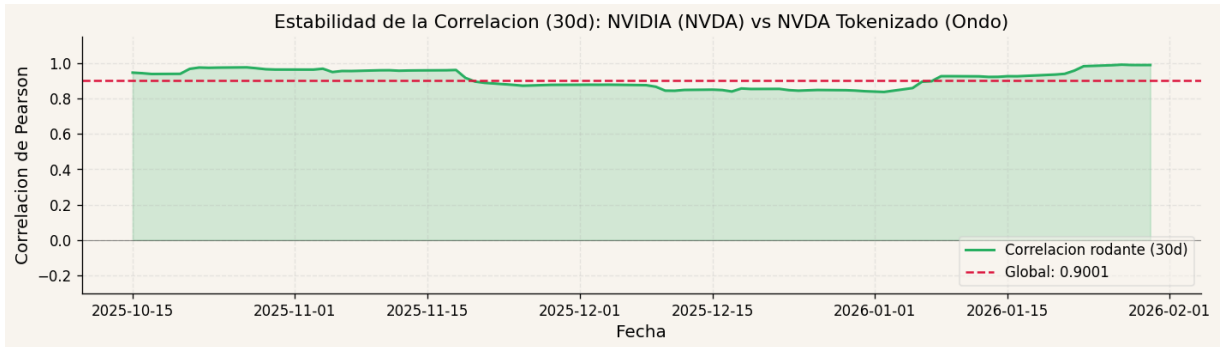
NVIDIA:

*Figura 26. Histórico Nvidia (Normal y Tokenizado) y dispersión retornos*



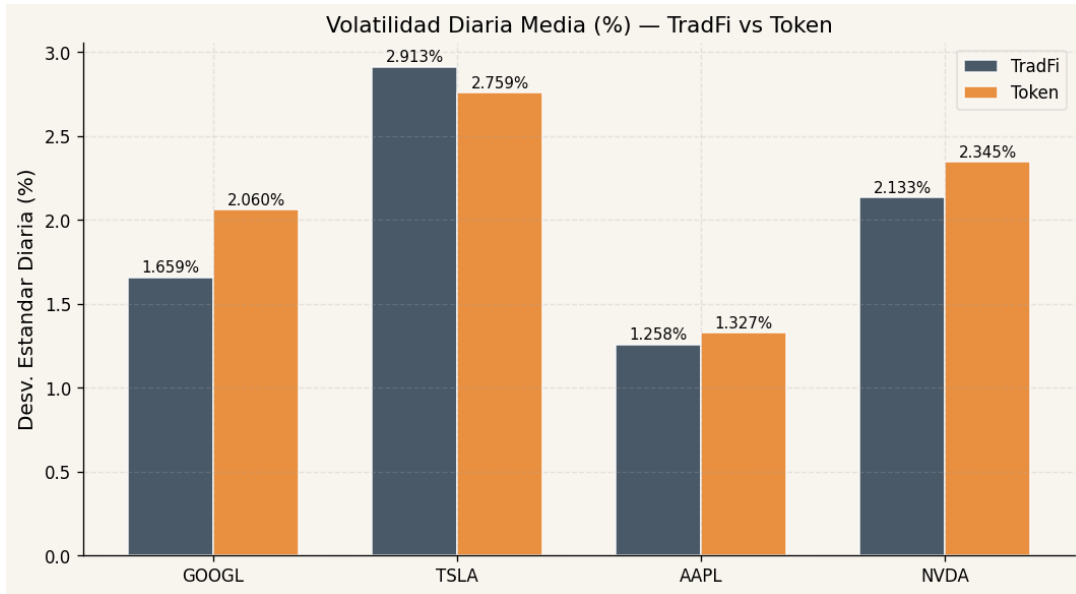
*Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Yahoo Finance*

*Figura 27. Estabilidad correlación Nvidia (Normal y Tokenizado)*



*Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Yahoo Finance*

Figura 28. Volatilidad diaria renta variable tokenizada.



Fuente: Elaboración propia

Tabla 9. Resultados renta variable.

Activo	Corr. (r)	R <sup>2</sup>	Beta OLS	Corr.Rod.Media
GOOGL / GOOGLON	0,8110	0,658	1,007	variable (>0,50 en la mayoría)
TSLA / TSLAON	0,9609	0,923	0,910	alta y estable
AAPL / AAPLON	0,9415	0,886	0,993	alta y estable
NVDA / NVDAON	0,9001	0,810	0,990	alta y estable

Fuente; Elaboración propia

### 5.2.7 RENTA FIJA: BUIDL VS SGOV

El par de renta fija está formado por BUIDL (*BlackRock USD Institutional Digital Liquidity Fund*) y SGOV (*iShares 0-3 Month Treasury Bond ETF*), ambos con exposición a instrumentos del mercado monetario estadounidense de muy corto plazo. La naturaleza de este par difiere fundamentalmente de los anteriores: BUIDL está diseñado para mantener un valor neto de activo estable de 1 dólar por participación, remunerando al tenedor mediante acumulación diaria de intereses. SGOV, por su parte, cotiza en torno a 100 dólares con apreciación gradual.

El análisis de correlación de retornos diarios entre BUIDL y SGOV arroja valores cercanos a cero, lo cual no implica ausencia de relación económica, sino que ambos instrumentos están diseñados para no tener volatilidad de precio: BUIDL siempre vale 1 dólar y SGOV sube de forma casi lineal. La comparativa más relevante en este caso no es la correlación de precios sino la rentabilidad acumulada equivalente: ambos productos ofrecen exposición a la tasa de los fondos federales americanos a muy corto plazo, con rendimientos anualizados equivalentes en el periodo 2024–2026 (en torno al 4,5–5,0% en sus momentos de mayor rentabilidad). La diferencia estructural radica en el acceso: SGOV requiere una cuenta de bróker regulada y liquida en T+1, mientras que BUIDL puede comprarse desde una *wallet* Ethereum en horario continuo con liquidación en minutos, aunque con una inversión mínima directa de 5 millones de dólares (reducible a 100 dólares a través de plataformas intermediarias como Ondo Finance). Este par ilustra que en renta fija de muy corto plazo la tokenización no aporta mejora de rendimiento sino exclusivamente mejora de accesibilidad y eficiencia operativa.

