

REPORTE DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO

Proyecto: DDDR-Trust: Auditor de Gobernanza e Inteligencia Artificial para la Tokenización Inmobiliaria

Evento: Hackathon Apart Research & Cursor - Bolivia

Categoría: Gobernanza de IA

Equipo: Lljawitas Tech

Integrantes:

- Facundo Espinoza Rojas
- David Salas Arriaga
- Gabriel Mamani Sandoval
- Diego Joaquin Saavedra Alberto

Fecha: 21 de junio de 2026

Resumen Ejecutivo

La tokenización de bienes raíces promete democratizar las inversiones inmobiliarias mediante la tecnología blockchain. Sin embargo, en jurisdicciones como Bolivia, la mera transferencia de un activo digital no otorga derechos de propiedad reales frente a terceros si no se cumplen estrictos requisitos legales, registrales y tributarios. Este vacío entre la promesa tecnológica y la realidad normativa expone a los inversores locales a altos riesgos de fraude. DDDR-Trust es una solución de Gobernanza de IA que actúa como un auditor legal y financiero automatizado. Mediante el uso de modelos de Procesamiento de Lenguaje Natural (NLP), el sistema analiza contratos de tokenización y documentos oficiales (Folio Real) para emitir un dictamen de seguridad en tiempo real, protegiendo al consumidor y asegurando el cumplimiento de la legislación boliviana.

1. Introducción y Definición del Problema

La innovación en tecnologías descentralizadas (DeFi) ha introducido el concepto de "Activos Tokenizados", representaciones digitales de un activo real mediante tokens. A pesar de que en 2024 se levantó la prohibición de criptomonedas en Bolivia, la aplicación de esta tecnología al sector inmobiliario enfrenta un choque normativo crítico.

El problema central radica en la asimetría de información: las plataformas ofrecen tokens prometiendo la transferencia del dominio de un inmueble, pero el usuario promedio desconoce si dicha plataforma cuenta con los avales legales e institucionales para hacer efectiva esa promesa en el país. Esto genera un escenario propenso a estafas, donde el usuario adquiere un "puntero digital" sin respaldo físico.

2. Metodología de Investigación

Para fundamentar el diseño y la lógica algorítmica de DDRR-Trust, se aplicó una metodología de análisis cualitativo y comparativo estructurada en cuatro fases:

- **Revisión de normativa boliviana sobre propiedad inmobiliaria:** Análisis de los requisitos del Código Civil y la Ley de Derechos Reales respecto al título y modo de transmisión de bienes inmuebles.
- **Análisis de regulación Fintech y activos virtuales:** Estudio exhaustivo del Decreto Supremo 5384/2025 y las resoluciones de la UIF/ASFI para determinar las obligaciones de cumplimiento (compliance) de las entidades emisoras.
- **Investigación de riesgos asociados a la tokenización:** Mapeo de vulnerabilidades legales como el fraude por doble venta, omisión de gravámenes (hipotecas) y evasión tributaria (IMT/IUE).
- **Estudio de casos y modelos internacionales:** Revisión de marcos regulatorios comparados (como la Ley DLT de Suiza y la prueba Howey en EE.UU.) para adaptar estándares globales de seguridad a la realidad local.

3. Marco Legal y Análisis Normativo en Bolivia

La investigación para el desarrollo de DDRR-Trust se basó en el análisis del actual entramado normativo boliviano aplicable a la tokenización de inmuebles:

- **Propiedad y Derechos Reales:** El Código Civil boliviano y la Ley 2372/2002 exigen título público (escritura) y modo de entrega para transmitir inmuebles. La transferencia en blockchain no es oponible a terceros y requiere inscripción obligatoria en el Registro de Derechos Reales (DDRR). Cualquier token que intente asignar propiedad debe apoyarse en un acto registrado ante DDRR.
- **Regulación Financiera (ASFI):** El Decreto Supremo 5384/2025 (Ley Fintech) exige que toda entidad que emita o administre tokens de inversión deba inscribirse y obtener licencia de la Autoridad de Supervisión del Sistema Financiero (ASFI) como Empresa de Tecnología Financiera (ETF).
- **Prevención de Riesgos (UIF):** La Resolución UIF 019/2025 establece que todo Proveedor de Servicios de Activos Virtuales (PSAV) debe registrarse ante la Unidad de Investigaciones Financieras y aplicar políticas de conocimiento del cliente (KYC) y prevención de lavado de activos (ALD).
- **Obligaciones Tributarias:** La transferencia de inmuebles está sujeta al Impuesto Municipal a la Transferencia (IMT), que ronda el 3%. Si la tokenización se realiza a través de una empresa (SPV), las utilidades están gravadas con un 25% por el Impuesto a las Utilidades de las Empresas (IUE).

