

Metodología para la gestión del modelo núcleo y modelos extendidos LADM (Land Administration Domain Model) en Colombia

2022



icde

Infraestructura Colombiana
de Datos Espaciales



Esta publicación se da en el marco del Contrato de Préstamo No. 8937 8937-CO del 13 de agosto de 2019 con el Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento (BIRF), así como del Contrato de Préstamo No. 8937 4856/OC-CO firmado con el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) el 25 de octubre de 2019, con el propósito de ejecutar el “Programa para la Adopción e Implementación de un Catastro Multipropósito Rural – Urbano”, mediante el Subcomponente 2.4 Fortalecimiento de la ICDE.

Información del documento

Proyecto	“Programa para la Adopción e Implementación de un Catastro Multipropósito Rural – Urbano”, mediante el Subcomponente 2.4 Fortalecimiento de la ICDE.
Identificador	ME-GI-01
Nombre del documento	Metodología para la gestión del modelo núcleo y modelos extendidos LADM (Land Administration Domain Model) en Colombia
Estado	Vigente

Control de Versiones del Documento

Versión	Fecha	Descripción del cambio	Elaborado por	Aprobado Por
1.0	2019/12/24	Versión del documento inicial	Adriana Guerrero Castro, Ana Alexandra Morales, Nathalie Rengifo, Manuel Reyes, Orlando Martínez Blanco, Julián Rolón Vida	Fredy Gutiérrez / Liliana Morales
2.0	2020/11/13	Reestructuración del documento.	Ana Alexandra Morales Escobar, Adriana Guerrero, Oscar Fonseca.	Alexander Páez
2.1	2020/11/23	Cambio de título al documento, adición del numeral Marco de interoperabilidad y Estándares de intercambio del capítulo Marco conceptual; ajuste del texto e ilustración introductorias y adición del numeral Implementación de estándares técnicos de información geográfica en el capítulo Gestión de modelos extendidos. Ajuste del capítulo de mantenimiento y gestión de cambios.	Ana Alexandra Morales Escobar, Adriana Guerrero, Oscar Fonseca.	Alexander Páez
2.2.	2021/06/08	Ajuste en Actores del proceso Eliminación de gobernanza de modelos extendidos	Alexander Páez	

2.3	2022/07/15	Ajuste al alcance del principio de conformidad del perfil nacional e inclusión de la figura del Comité Técnico	Roberto Ricardo Cajamarca Gomez	Oswaldo Ibarra
-----	------------	--	---------------------------------	----------------

Contenido

Índice de Tablas	5
Índice de ilustraciones.....	5
1. Introducción	6
2. Alcance	7
3. Objetivos del Documento	7
4. Marco Conceptual	8
4.1 Modelo de la Administración de Tierras - Land Administration Domain Model	8
4.2 Enfoque orientado a modelos	13
4.3 Modelo Núcleo LADM- COL.....	15
4.4 Modelos Extendidos	16
4.5 Modelos de aplicación.....	16
4.6 Marco de interoperabilidad.....	17
4.7 Estándares de intercambio de MinTIC	19
5. Actores.....	20
6. Objetos Territoriales.....	22
7. Gestión de Modelos Extendidos LADM.....	24
7.1 Conceptualización y diseño de Modelos Extendidos	26
7.2 Análisis de conformidad del modelo de acuerdo con la Norma ISO 19152 35	
7.3 Desarrollo de Modelos Extendidos.....	37
7.4 Implementación de estándares técnicos de información geográfica	44
7.5 Implementación de modelo extendidos.....	46
8. Gestión del ciclo de vida de los modelos	46



- 8.1 Nomenclatura de las versiones del modelo 46
- 8.2 Ciclo de vida: cambios de versión, subversión y lanzamiento 48
- 8.3 Repositorio oficial..... 50
- 8.4 Documentación del modelo..... 50
- 9. Oficialización de Modelos Núcleo y Extendido..... 52
- 10. Herramientas tecnológicas de apoyo 53
 - 10.1 Modelamiento 53
 - 10.2 Repositorio de los Modelos..... 54
 - 10.3 Gestión de cambios 54
- 11. Aspectos de seguridad para tener en cuenta 55
 - 11.1 Protocolos de seguridad para la base de datos 55
 - 11.2 Políticas de seguridad y confidencialidad 57
 - 11.3 Autenticación de suscriptores 57
 - 11.4 Bitácoras..... 57
 - 11.5 Cifrado de Información..... 57
- 12. Arquitectura lógica para el Intercambio de información..... 58