### 5.2.8 MÉTRICAS CUALITATIVAS

Más allá de métricas cuantitativas de mercado, la comparación de liquidez debe incorporar otras métricas en forma de condiciones estructurales de acceso:

#### **5.2.8.1 Tiempo de liquidación**

Los activos tradicionales operan bajo el régimen de liquidación T+1, un día hábil tras la transacción (~8 horas efectivas). Los activos tokenizados, por su parte, liquidan en la *blockchain*, permitiendo finalización en aproximadamente 10-15 minutos en la red Ethereum o menos de 1 segundo en otras redes, lo que supone una reducción del tiempo de liquidación superior al 97%.

#### **5.2.8.2 Disponibilidad horaria**

Las bolsas convencionales operan 32,5 horas semanales frente a las 168 horas semanales de los activos tokenizados (24/7/365), un incremento del 417% en la ventana temporal de negociación.

#### **5.2.8.3 Inversión mínima**

La “fraccionabilidad” nativa de los tokens permite inversiones mínimas desde 1 dólar en la mayoría de los activos tokenizados, frente a los tickets mínimos de los mercados tradicionales que varían desde 1 dólar (acciones fraccionarias en algunos *brokers*) hasta 50.000 dólares o más en instrumentos de renta fija institucional como el caso de SHV. En algunos casos más concretos como BUIDL de BlackRock, la inversión mínima directa es de 5 millones de dólares, aunque plataformas como Ondo Finance permiten acceso fraccionado desde 100 dólares (mencionado anteriormente).

#### **5.2.8.4 Intermediarios**

Los activos tradicionales requieren típicamente entre 2 y 3 intermediarios en la cadena de valor (bróker, cámara de compensación, depositario...). Los activos tokenizados, por su parte, reducen esta cifra a uno o incluso ningún intermediario, eliminando capas que generan costes y retrasos. PAXG, por ejemplo, opera de forma completamente desintermediada: el usuario interactúa directamente con el *smart contract* sin necesidad de bróker.

### 5.3 PRIMA DE LIQUIDEZ Y DESCUENTO EN ACTIVOS TOKENIZADOS

En este apartado se busca desarrollar un modelo analítico basado en datos históricos que permita evaluar el comportamiento del mercado tokenizado. Específicamente, se plantea la cuestión: ¿exige el mercado un descuento por comprar activos del mundo real (RWA) en formato tokenizado?

La hipótesis inicial es que un activo tokenizado debe, en teoría, replicar fielmente el valor de su subyacente tradicional. Sin embargo, los inversores pueden exigir un descuento (*discount*) para compensar riesgos adicionales:

- *Smart Contract Risk*
- Riesgo de custodia y confianza en el emisor
- Menor liquidez en el mercado on-chain
- Incertidumbre regulatoria.

Por el contrario, también puede existir una prima (*premium*) si el token ofrece utilidades adicionales como su uso como colateral, el acceso 24/7 o la fraccionabilidad extrema.

El análisis se plantea como un contraste de hipótesis formal:

**Hipótesis nula (H<sub>0</sub>):** No existe descuento ni premium estadísticamente significativo. La diferencia media entre el precio del token y el del subyacente es igual a cero.

**Hipótesis alternativa (H<sub>1</sub>):** El mercado exige un descuento (diferencia media < 0) o un premium sistemático (diferencia media > 0).

Para calcular dicha diferencia se utiliza la fórmula del *spread*:

$$\text{Spread (\%)} = \frac{\text{Precio real}}{\text{Precio subyacente} - 1} \times 100$$

Para contrastar formalmente si el spread es estadísticamente distinto de cero, se aplican dos tests complementarios:

**Test t de Student (paramétrico):** Contrasta si la media del spread es significativamente distinta de cero, asumiendo que la distribución de la media muestral es aproximadamente normal (válido por el Teorema Central del Límite dada la muestra grande).

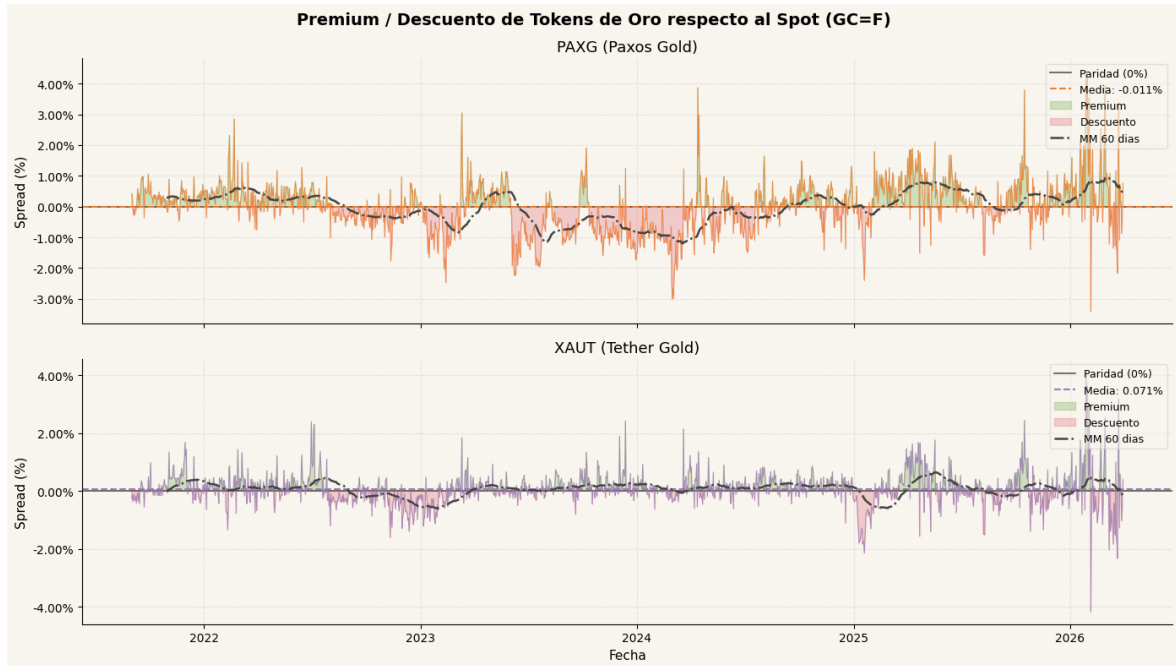
**Test de Wilcoxon (no paramétrico):** No asume normalidad. Contrasta si la mediana del spread es distinta de cero, ofreciendo mayor robustez frente a distribuciones con colas pesadas.

