

PROPUESTA DE UN MODELO DE DATOS PARA UN CATASTRO MULTIPROPÓSITO EN CHILE BASADO EN LADM ISO 19152: ESTUDIO DE CASO DE LA COMUNA DE TEMUCO

PROPOSAL FOR A DATA MODEL FOR A MULTIPURPOSE CADASTRE IN CHILE BASED ON LADM ISO 19152: A CASE STUDY OF THE COMMUNE OF TEMUCO

Sr. Daniel Flores-Rozas^{1,2}, Sr. Miguel-Ángel Manso-Callejo¹

RESUMEN

El catastro multipropósito ha evolucionado para abordar principalmente la administración de la tierra, la aplicación de nuevas tecnologías y la integración de nuevos enfoques. Así, esta propuesta explora la implementación y adaptación del Modelo de Datos de Administración de Tierras de la norma LADM ISO 19152 a través de un perfil país con el objetivo de establecer un catastro multipropósito en Chile, utilizando como caso de uso la Municipalidad de Temuco. Chile, al igual que otros países, cuenta con un catastro de propiedad desde una perspectiva fiscal sin influir en la gestión y desarrollo territorial ni en la participación ciudadana, actores fundamentales en el territorio. La contribución de esta propuesta es estandarizar la información territorial desde una perspectiva de propiedad, basada en la norma ISO 19152, en pos de una gestión eficiente y de comprensión de nuestro territorio con una mirada geoespacial. Analiza su evolución, y las mejores prácticas identificadas desde el punto de vista del fortalecimiento de la gobernanza del territorio con la participación de los actores involucrados, facilitando la gestión territorial y la participación ciudadana. La propuesta se basa en el fortalecimiento del modelo básico de la norma, de tal manera que mejore las prácticas de administración de propiedades en Chile y se adapte al contexto legal del país. Esta propuesta se centra en temas relacionados con la respuesta a emergencias que se presentan año tras año en el territorio.

Palabras clave: Perfil chileno; catastro multipropósito; gobierno local; gestión de riesgos y desastres; respuesta a desastres; modelo de administración de tierras (LADM); ISO19152.

ABSTRACT

The multipurpose cadastre has evolved to address primarily land administration, the application of new technologies, and the integration of new approaches. This proposal explores the implementation and adaptation of the Land Administration Data Model (LADM) ISO 19152 standard through a country profile. The goal is to establish a multipurpose cadastre in Chile using the Municipality of Temuco as a use case. Like other countries, Chile has a property cadastre from a fiscal perspective that does not influence territorial management, development, or citizen participation, all of which are fundamental to the territory. This proposal contributes to the standardization of territorial information from a property perspective based on the ISO 19152 standard to efficiently manage and understand our territory from a geospatial perspective. The proposal analyzes the evolution of the standard and identifies best practices for strengthening territorial governance through the participation of relevant stakeholders, thereby facilitating territorial management and citizen participation. The proposal strengthens the basic model of the standard to improve property management practices in Chile and adapt to the country's legal context. The proposal focuses on issues related to emergency responses in the territory.

Keywords: Chilean profile; multipurpose cadastre; local government; risk and disaster management; disaster response; land administration model (LADM); ISO19152.

¹ Universidad Politécnica de Madrid, Escuela de Ingenieros en Topografía, Geodesia y Cartografía, Madrid, España.

² Universidad de Santiago de Chile, Departamento de Ingeniería Geoespacial y Ambiental (DIGEA), Facultad de Ingeniería, Santiago, Chile.

Autor de correspondencia: daniel.flores@alumnos.upm.es

1. INTRODUCCIÓN

En las últimas dos décadas, la investigación en catastro multipropósito ha mostrado una evolución significativa, reflejando la creciente relevancia de la eficiencia en la gestión de la información geoespacial asociada a la propiedad y uso de la tierra. El análisis de artículos recientes (Polat et al., 2022), permite identificar tres etapas clave en esta evolución: (a) un enfoque inicial en la gobernanza de la tierra; (b) la transición hacia modelos bidimensionales y tridimensionales con énfasis legal y repercusión en la gestión de la tierra y la vivienda (Inan, 2015; Zhuo et al., 2015), lo que refuerza la necesidad de estandarización al abordar aspectos jurídicos y físicos de la propiedad (Paasch et al., 2015), (Van Oosterom & Lemmen, 2015) y (c) una fase influenciada por nuevas tecnologías que optimizan la recopilación de datos y la toma de decisiones, como la tecnología BIM (Janečka, 2019), modelos GML que se incorporan en el modelo de administración de tierras (LADM), estudio de interiores (INDOOR) (Alattas et al., 2020) , o estudios de redes en servicios básicos(W. D. O. Silva & Carneiro, 2020).

El objetivo central es analizar el progreso, desafíos y mejores prácticas en la integración de datos de la tierra desde perspectivas técnicas y legales (Zhuo et al., 2015), destacando la importancia del enfoque normativo y el desarrollo de perfiles nacionales basados en modelos de administración de tierras,(Paulsson & Paasch, 2015; Van Oosterom & Lemmen, 2015) , además del impacto positivo en la economía y la sociedad,(Gogolou & Dimopoulos, 2015; Lee et al., 2015) y en el desarrollo urbano (Thakur et al., 2018).

En Chile, el catastro inmobiliario está vinculado al impuesto territorial y se enmarca en un esquema institucional fragmentado (Alvarez, 2014). A nivel nacional, el Servicio de Impuestos Internos (SII) lidera la estructura catastral, complementado por el Ministerio de Bienes Nacionales —responsable de la propiedad fiscal—, el Instituto Geográfico Militar (IGM), el Sistema Nacional de Información Territorial (SNIT) y las municipalidades. Este modelo, sin embargo, excluye aspectos esenciales de gestión de la tierra y participación ciudadana.

La ausencia de un modelo de datos estandarizado implica que los municipios carecen de un sistema estructurado, generando duplicación de información y un conocimiento territorial limitado. La descentralización de datos provoca una gestión deficiente y una baja interoperabilidad entre departamentos municipales (Lopez et al., s. f.), lo que se traduce en la existencia de múltiples catastros internos y en la dificultad para transferir o procesar información (Smith, 2023).

Ante esta situación, se propone un modelo de datos para el Catastro Chileno basado en la norma ISO 19152 LADM, implementado inicialmente en la comuna de Temuco (300.000 habitantes). Su adopción permitirá integrar información multipropósito, mejorar la gestión territorial y optimizar la administración del suelo. Los objetivos específicos incluyen, (i) proponer un modelo catastral aplicable a nivel municipal que favorezca una gestión eficiente del territorio; (ii) fortalecer la toma de decisiones y la transparencia; (iii) reducir la informalidad en la tenencia; y (iv) apoyar la planificación urbana y la respuesta ante emergencias y riesgos naturales.

El artículo se estructura del siguiente modo; la Sección 2 aborda el estado del arte de los modelos catastrales antes y después de la publicación del LADM (2012), incluyendo el avance hacia catastros 3D y nuevas tecnologías, así como su evolución hacia la segunda edición del estándar (Lemmen et al., 2023). La Sección 3 detalla la metodología aplicada para formular el perfil chileno a partir de la información de la Municipalidad de Temuco. La Sección 4 presenta los resultados, discute el alcance del modelo en relación con el estado del arte y finaliza con las conclusiones.

2. ESTADO DEL ARTE

En la primera década del siglo XXI, los estudios sobre gobernanza de la tierra destacaron la importancia de un catastro preciso para decisiones informadas, equidad en la distribución de la tierra y gestión eficiente del territorio. La informalidad de la tenencia sigue siendo un desafío global, lo que exige fortalecer la dimensión legal mediante leyes y reglamentos, como en China, que incorporó 13 categorías de requisitos legales (Zhuo et al., 2015), o Brasil, que aplicó estándares en territorios indígenas para reducir la burocracia y garantizar

derechos (Paixao et al., 2015). Ambas experiencias son contribuciones importantes a la consolidación legal de la tenencia de la tierra.

En este contexto, países como China han reconocido la importancia de esta perspectiva integral y están llevando a cabo estudios exhaustivos que abarcan tanto las dimensiones jurídicas como la integración de la vivienda y el uso del suelo (Zhuo et al., 2015). En este caso, este enfoque se ha convertido en una herramienta clave para fortalecer la gobernanza territorial. La integración de la vivienda y el uso de la tierra en que este enfoque no solo aborda los problemas legales de la tenencia de la tierra, sino que también reconoce la interrelación entre la vivienda y su uso. Este enfoque integral permite a China administrar los recursos de la tierra de manera más eficiente, promover el desarrollo urbano sostenible y abordar los desafíos asociados con la rápida urbanización. Entre ellos, el modelado de bienes raíces, donde modelos como CityGML se extienden con los conceptos legales de administración de la tierra (A. O. D. Silva & Fernandes, 2020), fortalece la precisión de la estructura de propiedad de las unidades de condominio, típica de los gobiernos abiertos que fomentan la participación pública y promueven la transparencia de la información.

El Modelo de Dominio de Administración de Tierras (LADM) es una iniciativa que tiene como objetivo estandarizar los factores sociales y tecnológicos clave que afectan la administración de la tierra. Autores como M. Lee y J. Choi (2015) proponen un nuevo modelo de administración de tierras para Corea del Sur bajo la norma LADM ISO 19152:2012 integrando propiedades físicas y representaciones tridimensionales de edificios y elementos subterráneos (Lee et al., 2015). Este enfoque ha sido diseñado para abordar varios desafíos, desde la erradicación de la pobreza en países como Etiopía, dada la falta de estabilidad política, capacidad técnica y falta de políticas y leyes (Alemie et al., 2015), a la respuesta al cambio climático (Rohan et al., 2010), o promover la buena gobernanza facilitando una gestión eficiente y sostenible en espacios urbanos complejos, como señala H. Tomic para Croacia (Tomić et al., 2021), así como el acceso a la vivienda y la agricultura sostenible, entre otros (Alemie et al., 2015). Esto ha mejorado la transparencia al facilitar el acceso de los ciudadanos a la información, lo que implica un énfasis en el establecimiento de una infraestructura nacional de información en países como Polonia (Góźdż & Van Oosterom, 2016) o la estandarización de un modelo de datos (Aydinoglu & Bovkir, 2017). Esto se traduce en una participación y en la identificación con el territorio de todos los actores implicados; actores sociales, autoridades o individuos; lo que mejora la relación como comunidad y promueve una mayor cooperación entre comunidades y autoridades (Duarte, s. f.); al mismo tiempo, les permite ser parte de un entorno que fortalece el vínculo con el derecho a la propiedad.

Otra experiencia como ejemplo para el perfil chileno es Corea. Basa su modelo en la norma ISO 19152 con una clase principal (Fig. 1), en la que se muestran las clases y sus relaciones con las entidades (Lee et al., 2015). En 2017, Corea consideró el espacio subterráneo como un recurso sostenible, además de fortalecer la variable 3D en su modelo, proponiendo datos catastrales bajo el modelo LADM ISO 19152, que podrían ser aplicables a otros sistemas de información utilizados en Corea (Kim & Heo, 2017a).

La decisión de mejorar el contenido existente y ampliar las capacidades de la norma ISO 19152:2012 permitió avanzar a una segunda versión de la norma. La segunda edición de la ISO 19152 ha definido varias partes: Parte 1, Modelo Conceptual Genérico; Parte 2, Registro de la propiedad; Parte 3, Regulación geográfica marina; Parte 4, Información de valoración; Parte 5, Información sobre planificación espacial; Parte 6, Aspectos de implementación. (Kara et al., 2024) (Lemmen et al., 2023)

Un número considerable de países han adoptado la norma ISO 19152:2012, lo que ha facilitado el crecimiento y el interés sostenido, así como una administración más eficiente de la tierra. Por ejemplo, Malasia peninsular (Sarawak) ha basado su administración de tierras en la Edición II de la norma (Zamzuri et al., 2023), integrando los departamentos de agrimensura, registro de tierras, departamento de valoración y planificación; ver Figura 2.

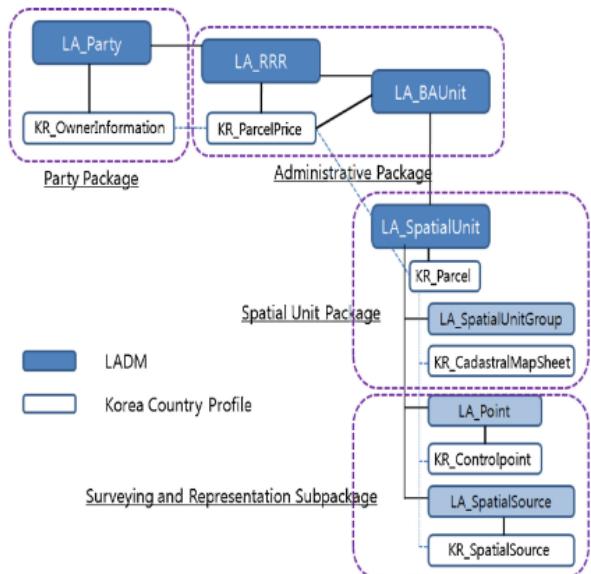


Figura 1. Clases básicas del perfil coreano LADM alrededor de la entidad parcela en el perfil coreano (Fuente: Kim et al., 2013) (Kim & Heo, 2017b).