Índice de Tablas

Tabla 1. Resumen de herramientas de la solución integral para el trabajo con INTERLIS y LADM.	42
--	----

Índice de ilustraciones

Ilustración 1. Paquetes, sub paquetes y sus respectivas clases, Modelo LADM.....	9
Ilustración 2. Niveles estructurales de la orientación a modelos de LADM	16
Ilustración 3. Tipos de modelos para la implementación del estándar LADM.....	16
Ilustración 4. Modelos LADM – Modelo Núcleo y Modelos Extendidos	17
Ilustración 5. Modelos de aplicación del modelo extendido catastro-registro y Modelo Núcleo	19
Ilustración 6. Relación de modelos núcleo, extendidos y de aplicación con los objetos territoriales.....	25
Ilustración 7. Esquema de identificación de objetos territoriales legales	26
Ilustración 8. Macro proceso creación de Modelos Extendidos LADM	27
Ilustración 9. Modelo Conceptual-clases y subclases perfil LADM-COL	31
Ilustración 10. Ejemplo de modelo UML de un modelo extendido	34
Ilustración 11. Niveles de Evaluación de Conformidad	39
Ilustración 12. Implementación de modelos del perfil LADM-COL	40
Ilustración 13. Ciclo y solución tecnológica integral para el trabajo con LADM mediante INTERLIS	42
Ilustración 14. El intercambio de la Información de Tierras y la plataforma de la ICDE..	60

1. Introducción

La formulación del proyecto de interés nacional de Catastro Multipropósito a través del documento CONPES 3958 – *Estrategia para la implementación de la política pública de Catastro Multipropósito*, comprende la adopción de estándares y buenas prácticas de orden internacional como la ISO19152 Land Administration Domain Model (LADM) que brinda una solución al intercambio de información relacionada con la Administración de Tierras.

La adopción de dicho estándar en Colombia ha comprendido labores de conceptualización, aplicación y reglamentación para adaptarlo al entorno del Catastro Multipropósito y de la Administración del Territorio. Las labores de conceptualización inician con el CONPES 3859 y el CONPES 3958, que en el ámbito técnico permitieron la obtención del modelo núcleo LADM-COL y del modelo extendido catastro-registro, junto con algunos modelos de aplicación derivados del extendido.

Desde el punto de vista reglamentario y para instar la aplicación de los modelos mencionados, se han expedido los CONPES mencionados, el CONPES 4007 – Estrategia para el fortalecimiento de la gobernanza en el Sistema de Administración del Territorio, que establece la existencia de Objetos Territoriales Legales y la necesidad de la adopción del estándar LADM. De igual forma, se expide la Resolución Conjunta IGAC 642 SNR 5731 de 30 de mayo de 2018, a través de la cual se adopta el modelo común de intercambio LADM_COL, la Resolución Conjunta SNR 4218 IGAC 499 de 28 de mayo de 2020, adopta el Modelo Extendido de Catastro Registro del Modelo LADM_COL, como estándar para la interoperabilidad de la información del catastro y registro y el Decreto 148 de 2020, que establece que el IGAC establecerá protocolos de interoperabilidad, pertinencia y datos complementarios para que las autoridades competentes dispongan la información que excede la relación catastro – registro, asociada a derechos, restricciones y responsabilidades de los predios, de forma estandarizada para garantizar la interoperabilidad con las bases catastrales.

En cumplimiento del objetivo OE1 del CONPES 4007, que busca fortalecer la generación, estandarización e interoperabilidad de datos, este documento es un instrumento para la implementación de los modelos extendidos LADM-COL por las entidades responsables identificadas en el inventario de Objetos Territoriales.