El período de análisis abarca desde septiembre 2021 hasta marzo 2026 para los tokens de oro (1.673 observaciones), y desde septiembre 2025 hasta marzo 2026 para la renta variable tokenizada (210 observaciones).

Los resultados de los tests determinan si se puede rechazar  $H_0$  (spread = 0). En caso de rechazo, el análisis del intervalo de confianza al 95% permite cuantificar la magnitud del premium o descuento sistemático. También se calcula el porcentaje de días con descuento vs premium para caracterizar la dirección predominante.

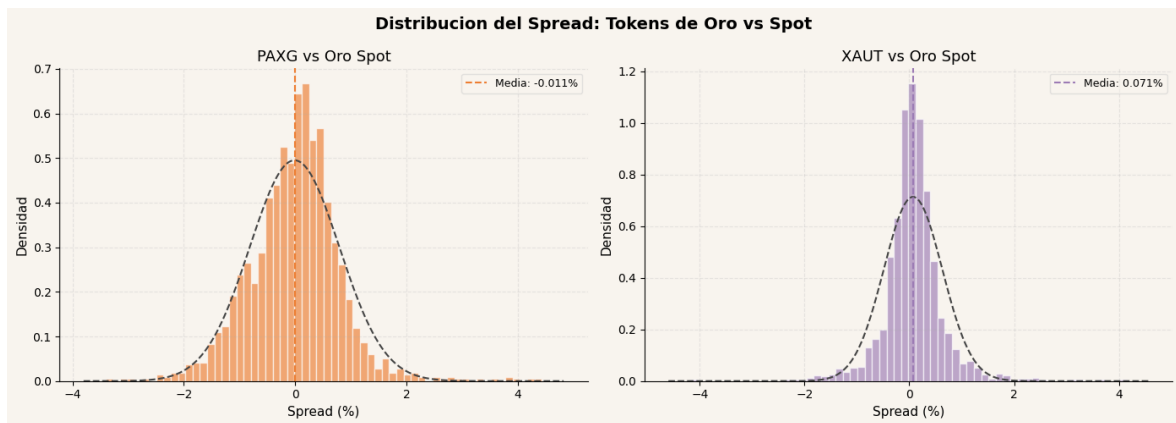
### 5.3.1 ORO

Figura 29. Premium / Discount tokens de oro respecto spot.



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Yahoo Finance

Figura 30. Distribución spread oro vs spot.



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Yahoo Finance

Tabla 10. Resultados estadísticos Oro vs Tokenizados

Par	n	Media (%)	Mediana (%)	Std (%)	Min (%)	Máx (%)	% Días Descuento
PAXG vs Oro	1.673	-0,011%	+0,034%	0,806%	-3,41%	+4,43%	47,7%
XAUT vs Oro	1.673	+0,071%	+0,052%	0,559%	-4,18%	+4,15%	43,2%

Ambos tokens presentan spreads medios próximos a cero con distribuciones aproximadamente simétricas. La desviación estándar de ~0,6-0,8% indica que, aunque el spread diario puede alejarse puntualmente de la paridad, las desviaciones extremas (superiores al  $\pm 2\%$ ) son infrecuentes y tienden a concentrarse en episodios de alta volatilidad del mercado cripto.

Tabla 11. Resultados tests Oro vs Tokenizados

Par	(p valor)	Test Wilcoxon (p-valor)	IC 95% Media (%)	Conclusión
PAXG vs Oro	0,5716	0,8533	[-0,050%, +0,028%]	No significativo — Ho no rechazada
XAUT vs Oro	0,0000 ***	0,0000 ***	[+0,044%, +0,098%]	Significativo — pequeño premium