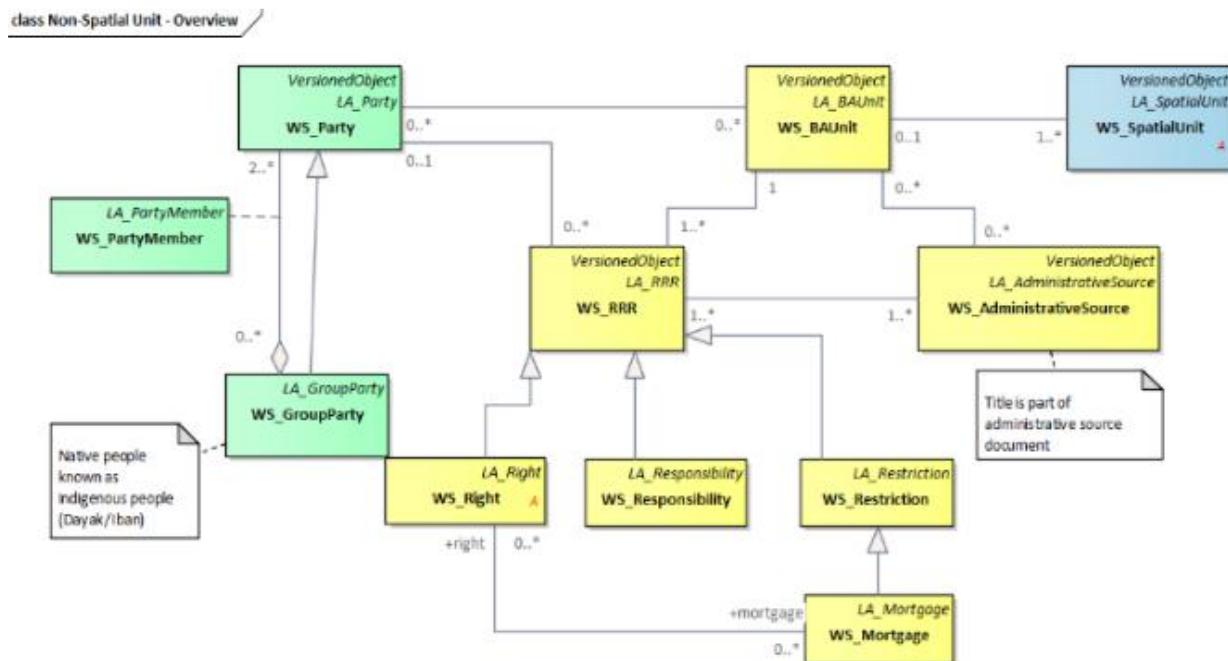


Figura 2. Descripción general de la parte no espacial de Wilayah Sarawak (Malasia) LADM Perfil (Zamzuri et al., 2023).

En un análisis más exhaustivo realizado entre 2001 y 2015 (Paulsson & Paasch, 2015), en 184 publicaciones con el objetivo de comprender cómo se había abordado el problema de la gestión de la tierra, se reveló que el enfoque de las soluciones propuestas se centra en los aspectos técnicos y los registros inmobiliarios. Del análisis se desprende que antes de la iniciativa LAND ISO19152, no se prestaba la debida atención a los aspectos jurídicos y de administración de tierras, como se ilustra en la tabla 1, que sintetiza y cuantifica los

trabajos revisados (Paulsson & Paasch, 2015).

Tabla 1. Resumen de la encuesta bibliográfica sobre el modelo de dominio de administración de tierras (Paulsson & Paasch, 2015).

Año	Aspectos				Total, Año
	Legal	Técnicos	Registro	Organizativo	
2001-2002	0	4	1	0	5
2003-2004	6	7	9	1	23
2005-2006	6	0	8	1	15
2007-2008	3	3	3	0	9
2009-2010	10	5	5	2	22
2011-2012	16	7	18	1	42
2013-2014	10	18	28	3	59
TOTAL	51	44	72	8	175

Como se demuestra en la Tabla 1, desde 2012-2014, aproximadamente el 60% de las publicaciones de investigación se han publicado posteriormente o después de la implementación del estándar LADM (ISO19152: 2012). Un análisis de estos estudios indica un creciente interés en el análisis del alcance de la implementación del Modelo LADM, abordando aspectos legales, técnicos y registrales en los perfiles desarrollados por los países que han adoptado este modelo.

Antes de 2015, la mayoría de los artículos abordaban la gobernanza de la tierra; y la responsabilidad de esta gobernanza recaía principalmente en dos o más instituciones encargadas de cuestiones legales y espaciales relacionadas con la tierra (Alemie et al., 2015); El modelo LADM ISO19152:2012 facilita la administración eficiente de la tierra en virtud de su fácil adaptación e integración con fuentes legales y espaciales. En un estudio de 2015, Van Oosterom y C. Lemmen demostraron el impacto del modelo en los sistemas de administración de tierras y su estandarización, tanto en 2D como en 3D (Van Oosterom & Lemmen, 2015), y Kalantari estableció una hoja de ruta para guiar a las organizaciones en este proceso (Kalantari, DInsmore, et al., 2015).

En Brasil, las disputas por tierras entre terratenientes e indígenas, junto con la burocracia y la lenta adjudicación motivada por la deforestación, impulsaron la creación de un catastro integrado con apoyo internacional. Este modelo permitió regular las tierras indígenas, estableciendo derechos, restricciones y deberes, y mejoró los procesos administrativos al incorporar información geométrica que facilitó la interoperabilidad y el intercambio de datos mediante una Infraestructura Nacional de Datos Espaciales, evitando duplicaciones, superposiciones y conflictos posteriores (Paixao et al., 2015).

A partir de 2015 (Fig 3), la literatura académica ha resaltado avances en la implementación del modelo LADM 19152:2012, como la integración de información (Zhuo et al., 2015) (Zulkifli et al., 2021), y la estandarización de datos, aunque con limitaciones de interoperabilidad en casos como Polonia (Alberdi & Erba, s. f.) lo que confirma el rol clave de la estandarización en el catastro multipropósito.

Este mapa sugiere que los principales objetivos abordados desde 2015 a la fecha son la estandarización y valorización del suelo, expandiéndose a un aspecto multipropósito; Estandarizar la información ha sido clara para delimitar propiedades, territorio y alcances tributarios a nivel de estudios, en los que el catastro juega un papel importante para identificar los activos de tierra por parte de los diferentes actores que interactúan en él.

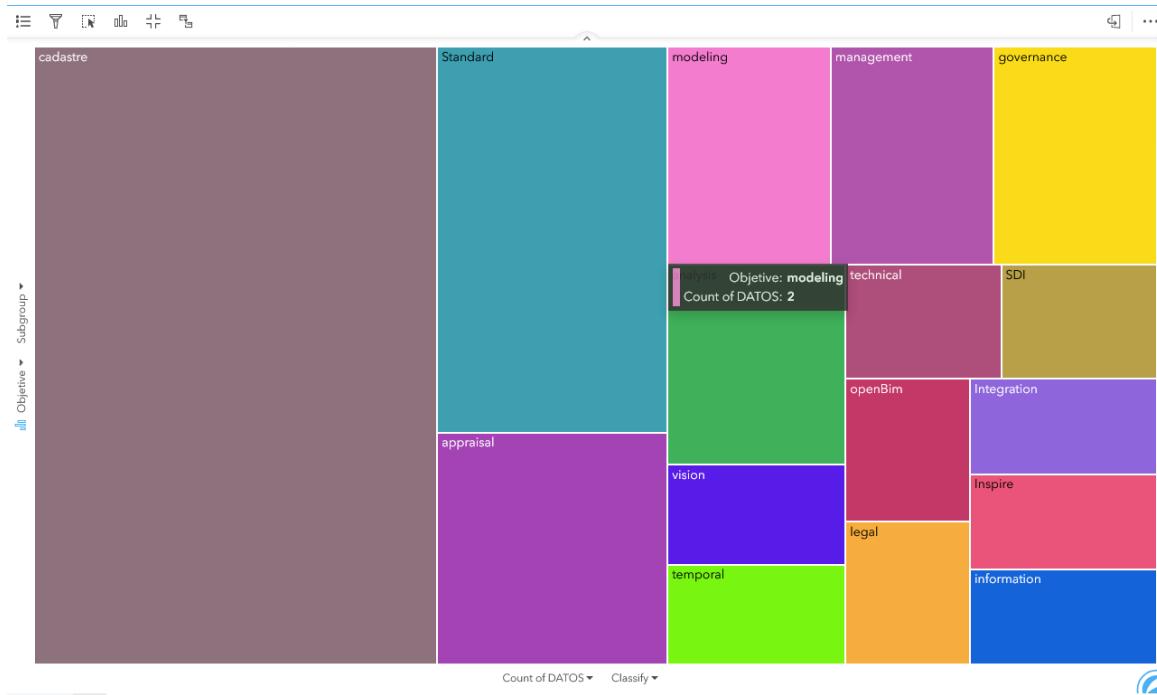


Figura 3: Mapa de árbol de los principales temas abordados en la literatura, que apuntan al Catastro como un tema de interés a nivel local. Fuente: Elaboración propia, año 2025.

La Figura 4a y 4b (W. D. O. Silva & Carneiro, 2020) muestran otras experiencias de integración, como INSPIRE en Europa (Crompvoets et al., s. f.) (Bartha & Kocsis, s. f.) en la que se concluye que es posible hacerlos interoperables(Dawidowicz et al., 2020), incorporando otros modelos u otras variables que no sólo consideran desde el marco geoespacial el ámbito 2D o 3D, sino que también 4D (Alberdi & Erba, 2020) , pero con una revisión constante de la evolución de sus datos, información y adaptación a las nuevas tecnologías (Ercan, 2021), transparencia y participación ciudadana (A. O. D. Silva & Fernandes, 2020), apoyo a la planificación territorial, seguridad jurídica y/o tecnologías emergentes (Oldfield et al., 2017) (Polat et al., 2017) entre otros.

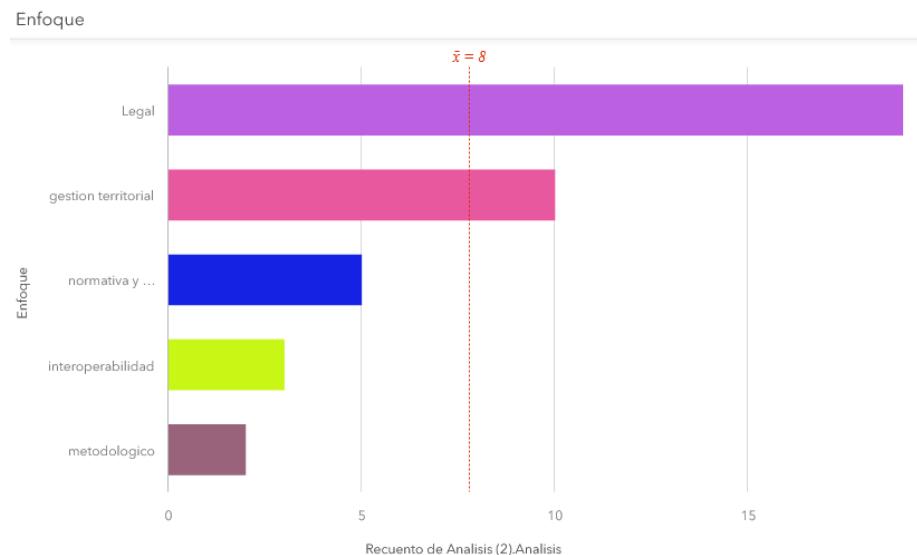


Figura 4a: Enfoque gráfico, beneficios e impacto en la tierra y su valor desde el punto de vista legal. Fuente:

Elaboración propia, año 2025.

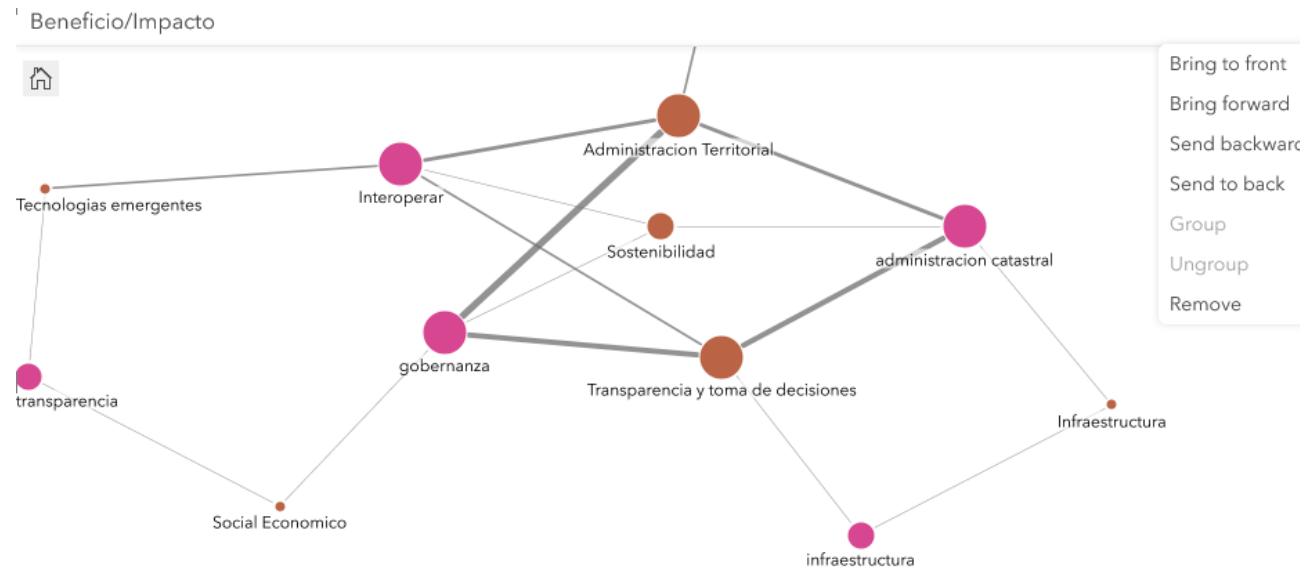


Figura 4b: Enfoque gráfico, beneficios e impacto en la tierra y su valor desde el punto de vista legal. Fuente: Elaboración propia, año 2025.

Las Figuras 4a y 4b evidencian que el aspecto legal es uno de los más destacados en la literatura, al relacionarse con el valor del uso de la tierra y su impacto territorial. Las dimensiones jurídicas en el catastro multipropósito permiten garantizar la integridad y utilidad de la información, lo que resalta la necesidad de enfoques integrados y basados en estándares (Zhuo et al., 2015). Ello ha impulsado la evolución hacia modelos 3D y 4D (Alberdi & Erba, 2020; Van Oosterom & Lemmen, 2015), fortaleciendo la planificación urbana, la transparencia y la toma de decisiones en ciudades inteligentes (Tomic et al., 2022), en coherencia con los marcos legales de cada país (Okembo et al., 2022). Estas innovaciones contribuyen a establecer normas de presentación de datos y facilitan la gestión eficiente de la tenencia de la tierra, la infraestructura y el desarrollo sostenible. Asimismo, las autoridades requieren recursos y tecnologías que aseguren eficiencia y transparencia en la administración catastral (Hajji et al., 2023).

En Latinoamérica, Colombia lidera la experiencia regional al implementar por ley un catastro multipropósito. La normativa permitió integrar información física y legal de las propiedades, así como sus derechos, restricciones y responsabilidades, habilitando la administración municipal de catastros. Pilotos como el de Cumaribo, que generó ortoimágenes con drones para mapas catastrales, facilitaron la entrega de derechos de propiedad a pobladores sin títulos. De este modo, el catastro multipropósito en Colombia ha favorecido la actualización de la información territorial y la regularización de la propiedad (IGAC, 2021).