Inicia presentando algunos conceptos para tener en cuenta para ejercer la gobernanza de los modelos LADM, continua con un contexto acerca de los Objetos Territoriales, comprendidas como áreas que guiarán la elaboración de modelos extendidos. El cuerpo principal del documento en cuanto a la gobernanza se presenta con las consideraciones para la gestión del modelo núcleo LADM-COL y para los modelos extendidos LADM, definiendo los actores responsables, sus funciones, herramientas y protocolos a emplear. Finaliza con algunas consideraciones para la gestión de cambios, condiciones de seguridad y anexos que detallan el proceso de análisis de conformidad.

2. Alcance

El presente documento establece la metodología para la gestión del modelo núcleo LADM-COL y los modelos extendidos LADM, para su ejecución en respuesta a la normatividad que los reglamenta y a las necesidades de intercambio de información relacionada con el Sistema de Administración del Territorio.

3. Objetivos del Documento

- Establecer consideraciones, estándares y herramientas para tener en cuenta en la gestión de modelos LADM.
- Definir lineamientos técnicos, tecnológicos, de gestión y gobernanza para la implementación de modelos extendidos LADM de Objetos Territoriales que exceden la relación catastro – registro.
- Resaltar las responsabilidades de los actores involucrados en la gestión de modelos núcleo y extendidos LADM.
- Documentar los roles y responsabilidades en la gestión de cambios de los modelos LADM generados por las entidades de la gestión de Objetos Territoriales en el Sistema de Administración del Territorio.

4. Marco Conceptual

En este capítulo se describen aspectos y conceptos asociados a la normatividad, el enfoque basado en modelos y las buenas prácticas que han fundamentado la generación del Modelo Núcleo Colombiano LADM-COL, y su implementación a través de modelo núcleo, modelos extendidos y modelos de aplicación. Expone, en primer lugar, el aspecto normativo del modelo de la administración de tierras, a través del estándar ISO 19152:2012, sus principales características y como se desarrolla; en segundo lugar, la orientación a modelos para facilitar la implementación del estándar; en tercer lugar, como se constituyó el modelo núcleo para Colombia, LADM_COL; la cuarta sección enseña la obtención del modelo extendido catastro registro; y por último, los modelos de aplicación hace referencia al alcance y enfoque que deben de tener los Modelos LADM en cualquier temática que contenga la administración de tierras en nuestro país.

4.1 Modelo de la Administración de Tierras - Land Administration Domain Model¹

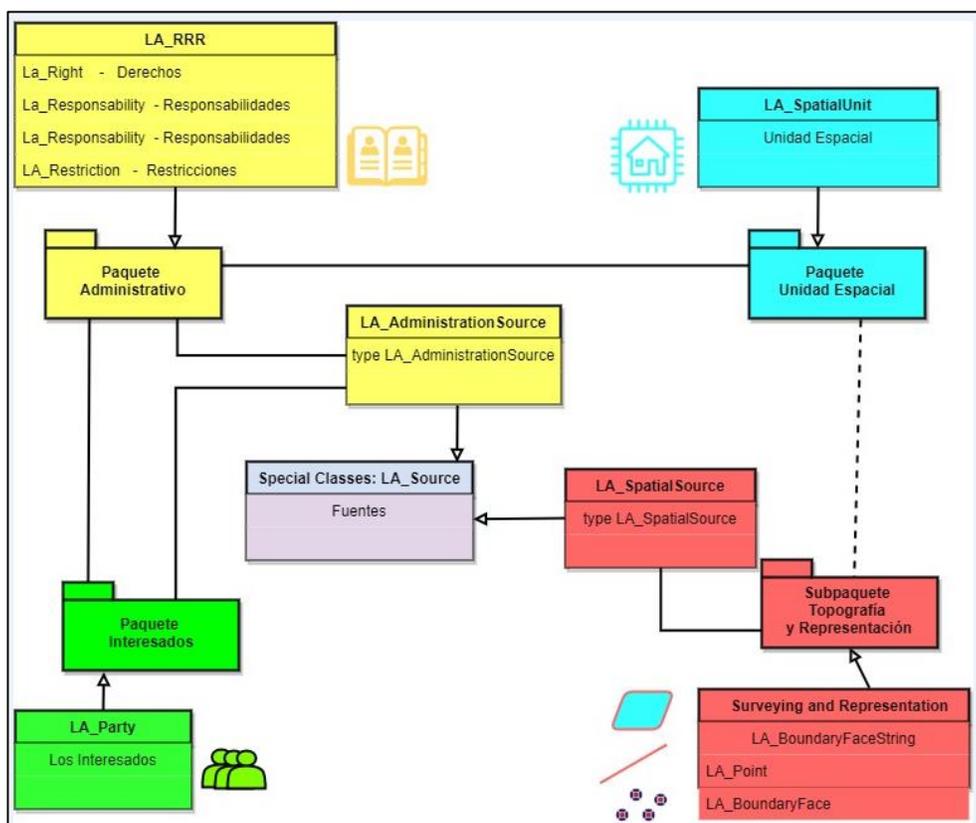
El estándar ISO 19152:2012 (Land Administration Domain Model), es una norma internacional que busca estandarizar la creación del modelo de la realidad relativa al ámbito de la administración del territorio (incluyendo los que están sobre el agua y sobre la tierra y los elementos por encima y por debajo de la superficie terrestre), el cual comprende la definición de los derechos, responsabilidades y restricciones, relacionadas con la administración de la tierra. El propósito del LADM no es suplir los sistemas existentes, sino, orientar un lenguaje semántico y formal para describirlos y entenderlos mejor (UNE 19152:2012).