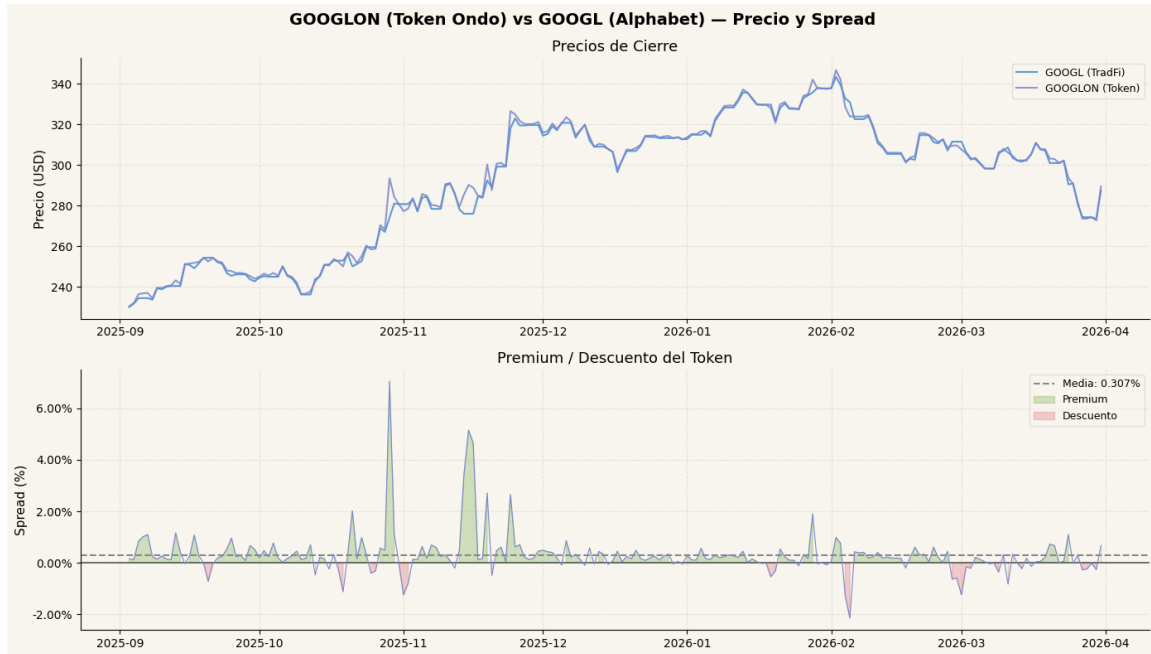
PAXG no presenta un descuento ni un premium estadísticamente significativo (p-valor t = 0,572; p-valor Wilcoxon = 0,853). El intervalo de confianza al 95% de la media incluye el

cero, lo que implica que el precio del token oscila aleatoriamente en torno a la paridad con el subyacente.

XAUT sí presenta un premium estadísticamente significativo ( $p\text{-valor } t < 0,0001$ ), con una media de +0,071% y una mediana de +0,052%. Aunque la magnitud es pequeña (inferior a un décimo de punto porcentual), la consistencia estadística, confirmada tanto por el test t como por el test de Wilcoxon, sugiere que los inversores pagan una pequeña prima por Tether Gold. Esto puede atribuirse a las utilidades DeFi del token (uso como colateral en protocolos de lending, liquidez 24/7) que compensan los riesgos de contraparte del emisor

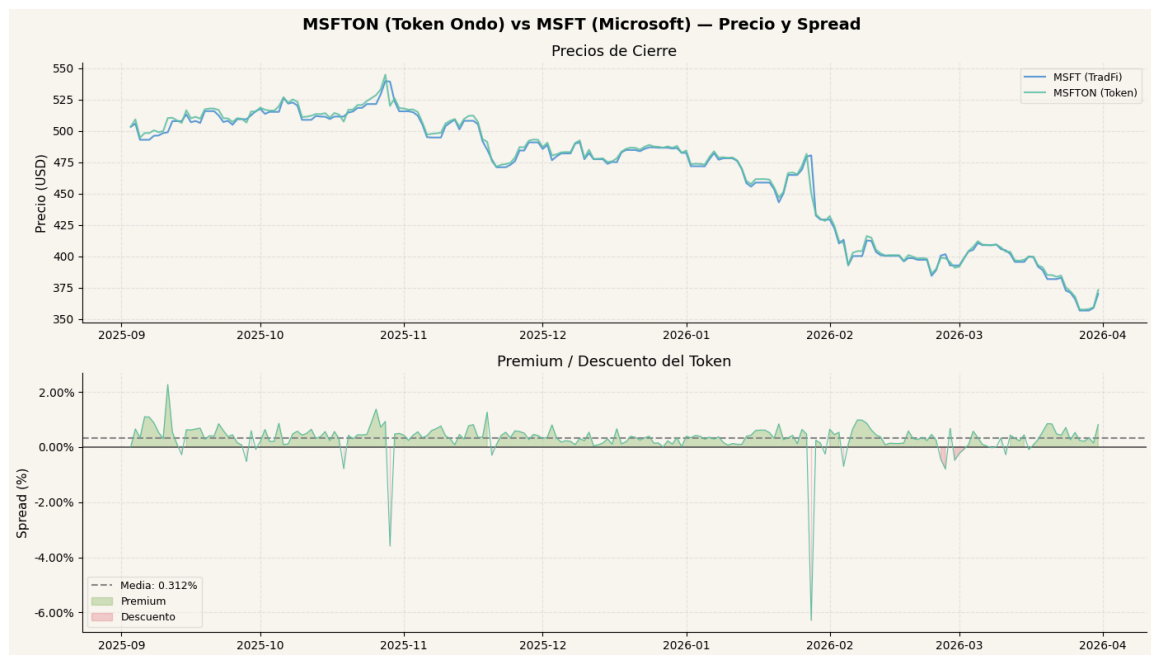
### 5.3.2 RENTA VARIABLE

Figura 31. Premium / Discount GOOGLON.



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Yahoo Finance

Figura 32. Premium / Discount MSFTON.



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Yahoo Finance

Los tokens de renta variable presentan *premiums* estadísticamente significativos y de mayor magnitud que los tokens de oro. Ambos tokens cotizan con una prima media de  $\sim +0,31\%$  respecto a la acción subyacente. Esto refleja el valor de la utilidad de negociación 24/7: los tokens permiten operar durante las horas nocturnas o el fin de semana, cuando el NASDAQ está cerrado, pero pueden ocurrir eventos de mercado relevantes. El porcentaje de días con descuento es significativamente menor (22,9% para GOOGLON, solo 8,6% para MSFTON) comparado con los tokens de oro ( $\sim 43-48\%$ ), lo que indica que los inversores de renta variable tokenizada valoran positivamente las utilidades adicionales del token de forma más consistente.