En otra experiencia, como es el caso de la Municipalidad de Palmira (Go Catastral, 2022) Se evidencia un aumento en el número de propiedades a 123,179 (2022), en relación a años anteriores: 118,149 (2018) y 122,469 (2021) sumando al valor catastral \$25.1 mil millones de pesos. La colaboración de la comunidad para identificar cambios específicos fue importante, ya que se sumaron a los métodos indirectos, colaborativos y declarativos. La implementación del modelo LADM Colombia permitió agregar nuevos atributos_variables a la

base de datos del municipio.

- (1) Edad de los predios/parcelas (Avaluo_construcción),
- (2) Parcelas definidas como lotes urbanizados y no urbanizados, información que no estaba presente en la base de datos del municipio, y
- (3) Terrenos definidos como lotes no desarrollados y urbanizables, información que no estaba presente en la base de datos del municipio.
- (4) Número de plantas en propiedades.

Convocaron a la comunidad y a los actores, enriqueciendo la implementación del modelo, además de fortalecer la identidad ciudadana en su territorio. También realizaron un diagnóstico basado en la migración, dado por tres niveles que permitieron articular la implementación del modelo(Go Catastral, 2022).

- (1) Cada predio/parcela debe tener una dirección asociada (Figura 5),
- (2) Cada predio/parcela debe tener un derecho asociado (Figura 6), y
- (3) Todo derecho debe tener una fuente administrativa (Figura 7).

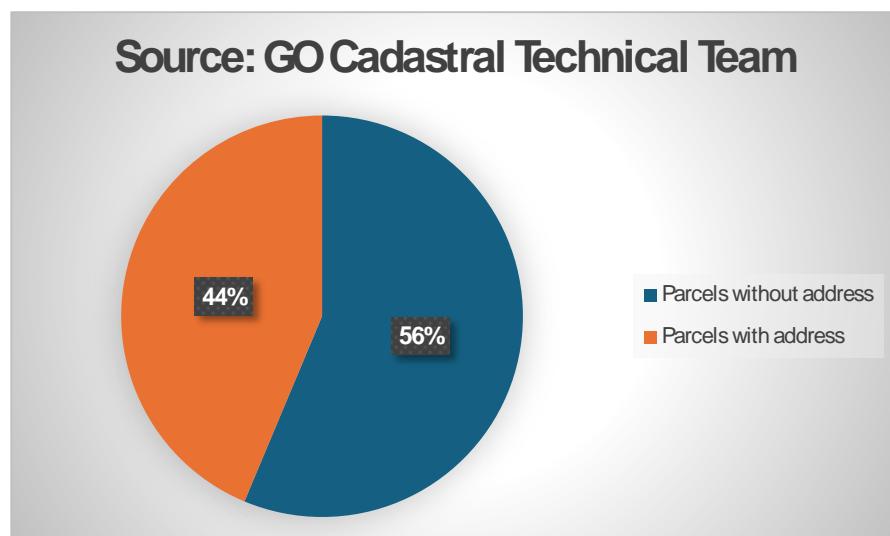


Figure 5. Validación dirección asociada. Fuente: Go Catastral, 2022

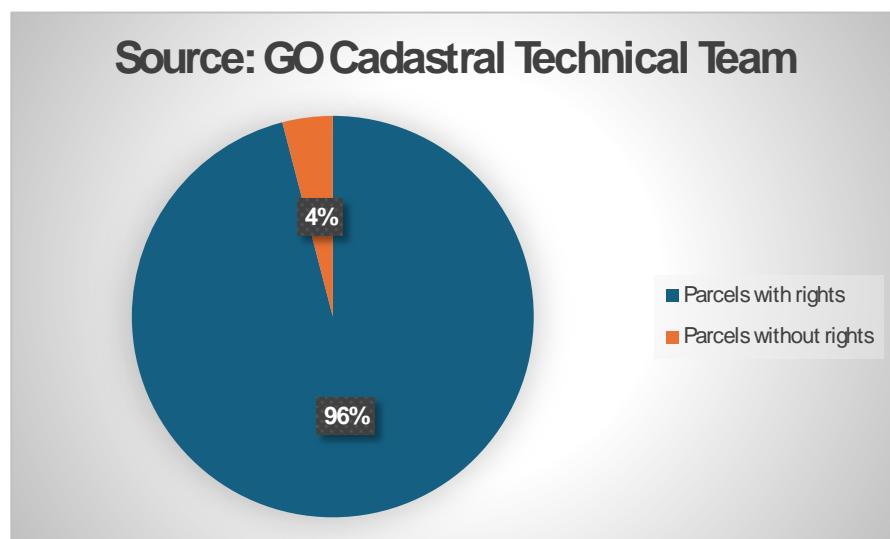


Figure 6. Validación derecho asociado. Fuente: Go Catastral, 2022

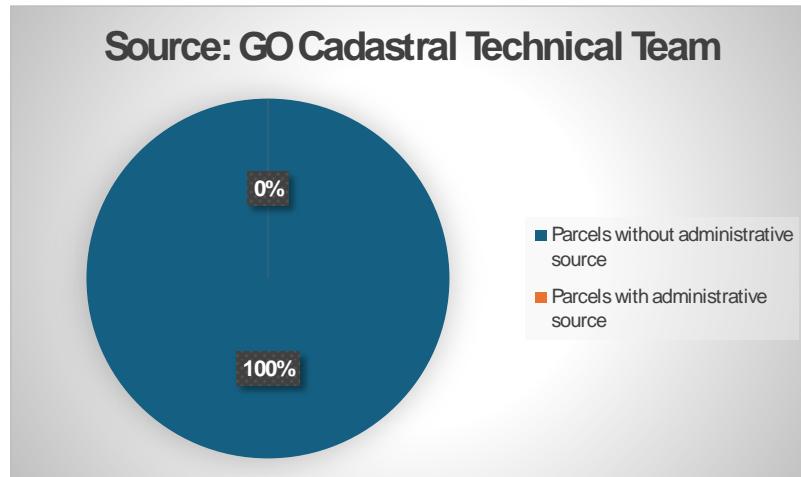


Figure 7. Validación fuente administrativa. Fuente: Go Catastral, 2022

Teniendo en cuenta esto, es necesario e importante realizar una adaptación específica del estándar global para satisfacer las necesidades de países como Chile en materia de administración de tierras, con adaptaciones a las características propias del país.

2.1 Aportes al caso chileno

La gobernanza de la tierra surgió en la literatura académica para abordar problemas de propiedad y tenencia, promoviendo marcos normativos que otorguen transparencia y regulen el acceso a la tierra, lo que derivó en la norma ISO 19152:2012 con carácter multipropósito.

Y.Zhuo y Z.Ma, C.Lemmen hacen una importante contribución (2015) en su experiencia, fortaleciendo el marco legal y regulatorio con el modelo LADM en China (Zhuo et al., 2015) , aunque su implementación resulta compleja en países como Chile, donde no existe una ley de catastro (Alvarez, 2014) y tampoco un estándar; por lo que el piloto desarrollado en la Municipalidad de Temuco busca generar la experiencia necesaria para que otros municipios apuesten por la estandarización de su información y esto dé lugar a un estándar para los municipios. En el caso de la región de la Araucanía, cuya capital es Temuco, el 33,1% de su población es mapuche (indígena) (Social Development Ministry, 2017) , donde la tenencia de la tierra se ha convertido en un tema de conflicto permanente; por lo tanto, la experiencia de Brasil arroja luz sobre cómo garantizar los derechos indígenas.

Modelos como LADM ISO 19152 implementados en Corea del Sur muestran la factibilidad de implementación en Chile, por lo tanto, las clases básicas del Perfil LADM coreano (kim et al., 2013)(Lee et al., 2015) abordan la parcela como la entidad principal en su núcleo, y a partir de estas clases básicas se extiende el modelo a través de subpaquetes que abordan el territorio desde el punto de vista de cada dirección o departamento de la Municipalidad de Temuco entregando este carácter multipropósito que buscamos. Esto contribuye a la buena gobernanza, facilitando una gestión eficiente y sostenible como es mencionado (Tomic et al., 2022) para Croacia.

Las experiencias en Polonia (Gózdź & Van Oosterom, 2016), y Turquía expuesta por C.Aydinoglu y R.Bovkir (Aydinoglu & Bovkir, 2017) aportan bases para estructurar geodatabases que respalden infraestructuras de datos espaciales en Temuco, fomentando la colaboración entre comunidad y autoridades (Duarte, s. f.).

En Malasia, la centralización de información permitió generar repositorios estandarizados (Zamzuri et al., 2023), modelo que hemos replicado en Temuco en áreas como obras municipales y planificación, al que se

sumó gestión de riesgos y desastres frente a incendios (Miranda et al., 2024; Oficina Nacional de Emergencia, 2024) e inundaciones en período invernal (Padilla, 2024).

Asimismo, el perfil colombiano, basado en ISO 19152:2012, demuestra la utilidad del catastro multipropósito para regular la tenencia, fortalecer la interoperabilidad e integrarse a los Sistemas de Información Geográfica (SIG).

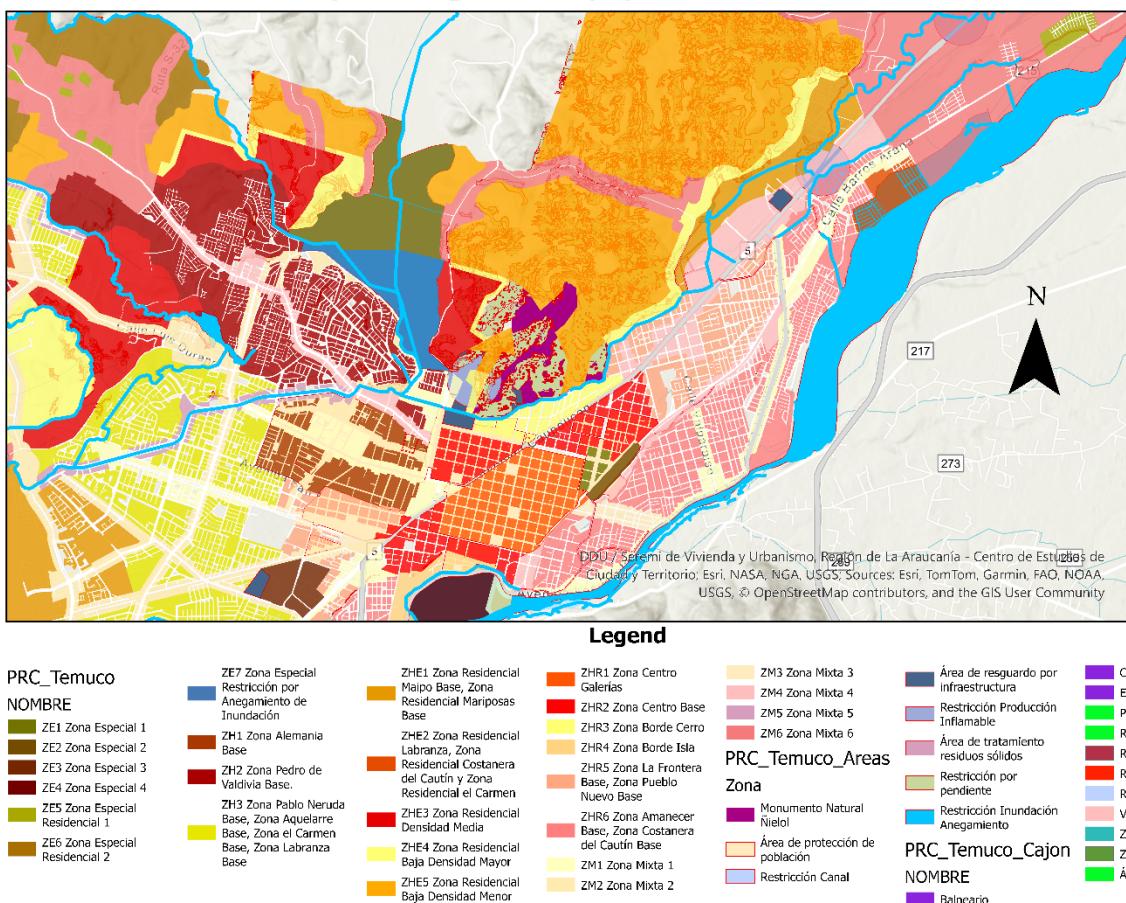
En conjunto, estas experiencias muestran que la estandarización, centralización de información y uso de LADM promueven transparencia, colaboración interinstitucional y participación ciudadana, claves para transformar a Temuco en una ciudad inteligente con políticas urbanas alineadas a marcos legales y a la gestión de riesgos.

3. METODOLOGÍA Y PROPUESTA PERFIL CHILENO.

El enfoque metodológico utilizado consistió en el estudio de acciones participativas que involucran a los actores internos del municipio de Temuco. Este municipio abarca el área geográfica de Temuco (Rojo-Mendoza, 2020), ubicada en la zona sur de Chile y capital de la provincia de Cautín, Región de la Araucanía.

Con una población de 282.415 habitantes (Censo 2017), una superficie de 464km², una densidad de 664,1 hab/km² y una altitud de 122 metros sobre el nivel medio del mar. En la Figura 8 se muestra la comuna de Temuco.

Temuco municipal regulatory plan



La información de Temuco se almacena en una Geodatabase de ArcGIS que no tiene una estructura estandarizada y admite información de diferentes áreas o direcciones del Municipio que no se comunican entre sí (Figura 9). Como vemos en la Figura 9, la geodatabase mantiene la información incluso en dos idiomas (español e inglés), lo que afecta la comprensión de la información incluso a nivel interno.