La norma se centra en definir el modelo de la realidad, empleando el lenguaje gráfico UML (Unified Modeling Language), con el que define las clases o tipos de objetos que describen la realidad de la Administración de Tierras, sus atributos o características que las detallan y las relaciones que mantienen entre ellas. Estas relaciones son el punto en común con los diferentes sistemas de administración

¹ Conceptos y Definiciones LADM. Guía de elaboración de modelos extendidos del estándar ISO 19152:2012 y del perfil colombiano LADM-COL.

del territorio, que estudian y registran las relaciones entre las personas y la tierra a través de derechos (propiedad, uso, entre otros), restricciones o responsabilidades. De acuerdo con la ISO 19152, el modelo LADM se divide en conjuntos de clases, los cuales se agrupan en los siguientes cuatro elementos UML, tres paquetes principales y un sub-paquete, que se describen a continuación y a su vez se identifican las clases a las que pertenecen. Ver Ilustración 1.

Ilustración 1. Paquetes, sub-paquetes y sus respectivas clases, Modelo LADM



Fuente: Guía de elaboración de modelos extendidos del estándar ISO 19152:2012 y del perfil colombiano LADM-COL

- a. Paquete de Interesados: Contiene las clases relativas a las partes interesadas, sus clases registran a las personas físicas o jurídicas, que tienen una relación legal o estar vinculado en algún proceso de administración o gestión del territorio, con un elemento territorial. La clase que conforma este paquete se denomina *LA_Party*.

- a.1. LA_Party: Es la clase principal del paquete interesados, registra a las personas interesadas, físicas o jurídicas, individuales o colectivas.

- b. Paquete Administrativo: Contiene las clases que registran la relación entre el interesado y la tierra, así como el Objeto Territorial o unidad administrativa básica. Se conforma de dos clases:
 - b.1. LA_RRR: Es una de las dos clases principales del paquete Administrativo. Es una clase abstracta que gestiona las relaciones de la parte interesada con el elemento territorial administrado, distinguiendo los derechos (Rights), las restricciones (Restrictions) y las responsabilidades (Responsibilities), como clases concretas e instanciables denominadas LA_Right, LA_Restriction y LA_Responsibility, respectivamente.