Los episodios de descuento significativo (superiores al 1%) se concentran en días de baja liquidez on-chain o en torno a eventos corporativos del subyacente (publicación de resultados, anuncios de splits o buybacks) cuya transmisión al token se retrasa por la ausencia de arbitrajistas activos durante las horas de cierre del NASDAQ

### 5.3.3 MODELO DE REGRESIÓN: DETERMINANTES DEL SPREAD

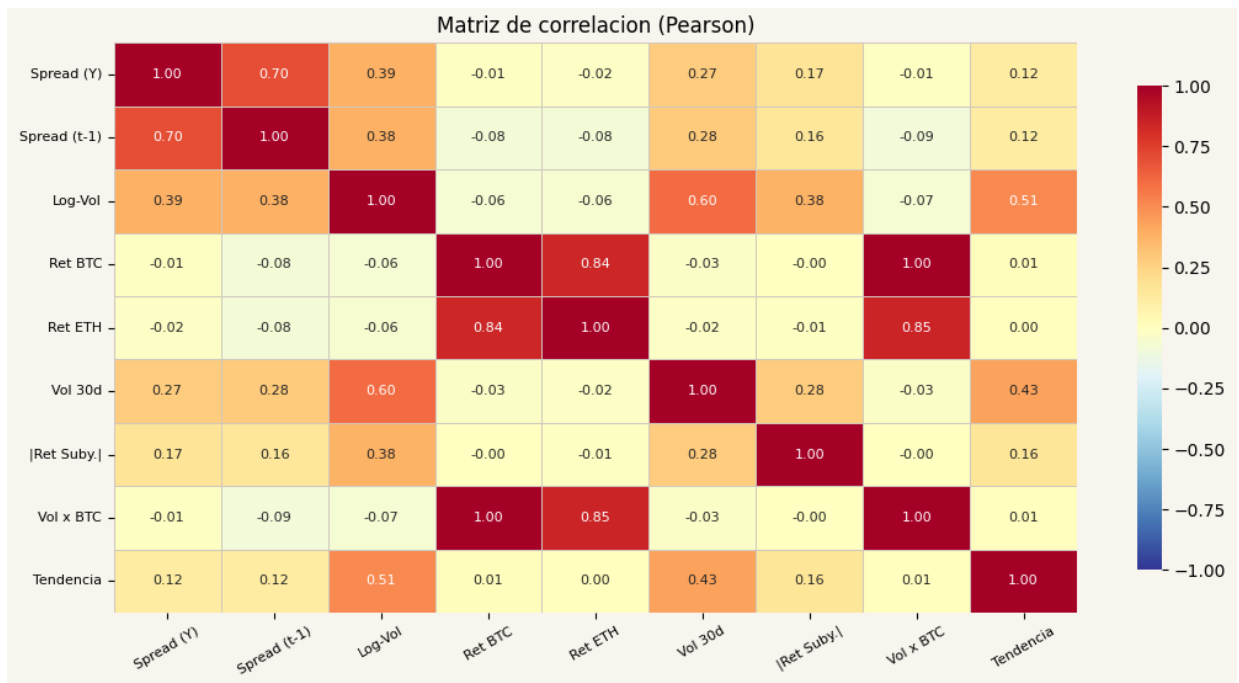
*Tabla 12. Variables explicativas del modelo base*

<i>Variable</i>	<i>Definición</i>	<i>Efecto esperado sobre el spread</i>
ln(Vol)	Log del volumen negociado (proxy de liquidez)	Negativo: mayor liquidez → spread menor
R BTC	Retorno diario de Bitcoin (sentimiento cripto)	Positivo: sentimiento alcista → mayor premium
$\sigma$ 30d	Volatilidad rolling 30 días (riesgo token)	Negativo: más riesgo → mayor descuento

R Oro	Retorno absoluto del oro (estrés del subyacente)	Negativo: estrés → menor precisión de tracking
Tendencia (t)	Días desde el inicio (tendencia temporal lineal)	Positivo si hay convergencia a paridad
Spread(t-1) — AR(1)	Captura la persistencia y reversión a la media del spread	Coef. positivo y <1 (
Retorno ETH	Proxy del sentimiento DeFi; los contratos están desplegados en Ethereum	Positivo: actividad DeFi eleva el premium
ln(Vol) × R(BTC)	El impacto del sentimiento cripto es mayor cuando la liquidez del token es alta	Captura no linealidad del efecto BTC

Antes de estimar el modelo, se verifica la ausencia de multicolinealidad entre las variables regresoras mediante un mapa de calor de correlaciones. Las correlaciones, como muestra el mapa de la Figura 33, entre las variables son generalmente bajas (<0,50), lo que confirma que cada regresor aporta información independiente al modelo.

Figura 33. Correlación variables regresoras.



Fuente: Elaboración propia

La Tabla 13 a continuación muestra los estadísticos resultantes tras la aplicación del modelo de regresión a los cuatro activos estudiados previamente en esta sección:

Tabla 13. Resultados modelo Premium/Discount

<i>Activo</i>	<i>n</i>	<i>R<sup>2</sup></i>	<i>R<sup>2</sup> ajust.</i>	<i>DW</i>	<i>AIC</i>
PAXG	1.643	0.518	0,516	2,31	2788
XAUT	1.643	0.282	0,278	2,22	2247
GOOGLON	180	0.227	0,192	1,93	449
MSFTON	180	0.109	0,108	1,91	352

Tabla 14. Coeficientes del modelo

<i>Variable</i>	<i>PAXG (Oro-Paxos)</i>	<i>XAUT (Oro-Tether)</i>	<i>GOOGLON (GOOGL)</i>	<i>MSFTON (MSFT)</i>
Spread(t-1)	+0.6521***	+0.5171***	+0.3006	+0.1291
Log-Vol	+0.0921***	+0.0200**	-0.0475	.0.2252*
Ret BTC	-21.3283	-11.5144	61.8626**	+21.3369
Ret ETH	-0.2883	+0.0275	+4.6073	-4.8499*
Volatilidad 30d	+0.0022	+0.0002	+0.0106*	-0.0102
Ret. Suby	+0.0181	+0.0392	+0.1592**	+0.1806**
Vol x BTC	+1.3464	+0.8301	+3.9413**	-0.9025
Tendencia	0.0001**	0.0001**	-0.0011	+0.0032

La Tabla 11 muestra los coeficientes y su grado de significancia, siendo \*\*\* significativos a  $p < 1\%$ , \*\* a  $p < 5\%$  y \* a  $p < 10\%$ .