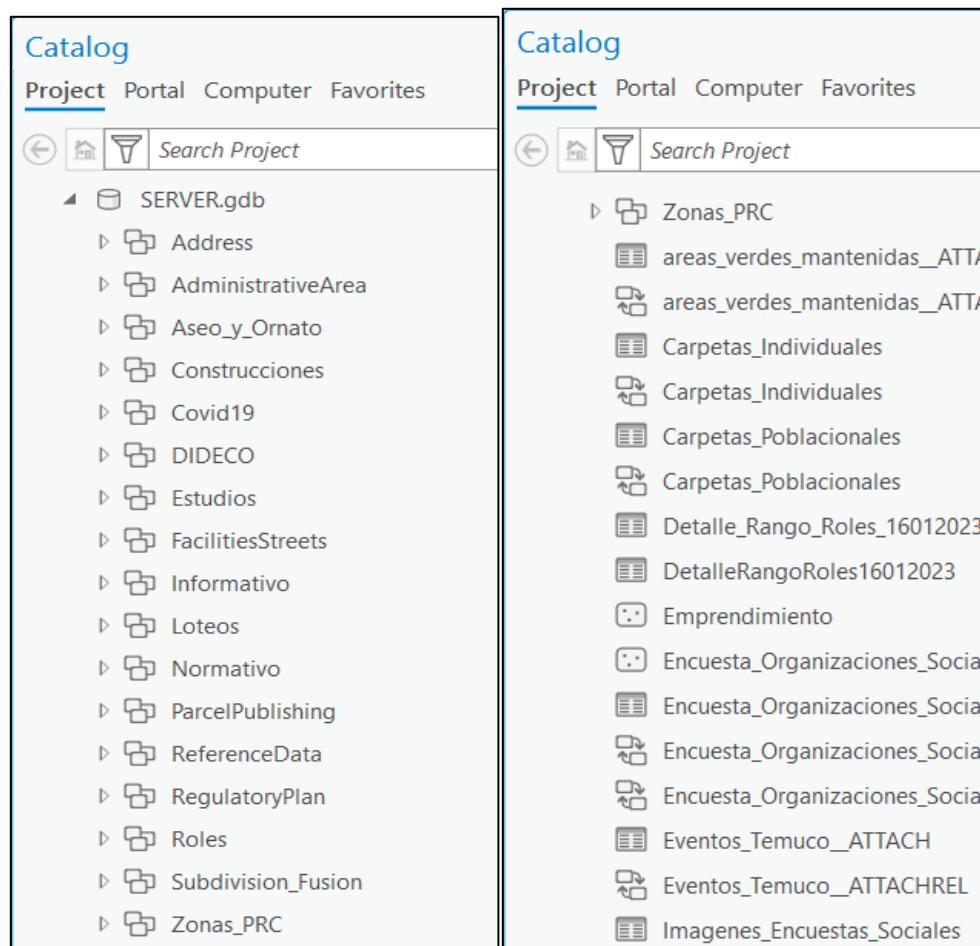


Figura 9. Estructura de la geodatabase del municipio de Temuco. Fuente: IM Temuco, 2020

Dada la ausencia de un marco conceptual o lógico para el almacén de datos actual, se propone que el modelo fundamental de la norma ISO 19152 se utilice como eje de consolidación de la información. Esta consolidación se basará en las capas (o features) del SII: propiedades y direcciones. A partir de estas capas, se establece una estructura de subpaquetes y relaciones entre datos y tablas, que sirve como identificador de referencia, ya que identifican una propiedad o activo raíz.

La inexistencia de una entidad catastral nacional, o de leyes que ordenen la gestión de la información geoespacial catastral, ha impulsado a cada municipio a definir su propia estructura, en función de sus capacidades (las de sus técnicos y gestores). Este trabajo de investigación pretende ser una base y prueba de concepto para proponer un modelo de catastro único para todos los municipios de Chile. El municipio de Temuco ha aceptado el reto de adaptar su modelo de datos a la norma ISO 19152 para centralizar la información y facilitar la toma de decisiones.

La metodología a desarrollar comprende el perfil LADM para todo el país basado en la investigación, la experiencia y el conocimiento técnico de los perfiles implementados a nivel internacional (Kalogianni et al., 2021) , lo que ha permitido definir tres fases de implementación (Figura 10):

- Fase 1. Definición de alcances
- Fase 2. Creación del perfil (modelo)
- Fase 3. Testeo del perfil (implementación)

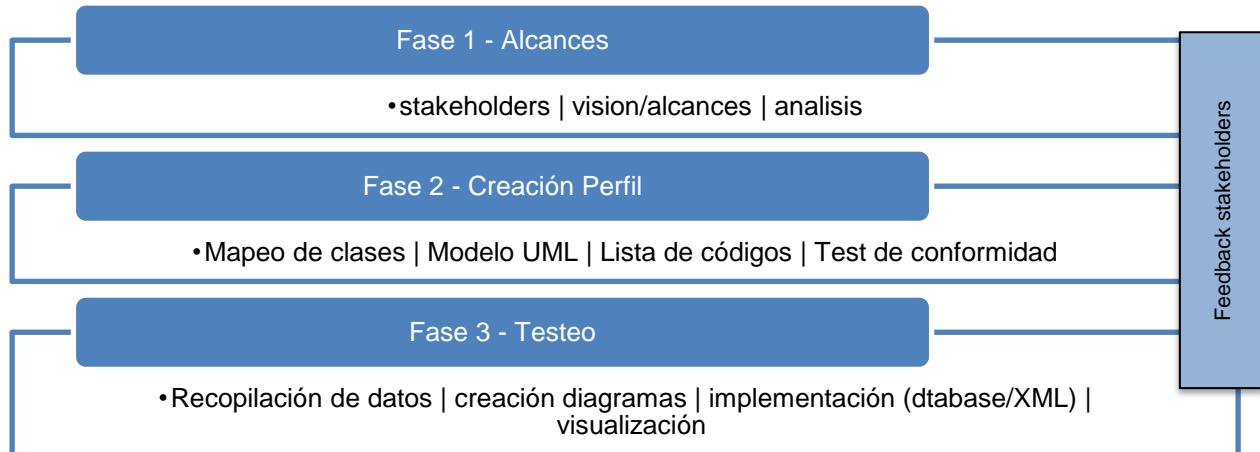


Figura 10. Fases de la elaboración del perfil de país basado en LADM (Kalogianni et al., 2021)

Las tres fases se han aplicado a las ediciones I y II de LADM (Kalogianni et al., 2021; Lemmen et al., 2023) , por lo tanto, el perfil de país definido comprende este flujo de implementación; a partir de la norma ISO 19152:2012, y teniendo en cuenta las partes 1 y 2 de la nueva versión de la norma ISO 19152.

3.1. *Fase 1. Situación actual y alcance*

La fase inicial del proyecto consistió en la descripción del estado actual de la Municipalidad de Temuco y su sistemas de gestión de la información. Este problema ha sido una preocupación recurrente entre las partes interesadas, principalmente debido a los siguientes factores: la ausencia de interoperabilidad entre diferentes sistemas; la falta de una estructura armónica para todos los municipios; y el carácter estático de la información, que da lugar a su obsolescencia y dificulta una gestión eficiente.

El alcance de este modelo de datos para Temuco aborda la relación entre los propietarios y la tierra; basado en el modelo fundamental (núcleo) de la norma 19152:2012 (o 19152 edición II Parte I(Lemmen et al., 2023)) utilizando dos capas de información del SII: predios y direcciones que cuentan con el avalúo del predio. Esta información servirá como base para el modelo fundamental, sobre el cual se construirá el modelo descrito en la norma ISO 19152. El modelo definirá un campo único dentro de las tablas, designado como "Comuna (Fig.11), "que contendrá un identificador (ID) que representa el área bajo la gestión del Municipio. Este identificador facilita la correlación de los subpaquetes con información específica pertinente al territorio, que no es uniforme en todos los municipios debido a la heterogeneidad de las ubicaciones geográficas y las variables externas, incluidos los factores climáticos, económicos y sociales que influyen en la información relevante para los municipios. El objetivo posterior consiste en el establecimiento de una base de datos estructurada conocida como geodatabase, con el objetivo de estandarizar la información para garantizar su interoperabilidad y permitir una gestión centralizada. Esta geodatabase es la estructura básica de modelamiento de datos de la plataforma Esri.

3.2. *Fase 2. Creación de perfiles*

La fase 2 considera un método de adopción orientado a la gestión de la tierra, que para el autor Mohsen Kalantari (2015) de la Universidad de Melbourne es el más adecuado en relación con el método de desarrollo a través de software ágil (Kalantari, Dinsmore, et al., 2015).

La hoja de ruta propuesta consta de las siguientes etapas: Motivación Organizacional, Acciones Institucionales, Interpretación de la Información, Organización de Datos, Gobernanza y Compromiso, y finalmente Capacidad Productiva.

En el caso de Temuco, la motivación organizacional surge de la necesidad de la SECPLA y otras direcciones municipales de centralizar la información catastral en un SIG, lo que facilita la gestión de patrimonio, infraestructura crítica y planificación territorial, además de promover transparencia hacia los ciudadanos en torno a los usos y restricciones de la propiedad.

Las acciones institucionales han implicado reuniones con SECPLA para incorporar un catastro multipropósito bajo un estándar internacional, enmarcado en el proyecto smart city del municipio. Estas incluyeron la presentación del modelo al municipio, la exposición de la estructura de la geodatabase por el Departamento de Estudios e Información Territorial y la planificación de reuniones periódicas para su desarrollo.

En cuanto a la interpretación de la información y organización de datos, se estructuró un modelo fundacional (core) con capas del Servicio de Impuestos Internos (SII) y tablas preliminares del Conservador de Bienes Raíces (CBR). A través de Interlis se generó un modelo lógico-conceptual basado en ISO 19152, que incluyó los módulos de Partes Interesadas, Unidad Administrativa y Unidad Espacial. El paquete de Partes Interesadas (CL_Interesados) permite representar personas y organizaciones con vínculos sobre la tierra, garantizando precisión y confiabilidad en los datos. La capa de parcelas aporta además información detallada sobre dimensiones y registros, enriquecida mediante subpaquetes de topografía y representación (Figs. 11–12).

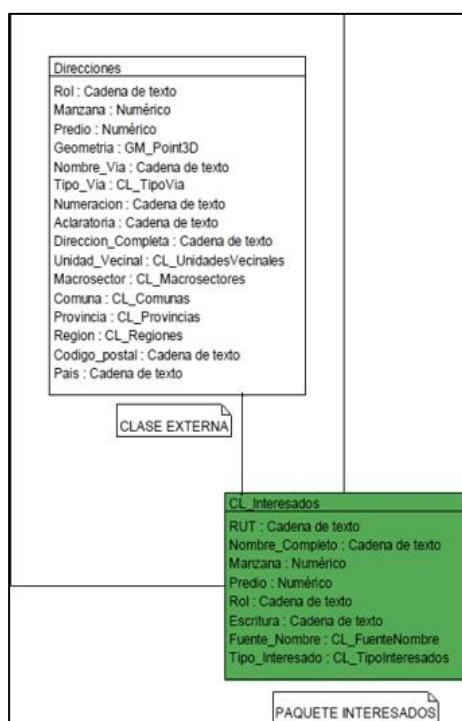


Figura 11. Atributos y dominios de la capa de direcciones. Fuente: Elaboración propia, 2025.

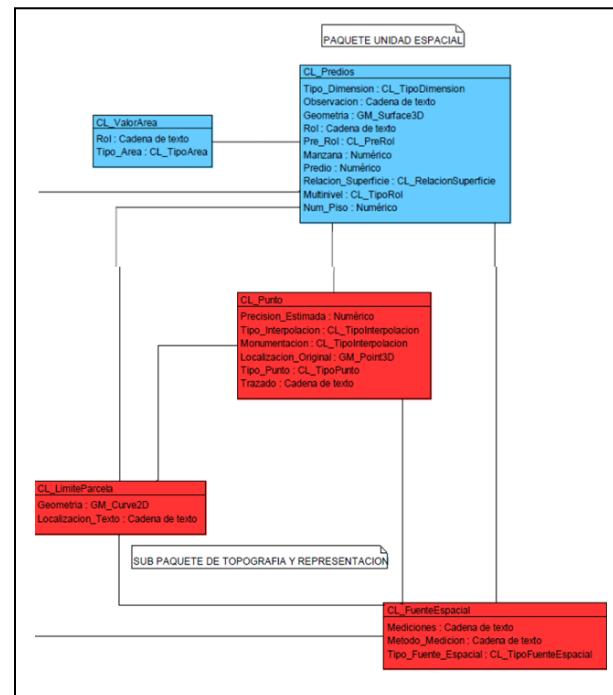


Figura 12. Atributos de capa de parcelas y valores de dominio. Fuente: Elaboración propia, año 2025.

La construcción de tablas mediante *Interlis* permitió organizar la información municipal, antes carente de estructura, definiendo atributos, dominios y tipos de datos para su importación a través del software ArcGIS Pro y posterior uso en visores y cuadros de mando web (Fig. 13).

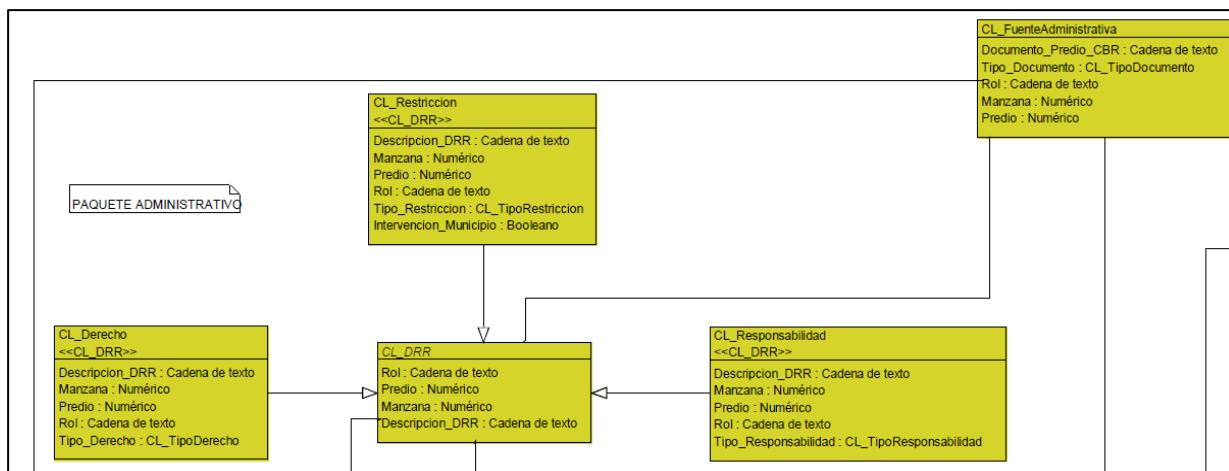


Figura 13. Paquete de administración. Fuente: Elaboración propia, año 2025.

El “Paquete de administración” agrupa clases y relaciones del modelo LADM que describen derechos, restricciones y responsabilidades sobre la tierra, vinculados a unidades espaciales (Fig. 14).