 - b.2. LA_BAUnit: Es la otra clase principal del paquete administrativo y representa a las unidades de “Propiedad Básica”

- c. Paquete Unidad Espacial: Contiene las clases que pueden almacenar la información espacial de la unidad administrativa básica, es decir que describe el componente geométrico del predio con las relaciones de cada uno de los límites y su relación con los predios colindantes. Se conforma por las siguientes clases:
 - c.1. LA_SpatialUnit: Representa la instancia de la realidad espacial de LA_BAUnit. Una Unidad Administrativa básica puede o no tener entidad espacial y, de la misma forma, una entidad espacial puede hacer referencia a elementos de la realidad que no sean LA_BAUnits, como por ejemplo puntos de apoyo del levantamiento, líneas de referencia y similares. Se la conoce también por LA_Parcel.
 - c.2. LA_Level: Representa un nivel. Agrupa unidades espaciales, con la peculiaridad de que una unidad espacial que está en un nivel no puede estar en otro. Normalmente se utilizan para agrupar unidades espaciales por características, dependientes de criterios tales como el nivel de detalle o la calidad de la información disponible.
 - c.3. LA_Point es la clase punto, elemento básico para la representación espacial de los elementos del territorio considerados como unidad administrativa básica (LA_BAUnit). Puede representar puntos de apoyo

del levantamiento; la situación de una parcela, por ejemplo, una realidad en la que las parcelas se indica mediante un punto de referencia, incluso textual; o puntos que definen un lindero. Su situación se asocia a una fuente espacial, para indicar los datos relativos a su situación, origen, calidad, etc.

d. Sub paquete de Topografía y Representación, dentro del Paquete Espacial, el cual sus clases almacenan la información de la representación espacial de los Objetos Territoriales y la de los elementos de apoyo procedentes de las mediciones

d.1. LA_BoundaryFace y LA_BoundaryFaceString, del subpaquete de topografía y representación, sirven para la definición de linderos, tanto en 3D como en 2D, respectivamente. Se asocian a LA_Point, porque pueden construirse en base este elemento. Además, sus orígenes, su calidad y otras características relativas a su obtención, se documentan mediante LA_SpatialSource.

Por último, el Modelo LADM debe garantizar la seguridad de todo lo relacionado con la tenencia de la tierra, a partir de la capacidad de documentación que las relaciones contengan, para ello se soporta en fuentes documentales y técnicas, que se gestionan mediante la clase abstracta LA_Source, y se especializa en dos clases concretas e instanciables denominadas LA_AdministrativeSource y LA_SpatialSource.

Por otra parte, la norma incluye la explicación de cada uno de los elementos enunciados, a modo de diccionario de objetos, así como un conjunto de quince (15) anexos, desde el Anexo A hasta el Anexo O, de los cuales el Anexo A y B, tienen carácter normativo y el resto de los anexos son de carácter informativo. En cuanto a los anexos normativos, para el presente documento son relevantes, ya que definen las pruebas genéricas para el estudio de conformidad, a la hora de desarrollar un modelo extendido, es decir que a partir del Anexo A se evalúa la conformidad en la implementación y en el caso del Anexo B, la representación 2D y 3D de las unidades espaciales.

Algunas de las características del modelo LADM, que se indican en la propia norma, son (AENOR, 2013):

- Se trata de un modelo conceptual

- No es una especificación de datos (ver norma ISO 19131:2007)
- No pretende reemplazar sistemas, si no proporcionar un lenguaje para describirlos
- Es una norma descriptiva y no prohibitiva

Además, indica que LADM sirve para dos objetivos (AENOR, 2013):

- Ser base para la implementación de sistemas basados en una arquitectura dirigida por el modelo
- Establecer una ontología (un vocabulario común) a los distintos niveles regionales de gestión de datos asociados al territorio, desde el local al internacional

El modelo LADM_COL se desarrolla bajo los siguientes principios, que se deben tener en cuenta para la elaboración de los modelos extendidos:

- Independencia Legal: Cada entidad es responsable de sus datos y son los únicos que tiene la gestión de sus datos.
- Enfoque orientado a Modelos: Maneja tres niveles de modelos. Modelo Núcleo, Modelo Extendido y Modelo de Aplicación, que se desarrollan para cada entidad de cuadro a la temática y especialización.
- Neutralidad tecnológica: Se elabora los modelos en UML, independientemente de la plataforma de servidores y base de datos donde se implemente.
- Normalización semántica: basado en el estándar ISO 19152.