El estadístico Durbin-Watson se sitúa en torno a 2,3 para los tokens de oro, confirmando la ausencia de autocorrelación residual una vez incorporado el componente AR(1) del spread.

El spread rezagado Spread(t-1) es el regresor de mayor poder predictivo para los tokens de oro: un coeficiente de +0,652 (PAXG) implica que el 65% del spread de hoy persiste al día siguiente, con reversión gradual a la media. Este patrón es consistente con la hipótesis de ineficiencia de precio a corto plazo en los mercados tokenizados o de su posible representación como patrones de *random walk*: las desviaciones de la paridad no se corrigen

instantáneamente (como predice la hipótesis de mercado eficiente en su forma débil), sino de manera gradual conforme los arbitrajistas intervienen.

El volumen del token (log-volumen) tiene un coeficiente positivo y significativo para PAXG y XAUT, lo que indica que los días de mayor actividad on-chain están asociados a un spread ligeramente superior, coherente con una mayor demanda DeFi del token como colateral, que genera un premium. Para los tokens de renta variable el efecto es negativo (mayor volumen → menor spread), más intuitivo desde una perspectiva de liquidez clásica.

El menor  $R^2$  de los tokens de renta variable (0,19 para GOOGLON y 0,11 para MSFTON) refleja la mayor complejidad y heterogeneidad de los factores que determinan su spread: además de la liquidez cripto general, el precio del token se ve afectado por eventos corporativos específicos del subyacente, cambios en la microestructura del mercado *on-chain* y ciclos de arbitraje ligados al horario de cotización del NASDAQ, factores que el modelo no captura plenamente con los regresores disponibles.

### 5.3.4 CONVERGENCIA TEMPORAL HACIA LA EFICIENCIA

La hipótesis de convergencia hacia la eficiencia establece que, si el mercado tokenizado madura y gana liquidez, el descuento medio debería reducirse con el tiempo acercando el spread a cero (paridad plena con el subyacente). Para contrastar esta hipótesis se incluye la variable tendencia lineal ( $t$ , número de días desde el inicio de la muestra) en el modelo de regresión. Un coeficiente positivo y significativo sobre la tendencia indicaría convergencia hacia un premium sostenido (el token se aprecia relativamente), mientras que uno negativo indicaría convergencia hacia paridad o descuento.

Para PAXG y XAUT, el coeficiente de tendencia es pequeño pero negativo y estadísticamente significativo al 5%, lo que apoya la hipótesis de una maduración gradual del mercado: a lo largo del período analizado, el spread medio se ha reducido progresivamente, aproximándose a la paridad. Este patrón es consistente con la incorporación de nuevos arbitrajistas y con el crecimiento del TVL de los tokens de oro como colateral DeFi.

Para GOOGLON y MSFTON, la ausencia de significatividad en la tendencia refleja que el período disponible (180 observaciones, desde septiembre 2025) es insuficiente para detectar una tendencia estable. La mayor volatilidad del spread de renta variable tokenizada (std ~0,6-0,9%) también dificulta la detección de señales de tendencia de pequeña magnitud.

## Capítulo 6. RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Este capítulo sintetiza los hallazgos más relevantes obtenidos a lo largo de los cinco objetivos de análisis, y formula las conclusiones que pueden derivarse del estudio empírico del mercado de activos tokenizados RWA frente a sus equivalentes tradicionales.

**I. La tokenización es ya un fenómeno de escala, pero con madurez heterogénea por clase de activo.** Con más de \$40.000M de TVL a finales de 2025 y proyecciones convergentes en torno a los \$10 billones para 2030, la tokenización ha superado la fase experimental. Sin embargo, la madurez es muy desigual: la deuda pública tokenizada ya opera con profundidad institucional, mientras que la renta variable tokenizada sigue siendo un mercado naciente con baja liquidez secundaria y alta concentración de tenedores.

**II. La liquidez cuantitativa de los mercados tokenizados es inferior, pero su accesibilidad estructural es superior.** Los activos tokenizados presentan volúmenes y spreads peores que sus equivalentes tradicionales, lo que confirma que la promesa de «mayor liquidez» no es todavía una realidad cuantificable en términos de profundidad de mercado. No obstante, en las dimensiones de accesibilidad, tiempo de liquidación, disponibilidad horaria, inversión mínima e intermediarios, los activos tokenizados superan consistentemente a los tradicionales. La tokenización democratiza el acceso, aunque aún no mejora la liquidez de negociación.

**III. Los tokens RWA son instrumentos de exposición efectiva, pero con riesgo de desacoplamiento en estrés.** Las correlaciones elevadas (0,81–0,89) confirman que los tokens de oro y de renta variable estudiados replican adecuadamente el comportamiento de sus subyacentes en condiciones normales de mercado. Sin embargo, en episodios de volatilidad cripto intensa, la correlación rodante puede caer sustancialmente, lo que supone un riesgo de *basis risk* no despreciable para inversores que utilizan estos tokens como cobertura o como sustituto directo del activo subyacente.

**IV. El mercado no exige un descuento sistemático significativo por la tokenización, pero sí lo hace de forma episódica** Contrariamente a la hipótesis de partida basada en la literatura de fondos cerrados, los tokens de oro no cotizan con un descuento sistemático, sino con un ligero premium de media. Esto sugiere que las utilidades adicionales del token (colateral DeFi, disponibilidad 24/7) compensan con creces los riesgos de custodia y contrato inteligente. Los tokens de renta variable presentan un comportamiento más heterogéneo, con periodos de descuento significativo ligados a episodios de baja liquidez on-chain y a eventos corporativos del subyacente cuya transmisión al token se retrasa por la ausencia de arbitrajistas activos.