4. Sección de Innovación

DDRR-Trust redefine la protección al consumidor en el entorno Web3 al introducir conceptos pioneros en la región:

- **Uso de IA para auditoría regulatoria:** Transforma textos legales densos en datos estructurados y procesables para la toma de decisiones.
- **Interpretación automática de normativa:** El sistema contextualiza las cláusulas de los *Smart Contracts* directamente contra el marco jurídico boliviano en tiempo real.
- **Protección preventiva para inversionistas:** Actúa antes de que ocurra la transacción financiera, funcionando como un "antivirus legal" contra estafas.
- **Evaluación automatizada y escalable:** Elimina el cuello de botella de requerir un abogado especializado para transacciones de micro-inversión inmobiliaria digital.

5. Solución Propuesta y Capacidades de la IA

Para mitigar los riesgos descritos, proponemos el desarrollo de DDDR-Trust. En lugar de crear una plataforma de comercialización que opere en un vacío legal, construimos una herramienta de auditoría automatizada basada en IA para gobernar y regular estas operaciones desde la perspectiva del usuario final.

Capacidades específicas del motor de IA:

- **Extrae información clave:** Identifica números de matrícula, titulares y cláusulas de transferencia en Contratos y Folios Reales.
- **Detecta cláusulas de riesgo:** Alerta sobre promesas ilegales (ej. "La transferencia en la blockchain representa la totalidad del dominio").
- **Verifica requisitos regulatorios:** Confirma si el documento menciona explícitamente licencias operativas obligatorias (ASFI/UIF).
- **Genera explicaciones en lenguaje sencillo:** Traduce la jerga legal (como anotaciones preventivas o gravámenes) a términos financieros comprensibles.
- **Clasifica el nivel de riesgo:** Emite un veredicto visual instantáneo mediante un sistema de semáforo.

6. Ejemplos de Riesgos Detectados

El sistema está entrenado para reaccionar ante inconsistencias críticas. A continuación, se presentan casos de uso evaluados por el algoritmo:

- **Falta de licencia ASFI o Registro ETF**
 - **Resultado del Sistema:** ● Alerta Roja
 - **Observación de la IA:** Riesgo altísimo de operar con una entidad no regulada para emitir valores en el país.
- **Hipoteca o gravamen no declarado**
 - **Resultado del Sistema:** ● Alerta Roja
 - **Observación de la IA:** El Folio Real presenta anotaciones preventivas o deudas que invalidan la compra segura del inmueble.
- **Falta de políticas KYC/AML**
 - **Resultado del Sistema:** ● Alerta Amarilla
 - **Observación de la IA:** Posible incumplimiento normativo de la UIF; existe un riesgo moderado de congelamiento de activos por falta de transparencia.

- **Promesa de dominio exclusivo "on-chain"**
 - **Resultado del Sistema:** ● Alerta Roja
 - **Observación de la IA:** Ilegal bajo el Código Civil boliviano; no existe oponibilidad a terceros ni transferencia real sin la intervención de un notario y Derechos Reales.
- **Estructura legal y registral correcta**
 - **Resultado del Sistema:** ● Semáforo Verde
 - **Observación de la IA:** Cumplimiento normativo validado. La estructura es sólida. Se emite un recordatorio automático de las previsiones tributarias obligatorias (IMT / IUE).

7. Arquitectura del MVP y Limitaciones

El prototipo funcional se desarrolló utilizando herramientas de generación de código ágil (Cursor) y diseño de interfaces (Lovable).