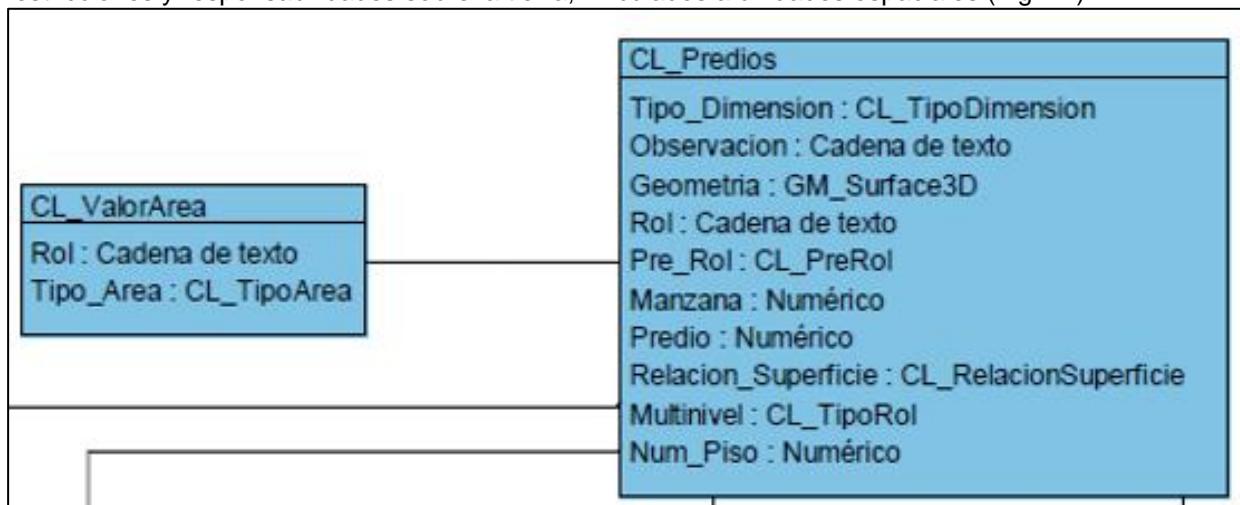


Figura 14: Paquete unidades espaciales. Fuente: Elaboración propia, año 2025.

Las figuras 11, 12, 13 y 14 son extracciones del modelo general que queda representado en la figura 15; que por lo extenso se comparte en anexo 1.

Este enfoque constituye la base de la geodatabase y se complementa con subpaquetes adaptables a la realidad de cada municipio chileno. Considerando la diversidad territorial del país —4.270 km de longitud y variaciones climáticas y geográficas significativas—, se requiere un estándar flexible que facilite la administración acorde a cada contexto. En el caso de Temuco, la geodatabase se estructura en capas y datasets que representan estas entidades (Fig. 16), manteniendo la coherencia con la norma ISO 19152 y permitiendo una expresión territorial diferenciada sin perder alineación con el núcleo del modelo.

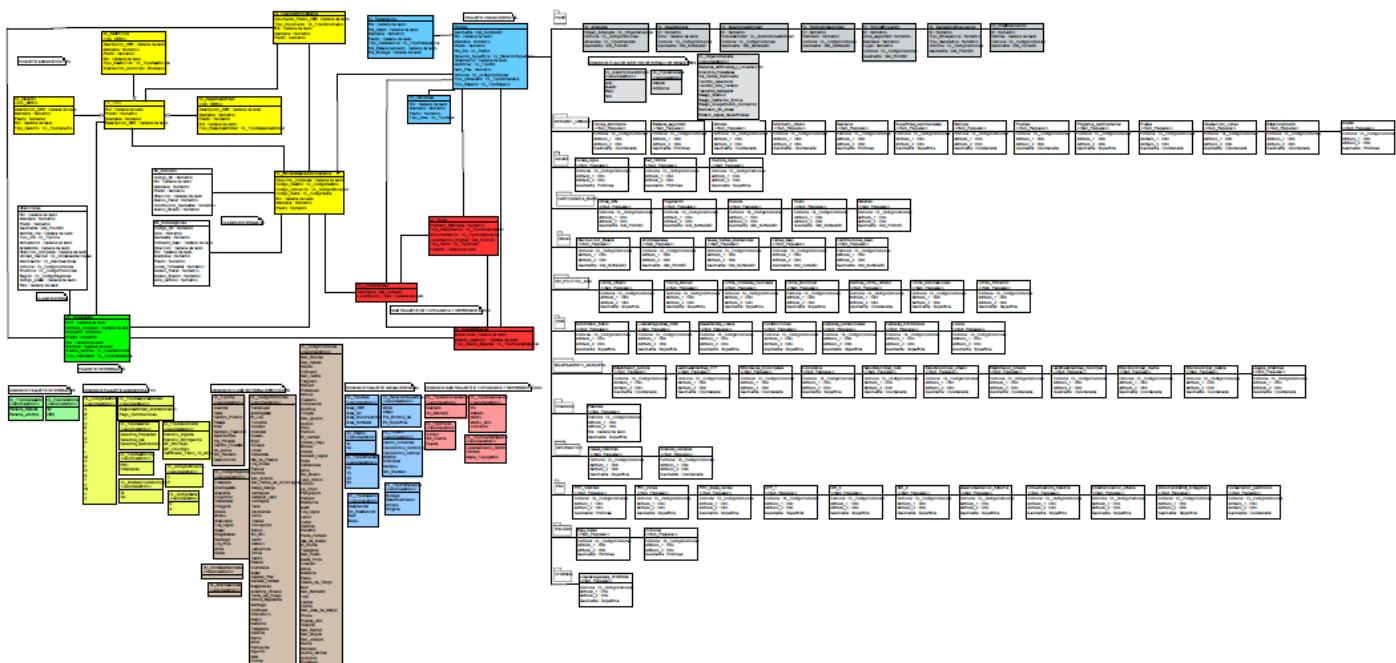


Figura 15. Modelo principal con subpaquetes Perfil Chileno (elaboración propia)

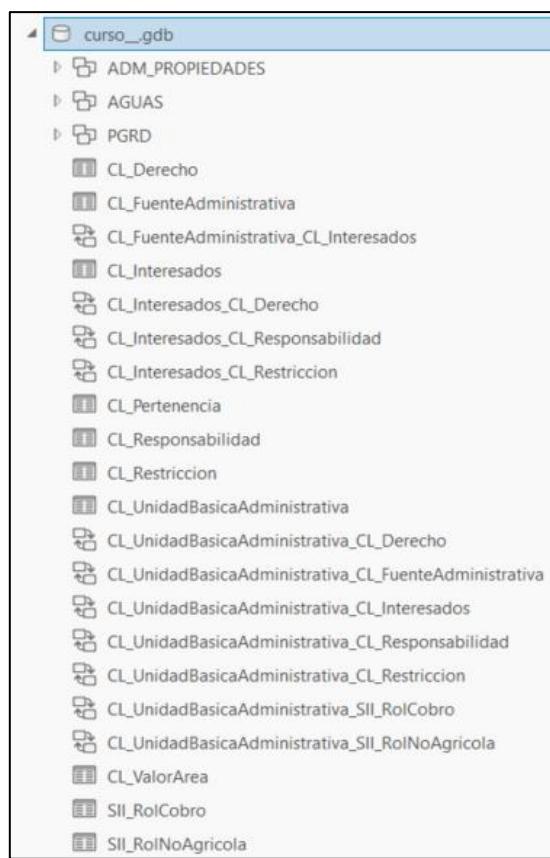


Figura 16. Prototipo: Geodatabase generada a partir del modelo interlis.. Fuente: Elaboración propia, año 2025.

Las instituciones han adoptado un modelo de gobernanza inclusiva que incorpora a la sociedad civil, el sector privado, la academia y grupos prioritarios, fortaleciendo la participación social. En este marco, los municipios —corporaciones autónomas de derecho público con personalidad jurídica y patrimonio propio— deben responder a las necesidades locales y promover el desarrollo económico, social y cultural de sus comunidades (Ministerio del interior, 2024).

Este enfoque otorga relevancia al catastro multipropósito, superando la visión fiscal del catastro tradicional y permitiendo integrar información sobre bienes inmuebles, infraestructura, emergencias, desastres y variables ambientales. El plan de implementación contempla un repositorio centralizado en una geodatabase (Esri GDB), con entidades, tablas y relaciones que facilitan la interoperabilidad y escalabilidad. La definición de dominios, subtipos y topología asegura la integridad de los datos, mejora la edición, evita errores y mantiene la coherencia espacial y de atributos.

3.3. Fase 3. Probando el perfil

El establecimiento de un marco estructurado para la gestión de riesgos y desastres permite definir un modelo de estandarización de la información, que en el caso del Municipio de Temuco se realiza a través de una geodatabase sobre una plataforma Esri (Fig. 17), integrando la información interna del municipio con información de los diferentes departamentos y áreas del municipio. Esto ayuda a definir una plataforma única que facilita las respuestas coordinadas y la interoperabilidad con otras agencias gubernamentales (Unger et al., 2019).



Figura 17. Piloto de geodatabase PGRD. Fuente: Elaboración propia, año 2025.

Esto permite modelar escenarios de riesgo, como se muestra en la figura 18, y realizar análisis predictivos que aporten claridad sobre la población afectada por un peligro natural y la asignación de recursos. Estos escenarios simulados nos permiten evaluar el impacto y planificar medidas de mitigación según lo requiera la autoridad en el plan de gestión de riesgos y desastres (Vučić et al., 2018).

El feature dataset PGRD, corresponde al Plan de Gestión de Riesgos y Desastres que por ley debe ser

implementado por las municipalidades en Chile (Ministerio del Interior, 2021). En la actualidad un porcentaje muy bajo de ellos solo lo tienen en un documento pdf; por lo tanto, llevarlo a un SIG que aborde los temas de riesgos y desastres en el espacio territorial del municipio es de alta importancia a nivel de gestión territorial.

El mapa muestra en la figura 18, a modo de ejemplo, el área de acción del río Imperial que colinda con el territorio administrado por el municipio de Temuco, durante periodos de inundación, lo que representa una amenaza para la población. Los flujos más altos ocurren entre junio y agosto debido a las importantes lluvias invernales(DGA et al., s. f.) . El mapa muestra una crecida del río para establecer la relevancia de contar con información geoespacial para enfrentar desastres naturales.

Mapa PGRD Municipalidad Temuco

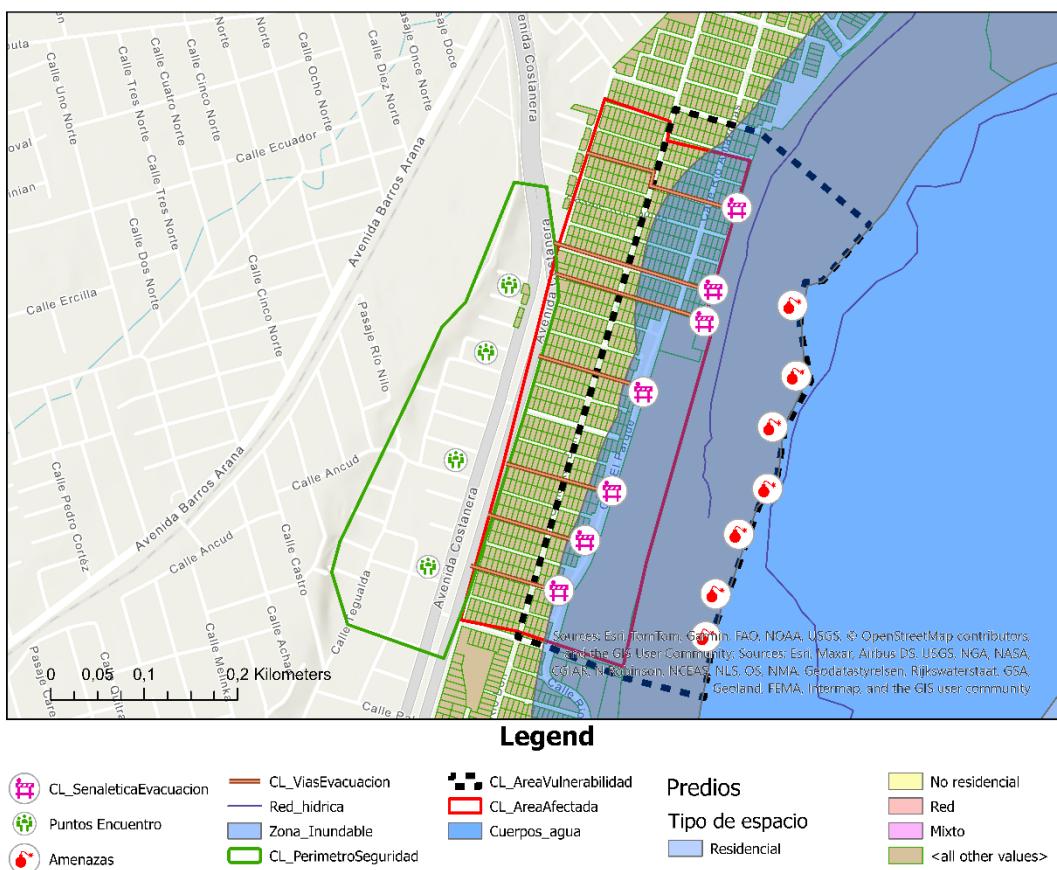


Figura 18. Mapa del área piloto del río Imperial. Fuente: Elaboración propia, año 2025

Según el Censo de Chile de 2017, una crecida fluvial afectaría a 14.737 personas (Figura 19) afectando a 4.969 viviendas, como se señala en la infografía desarrollada con tecnología Esri (ejemplo basado en el área seleccionada en el mapa Figura 18).

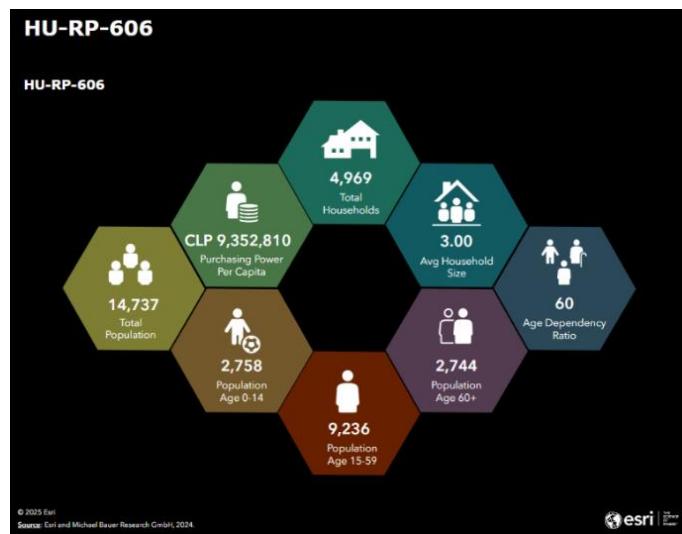


Figura 19. Infografía Población de Esri afectada por la inundación del río Imperial. Fuente: Elaboración propia, año 2025.