Finalmente se resalta el concepto de Objeto Territorial, comprendido como zonas legalmente homogéneas con ciertos derechos o restricciones que se encuentran con base al derecho público o privado. “Catastro 2014”, de la Fédération Internationale de Géomètres (Kaufmann & Steudler, 1998).

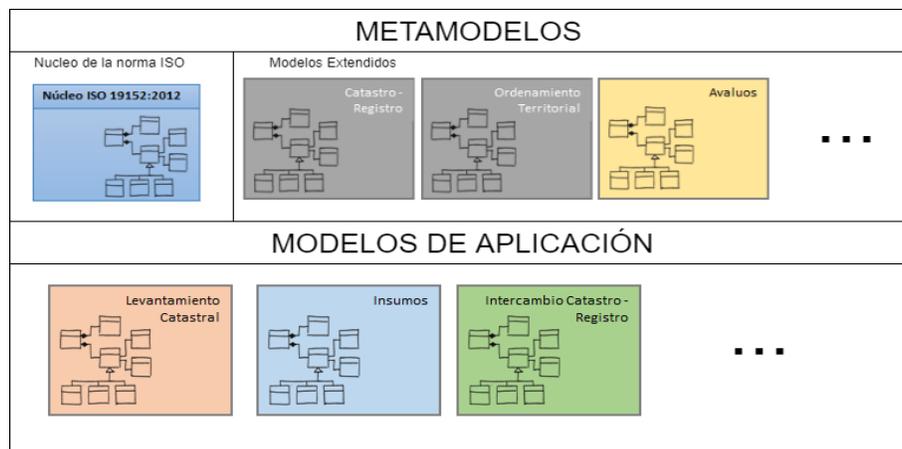
De esta forma, para un adecuado entendimiento de lo que hace parte de la administración de tierras en diferentes ámbitos territoriales, y de los objetos a ser modelos bajo LADM, deben analizarse todas las normativas capaces de generar Objetos Territoriales, tanto si sobre estos se pueden adquirir derechos, como si a su vez imponen restricciones y responsabilidades sobre otros.

4.2 Enfoque orientado a modelos

La implementación del enfoque orientado por modelos, para la gestión de Objetos Territoriales no se basa en un modelo único, se basa en la definición de un ecosistema de modelos que permitan cumplir con los objetivos de LADM y enmarquen la definición de la semántica que describe cada Objeto Territorial.

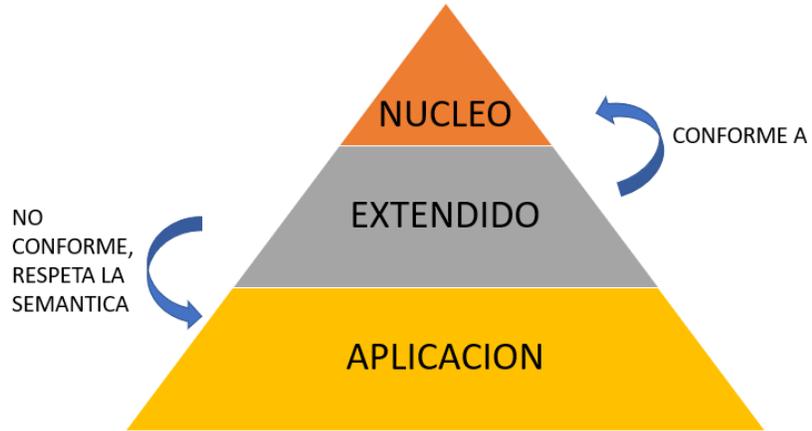
La implementación de un único modelo, fiel al estado de la información de cada organización, genera problemas en su implementación, por lo que se ha adoptado un mecanismo que presenta la suficiente flexibilidad para integrar modelos y bajo el principio de independencia legal, que consiste en conservar dos niveles estructurales presentados en la Ilustración 2: el primero, donde encontramos el núcleo y los modelos extendidos, que es la capa de metamodelos o modelos conceptuales; y un segundo nivel es la capa donde encontramos los modelos de aplicación, que son precisamente aquellos que nos brindan la flexibilidad necesaria para la implementación.