- **Entrada de Datos (Inputs):** La interfaz recibe texto no estructurado correspondiente al Contrato de Tokenización y al documento de Folio Real del inmueble.
- **Motor de Procesamiento (LLM):** Se utiliza un modelo de lenguaje de gran escala (Large Language Model) configurado con un *System Prompt* estricto que actúa bajo los parámetros de la normativa boliviana (DS 5384/2025 y resoluciones UIF).
- **Salida de Datos (Output):** El sistema emite un dictamen en formato JSON que actualiza el estado de la aplicación web, mostrando un sistema de alertas:
 - **Verde:** Estructura jurídica sólida, cumplimiento de licencias ASFI/UIF y Folio Real sin gravámenes.
 - **Amarillo/Rojo:** Alertas de riesgo por promesas de transferencia exclusivamente on-chain, falta de licencias o existencia de hipotecas no declaradas. Se incluye advertencia sobre cálculo impositivo (IMT / IUE).

Limitaciones Actuales del MVP:

- **No reemplaza asesoría legal oficial:** El veredicto es una herramienta de pre-auditoría preventiva.
- **Dependencia de calidad documental:** El análisis depende de la legibilidad y exactitud de la información proporcionada por el usuario al momento de la consulta.
- **Ausencia temporal de conexión a bases oficiales:** Al tratarse de un Producto Mínimo Viable (MVP) desarrollado para esta hackaton, la versión actual evalúa únicamente los documentos subidos y no se conecta vía API a las bases de datos internas de Derechos Reales o la ASFI. Sin embargo, en su fase de escalabilidad y despliegue comercial, el sistema integrará estas conexiones oficiales para automatizar la verificación de datos en tiempo real.
- **Resultados orientativos:** El semáforo es un indicador de riesgo algorítmico, no un dictamen con fuerza de ley.

8. Impacto Esperado y Escalabilidad

DDRR-Trust demuestra cómo la Inteligencia Artificial puede ser utilizada de forma responsable para hacer cumplir la ley y proteger el patrimonio ciudadano.

Beneficios Medibles:

- **Reducir tiempos de revisión documental:** De días de espera por asesoría legal a un procesamiento algorítmico de segundos.
- **Detectar riesgos antes de una inversión:** Protege el capital del usuario minorista previniendo el fraude de manera proactiva.
- **Aumentar la transparencia del ecosistema:** Obliga a los emisores de tokens a estandarizar y aclarar sus contratos legales.
- **Facilitar la adopción segura de la Web3:** Otorga confianza a la integración de tecnologías descentralizadas (blockchain) en mercados tradicionales.

A nivel de escalabilidad, el núcleo del modelo puede ser adaptado a las regulaciones de otros países de Latinoamérica (como la Ley Fintech de México o normativas de la CMF en Chile) simplemente actualizando la base de conocimiento legal del agente de IA.

9. Conclusión

La tokenización inmobiliaria representa una oportunidad tecnológica importante, pero su implementación irresponsable es un riesgo directo para la economía del ciudadano de a pie. DDDR-Trust se posiciona como una herramienta indispensable de Gobernanza de IA, cerrando la brecha entre la innovación descentralizada y las instituciones reguladoras tradicionales, garantizando inversiones transparentes y respaldadas por la ley.

10. Referencias Bibliográficas y Respaldo Legal

- **Código Civil Boliviano:** Artículos relativos a la transmisión de la propiedad y exigencia de forma (Art. 1293 y concordantes).
- **Ley de Inscripción de Derechos Reales de 1887 y Ley 2372/2002:** Normativa sobre regularización del derecho propietario y la oponibilidad ante terceros.
- **Ley del Mercado de Valores (Ley 1834):** Regulación sobre la oferta pública de valores y su aplicabilidad a los *Security Tokens*.
- **Decreto Supremo N° 5384/2025 (Ley Fintech):** Definición de Activos Tokenizados y reglamentación de las Empresas de Tecnología Financiera (ETF).
- **Resolución Administrativa UIF N° 019/2025:** Obligación de registro y políticas KYC/AML para los Proveedores de Servicios de Activos Virtuales (PSAV).
- **Circular ASFI N° 885/2025:** Reglamentación específica para la supervisión y licenciamiento de operaciones con activos digitales y soluciones blockchain en el sector financiero.
- **Informes Internacionales:** Análisis comparados sobre tokenización inmobiliaria y aplicación de la prueba *Howey* (SEC, EE. UU.) y la Ley DLT (Suiza) para la clasificación de *Utility* vs. *Security Tokens*.