Para el periodo estival de enero-febrero de 2025 se desarrolla un prototipo de aplicación orientado a la respuesta rápida frente a incendios forestales, basado en el modelo propuesto. Este comprende dos componentes principales: un mapa web de incendios, alimentado con datos MODIS de los satélites Terra y Aqua para identificar áreas de calor (Fig. 20), y un tablero de control con información contextual y estadísticas de los eventos. Además, la aplicación integra el módulo PAD, implementado en *ArcGIS Field Maps* para smartphones, que permite registrar datos en terreno sobre logística, líneas cortafuegos y reportes de incidencias. En conjunto, estas herramientas fortalecen la gestión territorial y mejoran la confiabilidad de la información gracias al respaldo satelital.

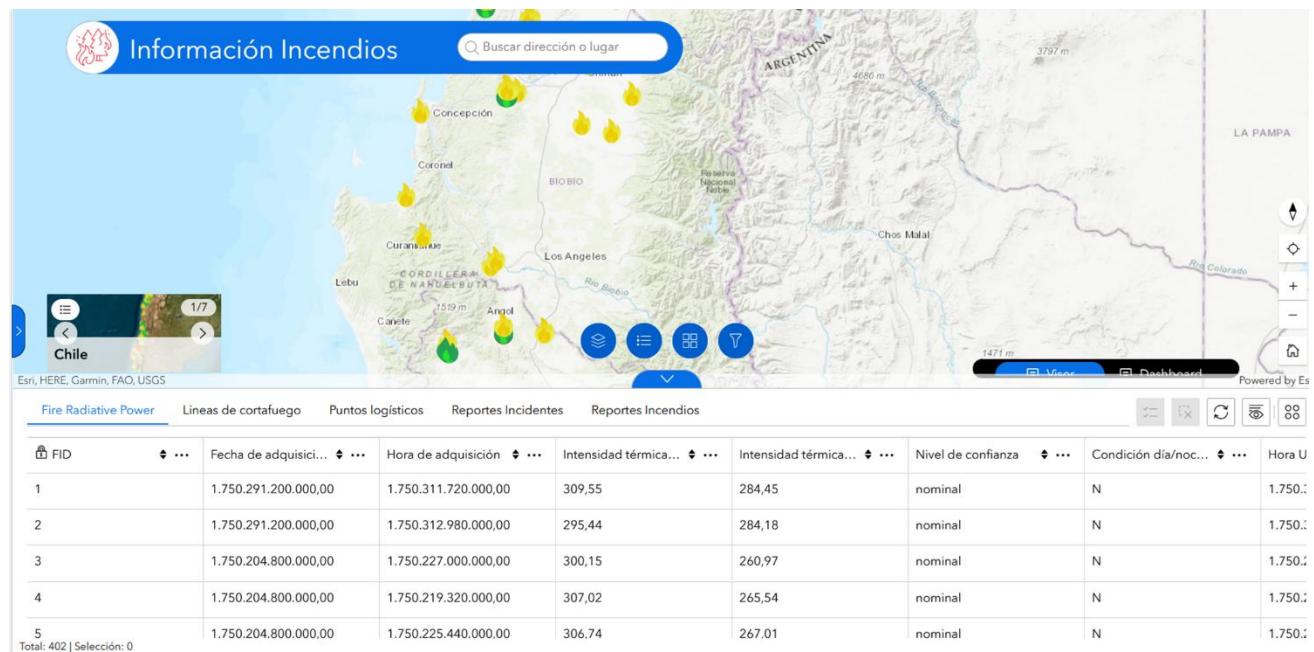


Figura 20. Interfaz de aplicación contra incendios para el municipio de Temuco. Fuente: Elaboración propia, año 2025.

Esta información alimenta un tablero para los tomadores de decisiones que está en desarrollo (Figura 21).

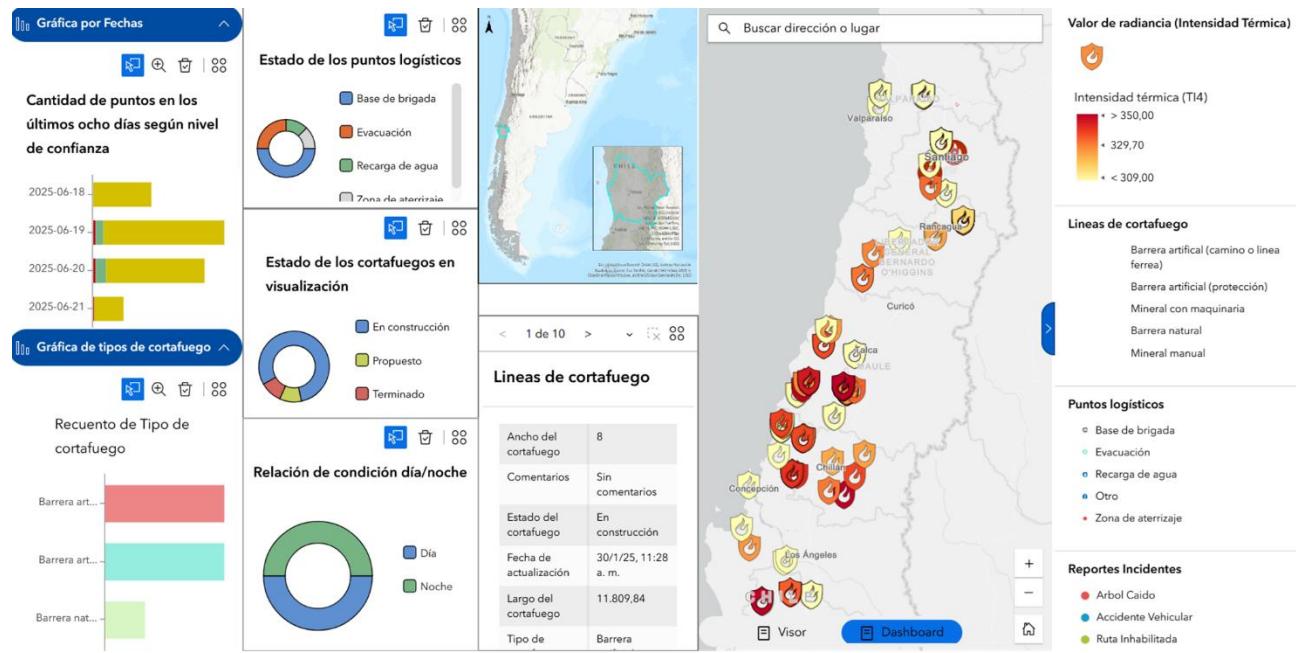


Figura 21. Tablero diseñado para incendios forestales en el municipio de Temuco. Fuente: Elaboración propia, año 2025.

El modelo propuesto fortalece el conocimiento de la autoridad con respecto al territorio, pero aún deja de lado la participación ciudadana efectiva, la que sigue siendo limitada, concentrándose la implementación principalmente en actores internos del municipio (SECPLA, Obras y Emergencias). Sin embargo, la nueva geodatabase LADM ofrece el potencial para incorporar módulos de participación y validación colaborativa de datos, permitiendo que los ciudadanos reporten daños o incidencias mediante aplicaciones web o móviles vinculadas a unidades espaciales normalizadas como se muestra en las figuras 22, 23 y 24.

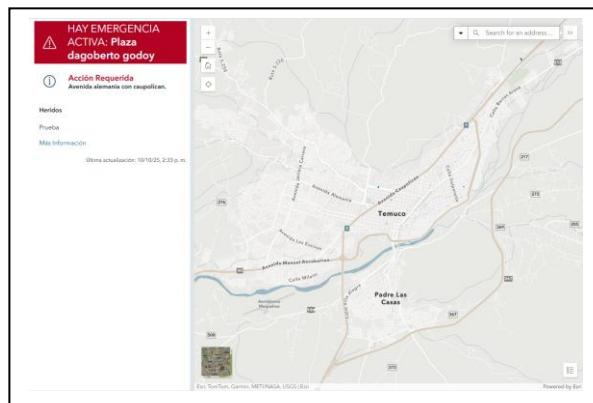


Figura 22. Mapa ciudadano emergencias

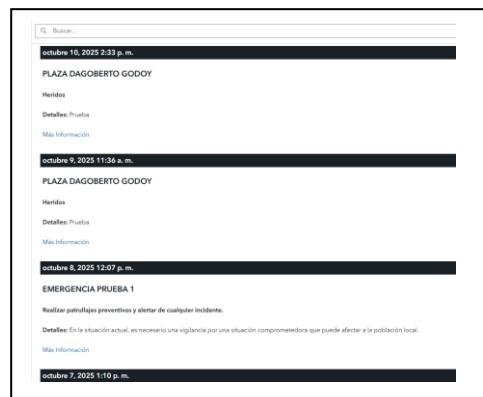


Figura 23. Registro online de eventos

Editor de mensajes públicos

Use este formulario para actualizar la información pública y los mensajes que aparecerán en el sitio de Información de Manejo de Emergencias.

Esta información será visible para el público.

¿Hay una emergencia o incidente?*

Cuando seleccione sí, se le pedirá más información sobre la emergencia.

No

Yes

Nombre(s) de emergencia o incidente*

Ingrese el nombre de la emergencia o incidente(s).

Plaza dagoberto godoy

Acción requerida

Si el incidente hace que los residentes tomen medidas.

No

Yes

Mensaje de acción*

Qué acción se debe tomar (por ejemplo, "Ingrese la dirección para verificar el estado de evacuación").

Avenida alemania con caupolicán.

Resumen*

Ingrese un resumen de la emergencia o situación actual.

Heridos

Detalles

Utilice este mensaje para obtener detalles adicionales sobre la situación actual o la acción a tomar.

Figura 24. Registro ciudadano

La Figura 25 presenta el aplicativo diseñado para ser utilizado por los actores ciudadanos de la comuna de Temuco, el cual permite registrar eventos de carácter comunal. Estos eventos se encuentran representados e informados en los paneles correspondientes a la Figura 23 y la Figura 24, con el propósito de que las autoridades competentes puedan disponer de la información necesaria para actuar de manera oportuna ante dichas situaciones.

Este desarrollo constituye un avance significativo en la participación ciudadana, al ofrecer una herramienta que trasciende la mera visualización de información geoespacial y promueve la interacción directa entre la comunidad y las instituciones locales. A través de la nueva geodatabase estructurada bajo el modelo LADM, se posibilita el registro, trazabilidad y validación colaborativa de datos territoriales provenientes de los propios habitantes, fortaleciendo así la transparencia, la rendición de cuentas y la construcción de comunidades inteligentes y resilientes. En este sentido, el modelo fortalece la identidad ciudadana al integrar a la población en los procesos de monitoreo y gestión del territorio, complementando el trabajo de los actores institucionales (SECPLA, Dirección de Obras y Unidad de Emergencias) con un enfoque participativo y basado en evidencia.

Las Figuras 26 y 27 ilustran el accionar institucional frente a los eventos reportados por la ciudadanía,

evidenciando la articulación entre la información generada desde el aplicativo ciudadano y la respuesta operativa de las autoridades municipales. Dichos paneles se sustentan en un sistema estadístico dinámico, alimentado por los formularios de campo completados por las brigadas municipales que son desplegadas en el territorio con el objetivo de verificar y atender las incidencias notificadas por la comunidad. Este flujo de información cierra el ciclo entre reporte ciudadano, análisis institucional y respuesta en terreno, consolidando un modelo de gestión participativa y basada en datos.

Figura 26. Dashboard de eventos IM Temuco.

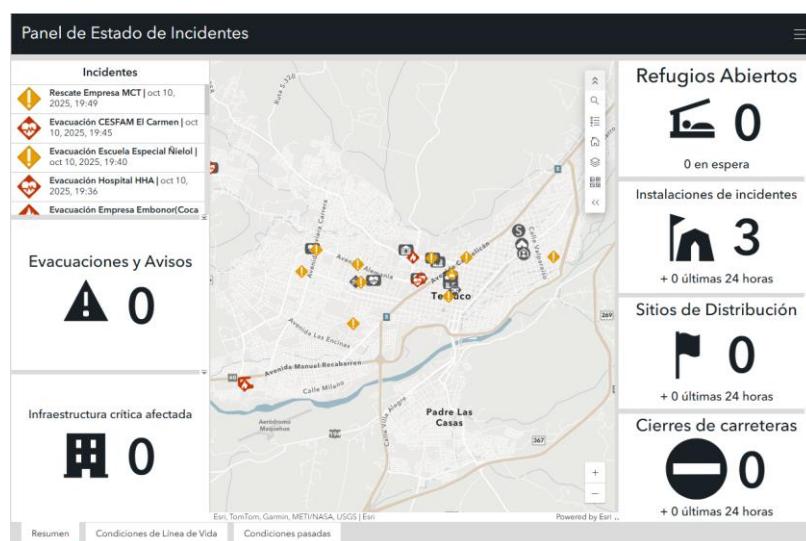


Figura 25. Formulario funcionarios municipales

Esta información alimenta un panel de incidentes (Figura 28), el cual visualiza el impacto de los eventos ocurridos y su efecto sobre la comunidad, permitiendo a las autoridades analizar y priorizar acciones de respuesta de manera oportuna. La incorporación de esta estructura dentro de la geodatabase estandarizada bajo el modelo LADM (ISO 19152) garantiza la coherencia, interoperabilidad y actualización inmediata de los datos, aspectos esenciales para la toma de decisiones en contextos de emergencia. En este sentido, la normalización de la información territorial no solo mejora la eficiencia operativa, sino que también fortalece la capacidad institucional para gestionar riesgos y responder con rapidez y precisión ante eventos críticos, contribuyendo a una gobernanza territorial más resiliente y basada en evidencia.