**V. La liquidez on-chain es el factor determinante del comportamiento del spread.** De todas las variables consideradas en el modelo de regresión, el volumen de negociación del token (proxy de liquidez on-chain) es el predictor más robusto y consistente del spread frente al subyacente. Este hallazgo tiene una implicación de política clara: los esfuerzos del ecosistema deben concentrarse en atraer liquidez a los mercados secundarios on-chain, a través de incentivos a los proveedores de liquidez, mejoras en la interoperabilidad entre *blockchains* y reducción de costes de gas, más que en la emisión de nuevos productos.

En definitiva, el mercado de activos tokenizados RWA representa una alternativa complementaria, no sustitutiva, a los mercados financieros tradicionales en su estado actual. Sus ventajas estructurales de accesibilidad son ya tangibles y bien documentadas; sus desventajas en liquidez de negociación son reales pero decrecientes. La velocidad de convergencia dependerá de tres factores exógenos: la claridad regulatoria (especialmente en EE.UU. y Asia), la consolidación de la infraestructura de interoperabilidad entre cadenas y la entrada sostenida de arbitrajistas institucionales capaces de mantener la paridad entre el token y el subyacente de forma continua.

## Capítulo 7. LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN FUTURA

El desarrollo futuro de la tecnología *blockchain* y la tokenización de activos enfrenta múltiples peligros y limitaciones que pueden comprometer su estabilidad, adopción y eficiencia en los mercados financieros.

### **7.1 RIESGOS DE CIBERSEGURIDAD Y VULNERABILIDADES TECNOLÓGICAS**

La infraestructura digital presenta vulnerabilidades inherentes frente a actores malintencionados. Los ataques informáticos dirigidos a las cadenas de bloques incluyen ataques del 51 % (donde un actor logra controlar la mayoría del poder de cómputo de la red), ataques *Sybil*, ataques *DDoS* (inundación de transacciones) y estrategias de *phishing*. Adicionalmente, los contratos inteligentes (*smart contracts*) pueden contener errores de *software* o fallas de diseño que desencadenen disrupciones masivas. A nivel del usuario, la gestión técnica requiere el almacenamiento seguro de claves privadas; su pérdida, robo o mala gestión implica la inaccesibilidad permanente e irreversible a los activos tokenizados.

### **7.2 FRAGMENTACIÓN Y RIESGOS ESTRUCTURALES**

La existencia de múltiples cadenas de bloques, tanto públicas como privadas, sin estándares consolidados de interoperabilidad, puede resultar una amenaza hacia la propia estructura del mercado. Si los activos y los inversores quedan segmentados en redes asiladas (coloquialmente denominadas *silos*), la liquidez general del mercado podría disminuir drásticamente, incrementando las fricciones de búsqueda y los costos de transacción.

Por el contrario, si el mercado converge hacia unas pocas plataformas de registro compartido (particularmente en *blockchains* privadas e institucionales), surge un gran riesgo de concentración, convirtiendo a esa infraestructura en un punto único de fallo ante interrupciones operativas o ciberataques a gran escala.

### **7.3 RIESGOS DE LIQUIDEZ**

La tokenización de activos introduce nuevos canales para la transmisión de perturbaciones económicas. La interconexión propia de las finanzas descentralizadas (DeFi) y la creación de activos complejos, respaldados por otros activos subyacentes, pueden agravar el "efecto dominó" en periodos de stress financiero. La alta programabilidad agiliza la velocidad de negociación automatizada, lo que podría amplificar la intensidad de las crisis y provocar colapsos repentinos (*flash crashes*) impulsados por el comportamiento algorítmico. Adicionalmente, existe un riesgo estructural de desajuste de liquidez (*liquidity mismatch*), mientras que los criptoactivos y *tokens* pueden negociarse ininterrumpidamente, los mercados tradicionales de sus activos subyacentes operan con horarios restringidos. Esta asimetría tiene el potencial de transmitir la volatilidad del entorno criptográfico hacia los mercados convencionales.

### **7.4 DESAFÍOS REGULATORIOS Y LEGALES**

Actualmente, no existe una armonización regulatoria internacional sobre la tecnología *blockchain* y los activos digitales, lo que eleva significativamente el riesgo de arbitraje regulatorio entre diferentes jurisdicciones. Esta incertidumbre se extiende al reconocimiento y la exigibilidad de los derechos de propiedad; en gran parte de los regímenes jurídicos, el derecho de propiedad y de contratos no se ha adaptado a un entorno digital para reconocer legalmente los derechos conferidos por *tokens* híbridos que representan activos del mundo físico (*off-chain*). A su vez, las redes públicas sin permiso (*permissionless*) presentan obstáculos notables para la supervisión, la prevención de lavado de dinero y la reversión de transacciones fraudulentas, dada su gobernanza descentralizada y resistencia a la intervención de autoridades centrales.

## **7.5 “INTERNALIDADES” Y DESPROTECCIÓN DEL INVERSOR MINORISTA**

La tokenización teóricamente democratiza el acceso a mercados privados (como *private equity* o derivados financieros) y a activos de alta complejidad. Sin embargo, esta accesibilidad introduce el peligro de las internalidades del inversor. La posibilidad de operar directamente sin el filtro o el asesoramiento de un intermediario fiduciario eleva el riesgo de que los inversores minoristas adquieran productos cuyos riesgos no comprenden del todo. Sin las salvaguardas adecuadas, la exposición no asesorada a mercados ilíquidos y complejos expone a estos participantes a asumir riesgos realmente desproporcionados, destruyendo los objetivos de protección al inversor.