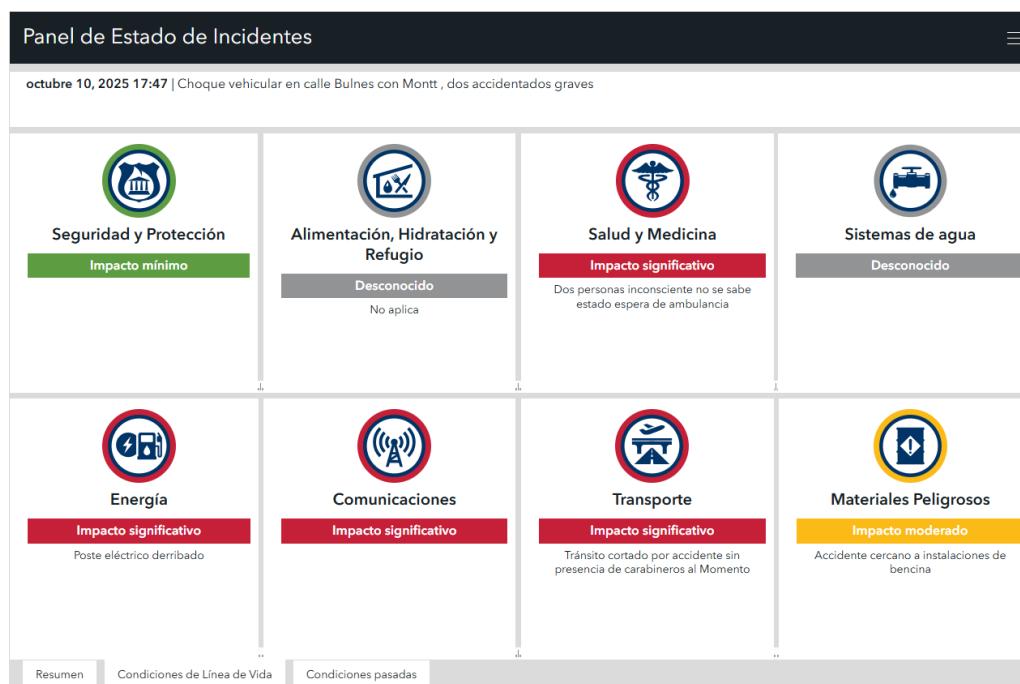


Figura 27. Panel de incidentes autoridad Municipal.

4. RESULTADOS

En la primera etapa, la gobernanza de la tierra (2001–2011) desempeñó un papel crucial, al centrarse en el acceso seguro a la tierra, el agua y otros recursos productivos esenciales para el desarrollo social y económico. Posteriormente, la norma ISO 19152:2012 amplió ese alcance hacia enfoques más integrales, incorporando dimensiones culturales, infraestructurales, ambientales y socioeconómicas, lo que fortaleció el modelo LADM por su flexibilidad y favoreció su adopción internacional (Polat et al., 2022). Esta capacidad de adaptación permitió la creación de perfiles nacionales personalizados, ajustados a contextos legales, institucionales y territoriales, asegurando impactos positivos en el desarrollo territorial. Tal flexibilidad se ha mantenido en su segunda edición, tanto en la Parte 1 como en la Parte 2.

Los resultados de la investigación en torno a la aplicación del modelo LADM como perfil chileno reflejan la importancia de mantener un modelo raíz robusto, capaz de sostener la extensión hacia subpaquetes especializados. Un ejemplo es el perfil coreano, cuyo modelo base se asemeja al chileno (Lee et al., 2015),

estableciendo estándares iniciales que sirven como cimiento para futuros desarrollos. En América Latina, el caso colombiano destaca como experiencia cercana, donde la consolidación de un modelo central ha permitido la generación de extensiones y submodelos bajo un marco normativo definido (IGAC, 2021)

A nivel de geodatabases, la definición de subpaquetes alineados con las prioridades locales ha demostrado ser clave. En el caso de Temuco, esta estructura ha facilitado programas de gestión territorial enfocados en riesgos y desastres, experiencia comparable con la de China, donde se ha promovido el desarrollo urbano sostenible frente al crecimiento acelerado (Zhao et al., 2015). En este sentido, la articulación de factores sociales y tecnológicos (Lee et al., 2015) permite a los gobiernos diseñar políticas públicas más eficientes, aunque muchas veces limitadas al periodo de gobierno. De ahí la relevancia de establecer marcos legales permanentes, como ocurrió en Colombia (IGAC, 2021), donde la estandarización se extendió por mandato de ley a todos los municipios.

Los resultados del perfil chileno se alinean con los estándares internacionales en cuanto a la existencia de un modelo central, aunque persisten diferencias en la implementación de subpaquetes debido a particularidades técnicas y normativas. El principal aporte de este estudio es la definición de un estándar nacional que habilite a los municipios chilenos para gestionar su información de manera eficiente, garantizar la interoperabilidad y articular políticas territoriales orientadas a la ciudadanía.

Uno de los ámbitos más relevantes de la aplicación del perfil chileno es la gestión de riesgos y desastres, donde la disponibilidad de información catastral estandarizada facilita la planificación y respuesta. En Temuco, por ejemplo, se han implementado soluciones SIG para enfrentar emergencias, como incendios forestales e inundaciones (Miranda et al., 2024). Esto ha permitido que el Plan de Gestión de Riesgos y Desastres cuente con soporte gráfico y estadístico, accesible a grupos de interés a través de plataformas web, fortaleciendo la transparencia y la toma de decisiones colaborativas. Este modelo de integración contribuye al desarrollo territorial al facilitar la coordinación entre actores sociales e institucionales. Además, responde a los desafíos señalados por investigaciones recientes, que subrayan la necesidad de vincular la planificación del uso de la tierra con la reducción del riesgo de desastres, especialmente en países en desarrollo (Unger, 2019), (R.Sarkissian y M.Sayah, 2022). La metodología aplicada se inspira en la hoja de ruta propuesta por Kalantari et al. (2015), que enfatiza la centralización de información y la participación de los actores internos del municipio. Este enfoque ha sido fundamental para acercar direcciones como la Secretaría Comunal de Planificación (SECPLA), Obras Municipales y Gestión de Emergencias, estableciendo un marco de cooperación institucional. La ventaja de esta metodología es su replicabilidad, lo que permite extender los resultados obtenidos en Temuco a otros municipios chilenos, ajustando los subpaquetes a las particularidades geográficas y administrativas de cada territorio.

En este marco, el perfil chileno del LADM se presenta como una herramienta estratégica para promover una gobernanza uniforme, articulando factores técnicos, legales y sociales. La experiencia de Temuco demuestra que la implementación de un catastro multipropósito no solo moderniza la gestión de la información, sino que además fortalece la resiliencia comunitaria.

5. CONCLUSIÓN

La revisión de experiencias internacionales en la implementación de catastros multipropósito evidencia su aporte a la eficiencia en la administración territorial. Estos sistemas trascienden la valoración fiscal para convertirse en instrumentos dinámicos de gestión. En Turquía, la modernización catastral generó beneficios económicos y jurídicos, reduciendo en un 16% el precio de las parcelas y en 1,98% las apelaciones judiciales (Ercan, 2021). Tales resultados demuestran que la inversión en infraestructura de datos y estandarización es recuperable, y que la coordinación entre Estado, entidades catastrales y sociedad civil fortalece las respuestas a los problemas territoriales.

Otro avance relevante es la migración de catastros 2D a estructuras 3D, que facilitan la integración con Infraestructuras de Datos Espaciales (IDE) locales y nacionales (Zulkifli et al., 2021). Este proceso se vincula

con los avances en gobernanza de la tierra entre 2001–2011, cuando el acceso seguro a tierra, agua y recursos productivos se consolidó como prioridad global (Paulsson & Paasch, 2015), (Okembo et al., 2022). La aprobación de la norma ISO 19152:2012 amplió este alcance, incorporando dimensiones culturales, ambientales, sociales y económicas (Polat et al., 2022), (Duarte, s. f.), (W. D. O. Silva & Carneiro, 2020). Gracias a su flexibilidad, el modelo LADM se consolidó como referencia internacional, impulsando la creación de perfiles nacionales adaptados a los contextos legales e institucionales, con impactos positivos en el desarrollo territorial.

La literatura muestra un interés creciente por la estandarización catastral como base de una gestión eficiente de la tierra, en articulación con las tecnologías de la información para asegurar interoperabilidad entre plataformas. Sin embargo, persiste la debilidad en la participación ciudadana, un componente esencial para construir comunidades inteligentes y resilientes. La falta de involucramiento local limita la consolidación de políticas urbanas integrales.

En Chile, el catastro ha mantenido un modelo centrado en la valoración fiscal y el impuesto territorial único (Alvarez, 2014), lo que ha fragmentado la administración y generado inconsistencias. El modelo multipropósito propuesto busca superar estas limitaciones mediante la integración de información catastral, jurídica, ambiental y de infraestructura en una plataforma basada en Sistemas de Información Geográfica (SIG). Esto permite almacenar, analizar e identificar patrones territoriales útiles para la planificación y la toma de decisiones (Munoz-Rodriguez, 2019).

La experiencia de la Municipalidad de Temuco es pionera en la aplicación de la norma ISO 19152. La creación de una geodatabase centralizada ha permitido integrar información de distintas direcciones municipales y vincular instrumentos como el Plan Regulador Comunal con áreas estratégicas, fortaleciendo la gestión del desarrollo urbano y los riesgos. En este contexto, la Ley 21.364 exige la elaboración de Planes Comunales de Reducción de Riesgos de Desastres (Ministerio del Interior, 2021), los cuales se han incorporado a la geodatabase de Temuco, permitiendo integrar datos de mitigación y preparación. El catastro multipropósito, al ser interoperable, facilita el intercambio de información entre organismos públicos y privados, generando políticas territoriales más eficientes y basadas en evidencia.

En un país altamente expuesto a amenazas naturales, un catastro estructurado bajo el modelo LADM fortalece la resiliencia territorial al garantizar seguridad jurídica, apoyar la planificación de la respuesta y facilitar la recuperación post-desastre (Vučić et al., 2020). Esta relación entre gestión de riesgos y administración de tierras impulsa la creación de comunidades más resilientes, donde la información catastral se convierte en un recurso estratégico.

Desde el ámbito jurídico, el catastro multipropósito mejora la seguridad en las transacciones inmobiliarias, reduce conflictos y fomenta la inversión (Dorado, 2022). La confiabilidad y transparencia de la información refuerzan la confianza entre actores y fortalecen los mercados de suelo, pilares del desarrollo económico y territorial.

El perfil multipropósito LADM ISO 19152 propuesto para Chile busca vincular la estandarización de datos con la planificación territorial, incorporando los cuatro componentes centrales del modelo (“Party”, “RRR”, “BAUnit” y “SpatialUnit”) y extendiéndolos hacia subpaquetes para infraestructura, medio ambiente y gestión de riesgos. Así se configura una estructura flexible que responde a las necesidades municipales y puede escalarse a nivel nacional.

En Temuco, la Secretaría Comunal de Planificación (SECPLA) lidera la estandarización y coordina a direcciones como Obras Municipales y Emergencias. Esta centralización mejora la gestión administrativa y permite generar productos concretos para la prevención y respuesta ante incendios e inundaciones.

Fortalecer la gobernanza territorial mediante un catastro multipropósito basado en estándares internacionales es una necesidad urgente para Chile. La experiencia de Temuco demuestra que es posible integrar información

de múltiples fuentes en una plataforma única, asegurando interoperabilidad, seguridad jurídica y participación ciudadana. Su replicabilidad permitirá avanzar hacia un sistema nacional de administración de tierras coherente, transparente y participativo, alineado con los estándares internacionales y las demandas del desarrollo territorial sostenible.

6. DESAFÍOS Y LIMITACIONES

La fragmentación institucional se identifica como uno de los principales obstáculos para la implementación de un catastro multipropósito en la Municipalidad de Temuco bajo la norma ISO 19152, debido a la coexistencia de organismos (internos/externos) con procesos internos heterogéneos que limitan la interoperabilidad técnica y semántica (Oukes et al., 2024).

En una fase inicial, fue posible organizar y normalizar los datos municipales de acuerdo con el estándar, empleando un identificador único del SII que permitió estructurar la información territorial y consolidar un núcleo LADM, a partir del cual se diseñaron subpaquetes específicos, como el PGRD (Plan de Gestión en Riesgos y Desastres). Sin embargo, la falta de acceso a los datos provenientes del Conservador de Bienes Raíces (CBR) restringió la trazabilidad de los actos registrales. Este desafío, también reportado en experiencias internacionales, ha sido enfrentado en países como Turquía mediante el uso de modelos externos orientados a documentos y transacciones, los cuales fortalecen la representación de derechos, restricciones y responsabilidades (Polat & Alkan, 2018), constituyendo un aspecto a considerar en futuras líneas de investigación (anexo 2). Esto posibilita gestionar la dimensión legal del catastro sin modificar directamente el sistema registral, mediante la incorporación de repositorios digitales interoperables que almacenan los documentos, metadatos y transacciones asociados a los actos jurídicos. Siguiendo este enfoque, futuras etapas del modelo chileno podrían incorporar una solución similar, orientada a fortalecer el componente legal del CBR mediante la gestión documental estandarizada y la interoperabilidad técnica entre instituciones. Este mecanismo, liderado potencialmente por el Ministerio de Bienes Nacionales en coordinación con el SII y el CBR, permitiría avanzar hacia un sistema catastral nacional integrado, garantizando la trazabilidad de los derechos, restricciones y responsabilidades (RRR) conforme a la estructura conceptual de la norma ISO 19152.

Más allá de esta limitación, persisten problemas estructurales vinculados con la calidad y actualización de los datos, la resistencia institucional frente a procesos de estandarización y la falta de marcos normativos claros que respalden la interoperabilidad. Estas dificultades han sido recurrentemente señaladas en la literatura internacional como barreras críticas en la implementación de catastros multipropósito (Van Oosterom & Lemmen, 2015). La ausencia de una ley de catastro en Chile ha generado un escenario fragmentado, donde las competencias se distribuyen entre el Servicio de Impuestos Internos (catastro fiscal), el Conservador de Bienes Raíces (registro jurídico) y los municipios (catastros operativos), sin una autoridad que garantice la cohesión del sistema. En este contexto, los resultados del piloto de Temuco evidencian la necesidad de avanzar hacia un marco legal que institucionalice el catastro multipropósito como una función pública de carácter nacional. Se propone que el Ministerio de Bienes Nacionales, en coordinación con el MINVU y el Ministerio del Interior, lidere la adopción del estándar ISO 19152 a nivel nacional, promoviendo la creación de una Agencia Nacional de Catastro y Administración Territorial que articule los distintos niveles de gobierno y asegure la interoperabilidad de los datos.

Asimismo, la Ley 21.364 sobre Gestión del Riesgo de Desastres ofrece una oportunidad concreta para integrar el catastro multipropósito dentro del Sistema Nacional de Prevención y Respuesta ante Desastres (SENAPRED), alineando los Planes Comunales de Gestión del Riesgo (PGRD) con una base catastral estandarizada. Este vínculo permitiría fortalecer la gobernanza territorial, mejorar la capacidad de respuesta ante eventos naturales y consolidar una infraestructura nacional de datos espaciales resiliente y sustentada en estándares internacionales.

Finalmente, los desafíos a futuro se orientan hacia la integración del modelo LADM con estándares BIM/IFC, la gestión de unidades espaciales volumétricas y el fortalecimiento de la interoperabilidad con las diversas fuentes de datos generadas en el ámbito municipal, lo que contribuirá a consolidar un catastro multipropósito.

más robusto, escalable y adaptado a las necesidades locales.

7. REFERENCIAS

- Alattas, A., Van Oosterom, P., Zlatanova, S., Hoeneveld, D., & Verbree, E. (2020). LADM-IndoorGML for exploring user movements in evacuation exercise. *Land Use Policy*, 98, 104219. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2019.104219>
- Alberdi, R., & Erba, D. (s. f.). *Modeling Legal Land Object for waterbodies in the context of 4D cadastre*. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2019.104417>
- Alberdi, R., & Erba, D. A. (2020). Modeling Legal Land Object for waterbodies in the context of 4D cadastre. *Land Use Policy*, 98, 104417. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2019.104417>
- Alemie, B. K., Bennett, R. M., & Zevenbergen, J. (2015). Evolving urban cadastres in Ethiopia: The impacts on urban land governance. *Land Use Policy*, 42, 695-705. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2014.10.001>
- Alvarez, L. (2014). *Property Cadastre in Chile: Origins and evolution*. Universidad de Barcelona.
- Aydinoglu, A. C., & Bovkir, R. (2017). Generic land registry and cadastre data model supporting interoperability based on international standards for Turkey. *Land Use Policy*, 68, 59-71. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2017.07.029>
- Bartha, G., & Kocsis, S. (s. f.). *STANDARDIZATION OF GEOGRAPHIC DATA: THE EUROPEAN INSPIRE DIRECTIVE*.
- Crompvoets, J., Rajabifard, A., van Loenen, B., & Fernández, T. D. (s. f.). *A Multi-View Framework to Assess SDIs*.
- Dawidowicz, A., Kulawiak, M., & Elzbieta, Z. (2020). *System architecture of an INSPIRE-compliant green cadastre system for the EU Member State of Poland*. <https://doi.org/10.1016/j.rsase.2020.100362>
- del interior, M. (2024, agosto 26). Ley DFL-1 18695. <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=251693>
- DGA, CONAF, & INFOR. (s. f.). *Imperial River flood alert system*. <https://bibliotecadigital.ciren.cl/items/87391541-27d6-4a24-ae54-2d6f24a17893>
- Dorado, D. (2022). *The multipurpose cadastre: Reflections on its potential and application*. Saberes.
- Duarte, J. (s. f.). The Multi-Purpose Land Registry as a Construction beginning in the Community: A Proposal to Reach a Vision with Property. *Universidad Santo Tomas*, 1(36). <https://doi.org/10.19052/eq.vol1.iss36.10>
- Ercan, O. (2021). A closer look at Turkish cadastre and its successful completion. *Land Use Policy*, 110, 104951. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2020.104951>
- Go Catastral, U. C. (2022, julio 18). *Inter-Administrative contract MP-385 of 2021 signed between the municipality of Palmira and the spacial administrative unit of district cadastre – UAECD*.
- Gogolou, C., & Dimopoulou, E. (2015). Land Administration Standardization for the integration of cultural heritage in land use policies. *Land Use Policy*, 49, 617-625. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2015.01.029>
- Gózdź, K. J., & Van Oosterom, P. J. M. (2016). Developing the information infrastructure based on LADM – the case of Poland. *Survey Review*, 48(348), 168-180. <https://doi.org/10.1179/1752270615Y.0000000018>

- Hajji, R., El Asri, H., & Ez-Zriouli, C. (2023). Upgrading to 3D cadastre in Morocco: Lessons learned from benchmarking of international 3D cadastral systems. *Land Use Policy*, 128, 106605. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2023.106605>
- IGAC, C. (2021). *Multipurpose Cadastre as a peace-building tool*.
- Inan, H. I. (2015). Associating land use/cover information with land parcels represented in LADM. *Land Use Policy*, 49, 626-633. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2015.04.015>
- Interior, M. (2021a, julio 27). *ESTABLISHES THE NATIONAL DISASTER PREVENTION AND RESPONSE SYSTEM, REPLACES THE NATIONAL EMERGENCY OFFICE WITH THE NATIONAL DISASTER PREVENTION AND RESPONSE SERVICE*. <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1163423>
- Interior, M. (2021b, agosto 7). Ley 21364. Biblioteca Congreso Nacional. <https://bcn.cl/3d575>
- Janečka, K. (2019). Standardization supporting future smart cities – a case of BIM/GIS and 3D cadastre. *GeoScape*, 13(2), 106-113. <https://doi.org/10.2478/geosc-2019-0010>
- Kalantari, M., Dinsmore, K., & Urban-Karr, J. (2015). *A roadmap to adopt the Land Administration Domain Model in cadastral information systems*. <http://dx.doi.org/10.1016/j.landusepol.2014.12.019>
- Kalantari, M., Dinsmore, K., Urban-Karr, J., & Rajabifard, A. (2015). A roadmap to adopt the Land Administration Domain Model in cadastral information systems. *Land Use Policy*, 49, 552-564. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2014.12.019>
- Kalogianni, E., Janečka, K., Kalantari, M., Dimopoulou, E., Bydłosz, J., Radulović, A., Vučić, N., Sladić, D., Govedarica, M., Lemmen, C., & Van Oosterom, P. (2021). Methodology for the development of LADM country profiles. *Land Use Policy*, 105, 105380. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2021.105380>
- Kara, A., Lemmen, C., Van Oosterom, P., Kalogianni, E., Alattas, A., & Indrajit, A. (2024). Design of the new structure and capabilities of LADM edition II including 3D aspects. *Land Use Policy*, 137, 107003. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2023.107003>
- Kim, S., & Heo, J. (2017a). Development of 3D underground cadastral data model in Korea: Based on land administration domain model. *Land Use Policy*, 60, 123-138. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2016.10.020>
- Kim, S., & Heo, J. (2017b). Development of 3D underground cadastral data model in Korea: Based on land administration domain model. *Land Use Policy*, 60, 123-138. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2016.10.020>
- Lee, B.-M., Kim, T.-J., Kwak, B.-Y., Lee, Y., & Choi, J. (2015). Improvement of the Korean LADM country profile to build a 3D cadastre model. *Land Use Policy*, 49, 660-667. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2015.10.012>
- Lemmen, C., Oosterom, P. V., Kara, A., Kalogianni, E., & Alattas, A. (2023). Overview of Developments of Edition II of the Land Administration Domain Model. *Saudi Arabia*.
- Lopez, P., Alvarez, P., & Muro-Medrano, P. (s. f.). IDEZar: Processes, tools and urban models applied to the integration of municipal data from heterogeneous sources. *Universidad de Zaragoza*.
- Miranda, A., Mentler, R., Moletto-Lobos, I., Alfaro, G., Aliaga, L., Balbontín, D., Barraza, M., Baumbach, S., Calderón, P., Cárdenas, F., Castillo, I., Gonzalo, C., De La Barra, F., Galleguillos, M., González, M. E., Hormazábal, C., Lara, A., Mancilla, I., Muñoz, F., ... Urrutia, V. (2024). *Scars of forest fires in the Araucania region* (Versión V3) [Dataset]. Datos para Resiliencia. <https://doi.org/10.71578/XAZAKP>

Munoz-Rodriguez, W. (2019). *Implications of the implementation of the multipurpose cadastral model compared to the traditional cadastral system*.

Oficina Nacional de Emergencia. (2024). *Forest fire threat maps* (Versión V1) [Dataset]. Datos para Resiliencia. <https://doi.org/10.71578/RQLVAG>

Okembo, C., Lemmen, C., Kuria, D., & Zevenbergen, J. (2022). Developing an adapted land administration domain model profile for Kenya. *Land Use Policy*, 117, 106087. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2022.106087>

Oldfield, J., Van Oosterom, P., Beetz, J., & Krijnen, T. (2017). Working with Open BIM Standards to Source Legal Spaces for a 3D Cadastre. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 6(11), 351. <https://doi.org/10.3390/ijgi6110351>

Oukes, P., Okembo, C., Morales, J., Lemmen, C., Zevenbergen, J., & Kuria, D. (2024). Implementing data exchange and interoperability on LADM country profiles using the ISO framework for enterprise interoperability standard. *Land Use Policy*, 146, 107333. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2024.107333>

Paasch, J. M., Van Oosterom, P., Lemmen, C., & Paulsson, J. (2015). Further modelling of LADM's rights, restrictions and responsibilities (RRRs). *Land Use Policy*, 49, 680-689. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2014.12.013>

Padilla, D. (2024). *Institutional records and analysis of river overflow and flood risks during the 21st century on the banks of the Cautín River, Araucania region* [Tesis, University of Oviedo]. <https://hdl.handle.net/10651/75655>

Paixao, S., Hespanha, J., & Ghawana, T. (2015). *Modeling indigenous tribes' land rights with ISO 19152 LADM: A case from Brazil*. <http://dx.doi.org/10.1016/j.landusepol.2014.12.001>

Paulsson, J., & Paasch, J. M. (2015). The Land Administration Domain Model – A literature survey. *Land Use Policy*, 49, 546-551. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2015.08.008>

Polat, Z. A., & Alkan, M. (2018). Design and implementation of a LADM-based external archive data model for land registry and cadastre transactions in Turkey: A case study of municipality. *Land Use Policy*, 77, 249-266. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2018.05.010>

Polat, Z. A., Alkan, M., Paulsson, J., Paasch, J. M., & Kalogianni, E. (2022). Global scientific production on LADM-based research: A bibliometric analysis from 2012 to 2020. *Land Use Policy*, 112, 105847. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2021.105847>

Polat, Z. A., Alkan, M., & Sürmelenli, H. G. (2017). Determining strategies for the cadastre 2034 vision using an AHP-Based SWOT analysis: A case study for the turkish cadastral and land administration system. *Land Use Policy*, 67, 151-166. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2017.05.004>

Rohan, B., RAJABIFARD, A., & Kalantari, M. (2010, abril 11). *Cadastral Futures: Building a New Vision for the Nature and Role of Cadastres*. FIG Congress 2010, Sydney, Australia.

Rojo-Mendoza, F. (2020). The processes of socio-spatial mixing and their evolution in the city of Temuco, 1992-2017. *Revista 180*, 46. [https://doi.org/10.32995/rev180.Num-46.\(2020\).art-776](https://doi.org/10.32995/rev180.Num-46.(2020).art-776)

Silva, A. O. D., & Fernandes, R. A. S. (2020). Smart governance based on multipurpose territorial cadastre and geographic information system: An analysis of geoinformation, transparency and collaborative participation for Brazilian capitals. *Land Use Policy*, 97, 104752. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2020.104752>

Silva, W. D. O., & Carneiro, A. F. T. (2020). Subsurface utility network cadastre proposal, base on ladm (ISO / FDIS 19152). *Boletim de Ciências Geodésicas*, 26(2), e2020006. <https://doi.org/10.1590/s1982-21702020000200006>

Smith, P. (2023). *Applied analysis of Geographic Information Systems in Municipal Planning: The case of the Municipality Lo Espejo*. Universidad de Chile.

Social Development Ministry. (2017). *Indigenous People* [Government Presentation]. https://observatorio.ministeriodesarrollosocial.gob.cl/storage/docs/casen/2017/Casen_2017_Pueblos_Indigenas.pdf

Thakur, V., Doja, M. N., & Faizi, A. A. A. (2018). Analysis and Investigation of Requirements and Model for Multipurpose Cadastral System in India. *Proceedings of the 11th International Conference on Theory and Practice of Electronic Governance*, 51-58. <https://doi.org/10.1145/3209415.3209445>

Tomić, H., Ivić, S. M., Roić, M., & Šiško, J. (2021). Developing an efficient property valuation system using the LADM valuation information model: A Croatian case study. *Land Use Policy*, 104, 105368. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2021.105368>

Tomic, H., Vucic, N., Vranic, S., Mastelic Ivic, S., Paar, R., & Šantek, D. (2022). A case study of 3D ownership rights registration as a basis of smart urban governance. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, XLVIII-4/W4-2022, 153-159. <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLVIII-4-W4-2022-153-2022>

Unger, E.-M. (2019). Application of LADM for disaster prone areas and communities. *Land Use Policy*.

Unger, E.-M., Zevenbergen, J., Bennett, R., & Lemmen, C. (2019). Application of LADM for disaster prone areas and communities. *Land Use Policy*, 80, 118-126. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2018.10.012>

Van Oosterom, P., & Lemmen, C. (2015). The Land Administration Domain Model (LADM): Motivation, standardisation, application and further development. *Land Use Policy*, 49, 527-534. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2015.09.032>

Vučić, N., Mađer, M., Pivac, D., & Roić, M. (2018). Land Administration support for post-disaster management. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, XLII-3/W4, 555-561. <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-3-W4-555-2018>

Vučić, N., Mađer, M., Pivac, D., Roić, M., & Križanović, J. (2020). Determination of a Hazard Compensations Based on Land Administration Data. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 9(2), 71. <https://doi.org/10.3390/ijgi9020071>

Zamzuri, A., Rahman, A. A., Hassan, M. I., & Oosterom, P. V. (2023). *3D Land Administration System for Wilayah Sarawak based on LADM Edition II– Preliminary Works*.

Zhuo, Y., Ma, Z., Lemmen, C., & Bennett, R. M. (2015). Application of LADM for the integration of land and housing information in China: The legal dimension. *Land Use Policy*, 49, 634-648. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2015.09.005>

Zulkifli, N. A., Abdul Rahman, A., & Chengxi Bernad, S. (2021). Design and implementation of 3D strata objects registration based on LADM – A case study in Malaysia. *Land Use Policy*, 108, 105497. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2021.105497>