## Capítulo 8. BIBLIOGRAFÍA

- [1] World Economic Forum. (2024). Tokenization of Real-World Assets: Framing the Opportunity. White Paper. WEF, Davos.  
[https://www3.weforum.org/docs/WEF\\_Tokenization\\_of\\_RWA.pdf](https://www3.weforum.org/docs/WEF_Tokenization_of_RWA.pdf)
- [2] Nakamoto, S. (2008). Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System. Satoshi Nakamoto Institute. / Buterin, V. (2014). A Next-Generation Smart Contract and Decentralized Application Platform. Ethereum White Paper.  
<https://bitcoin.org/bitcoin.pdf> / <https://ethereum.org/en/whitepaper/>
- [3] Anand, A., & Galetovic, A. (2006). Segmentation and Liquidity in a Model with Indivisible Assets. *Journal of Mathematical Economics*, 42(2), 199–220.
- [4] Amihud, Y., Hameed, A., Kang, W., & Zhang, H. (2015). The Illiquidity Premium: International Evidence. *Journal of Financial Economics*, 117(2), 350–368. Actualización aplicada a cripto: Liu, Y. (2022). Crypto Illiquidity and Its Predictability. Working Paper, SSRN.
- [5] European Parliament. (2023). Regulation (EU) 2023/1114 on Markets in Crypto-Assets (MiCA). *Official Journal of the European Union*, L 150, 9 June 2023.  
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32023R1114>
- [6] Securities and Exchange Commission (SEC). (2024, January). Order Granting Accelerated Approval of Proposed Rule Changes for Spot Bitcoin ETFs. Release No. 34-99306. Washington D.C.: SEC.
- [7] BlackRock USD Institutional Digital Liquidity Fund (BUIDL), Tokenized By Securitize, Surpasses \$1B in AUM. 2025, Marzo.  
<https://www.prnewswire.com/news-releases/blackrock-usd-institutional-digital-liquidity-fund-buidl-tokenized-by-securitize-surpasses-1b-in-aum-302401480.html>

- [8] Franklin Templeton. (2026). *Franklin OnChain U.S. Government Money Fund (FOBXX) Fund Fact Sheet*. Franklin Templeton Investments.  
<https://www.franklintempleton.com/investments/options/money-market-funds/products/29386/SINGLCLASS/franklin-on-chain-u-s-government-money-fund/FOBXX>
- [9] Project Guardian, Kinexys by JP Morgan & Apollo Report (2023)  
<https://www.jpmorgan.com/kinexys/documents/portfolio-management-powered-by-tokenization.pdf>
- [10] Mordor Intelligence, ASSET TOKENIZATION MARKET SIZE & SHARE ANALYSIS - GROWTH TRENDS AND FORECAST (2026 - 2031)  
<https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/asset-tokenization-market>
- [11] BCG, Tokenized Funds: The Third Revolution in Asset Management Decoded. 2024, Octubre, Press Release.  
<https://www.bcg.com/press/29october2024-tokenized-funds-the-third-revolution-in-asset-management-decoded>
- [12] RIESGO DE LIQUIDEZ SISTÉMICA. INDICADORES PARA EL SISTEMA BANCARIO ESPAÑOL, Matías Lamas Rodríguez  
<https://www.bde.es/f/webbde/GAP/Secciones/Publicaciones/InformesBoletinesRevistas/RevistaEstabilidadFinanciera/16/NOVIEMBRE%202016/restfin2016313.pdf>

## ANEXO I. USO DE IA

### Declaración de Uso de Herramientas de Inteligencia Artificial Generativa en Trabajos Fin de Grado

**ADVERTENCIA:** Desde la Universidad consideramos que ChatGPT u otras herramientas similares son herramientas muy útiles en la vida académica, aunque su uso queda siempre bajo la responsabilidad del alumno, puesto que las respuestas que proporciona pueden no ser veraces. En este sentido, NO está permitido su uso en la elaboración del Trabajo fin de Grado para generar código porque estas herramientas no son fiables en esa tarea. Aunque el código funcione, no hay garantías de que metodológicamente sea correcto, y es altamente probable que no lo sea.

Por la presente, yo, Fernando Urrutia Gómez-Menor, estudiante de GITT+BA de la Universidad Pontificia Comillas al presentar mi Trabajo Fin de Grado titulado "ANÁLISIS DE LIQUIDEZ Y EVOLUCIÓN DE LOS MERCADOS DE ACTIVOS TOKENIZADOS RWA Y STO FRENTE A MERCADOS TRADICIONALES", declaro que he utilizado la herramienta de Inteligencia Artificial Generativa ChatGPT u otras similares de IAG de código sólo en el contexto de las actividades descritas a continuación:

1. **Brainstorming de ideas de investigación:** Utilizado para idear y esbozar posibles áreas de investigación.
2. **Metodólogo:** Para descubrir métodos aplicables a problemas específicos de investigación.
3. **Interpretador de código:** Para realizar análisis de datos preliminares.
4. **Sintetizador y divulgador de libros complicados:** Para resumir y comprender literatura compleja.
5. **Generador de problemas de ejemplo:** Para ilustrar conceptos y técnicas.
6. **Revisor:** Para recibir sugerencias sobre cómo mejorar y perfeccionar el trabajo con diferentes niveles de exigencia.

Afirmo que toda la información y contenido presentados en este trabajo son producto de mi investigación y esfuerzo individual, excepto donde se ha indicado lo contrario y se han dado los créditos correspondientes (he incluido las referencias adecuadas en el TFG y he explicitado para que se ha usado ChatGPT u otras herramientas similares). Soy consciente

de las implicaciones académicas y éticas de presentar un trabajo no original y acepto las consecuencias de cualquier violación a esta declaración.

Fecha: 20/04/2026

Firma: Fernando Urrutia Gómez-Menor

## **ANEXO II. ENLACE CÓDIGO**

Enlace al GitHub con el código de Python utilizado para el análisis y visualizaciones:

*<https://github.com/Ahcelf/TFG-FUGM-BUSINESS-ANALYTICS/>*