Ilustración 2. Niveles estructurales de la orientación a modelos de LADM



De esta forma, la experiencia ha permitido definir tres (3) tipos de modelos a seguir en la implementación del modelo LADM_COL (ver ilustración 3): Modelo núcleo, Modelos Extendidos y Modelos de Aplicación. Así, el perfil nacional LADM-COL en su conjunto debe guardar conformidad con los elementos mínimos del modelo LADM, es decir con la norma ISO 19152.

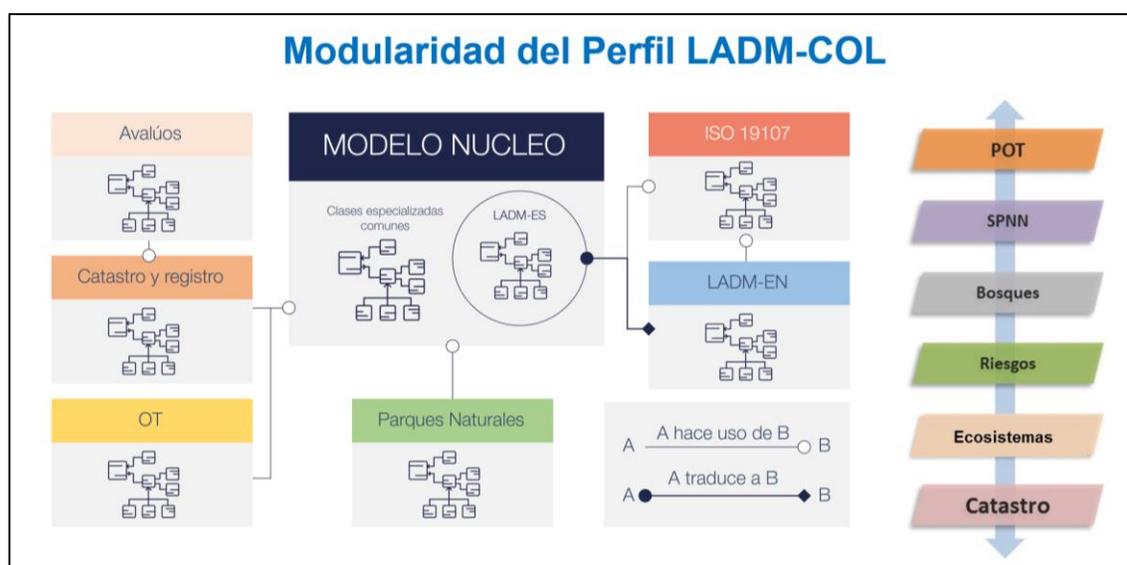
Ilustración 3. Tipos de modelos para la implementación del estándar LADM



4.3 Modelo Núcleo LADM- COL

A partir de lo dispuesto en la ISO 19152 LADM, Colombia ha avanzado en el perfil² colombiano denominado LADM-COL. El objetivo del modelo núcleo es establecer la base ontológica y semántica de la administración de tierras en Colombia y establecer un lenguaje común para sus diferentes entidades. Una característica principal de la orientación a objetos es su modularidad, es decir, tiene la capacidad de generar diferentes modelos extendidos y de aplicación de acuerdo con las necesidades temáticas de la administración de tierras en Colombia, lo que permite dar mayor interoperabilidad e independencia legal. Ver Ilustración 4.

Ilustración 4. Modelos LADM – Modelo Núcleo y Modelos Extendidos



Fuente: Presentación MAS, Generalidades del estándar ISO 19152 Land Administration Domain Model – LADM

² Conjunto de una o más normas base, o subconjunto de normas base y, cuando sea aplicable, identificación de apartados, clases, opciones y parámetros seleccionados de la norma base que son determinantes para cumplir una determinada función. (ISO/UNE 19152:2012)

4.4 Modelos Extendidos

Los modelos extendidos responden a las necesidades temáticas de la administración del territorio, y heredan las clases del modelo núcleo a las que se agregan sus propias clases temáticas. Es importante tener en cuenta que para hacer posible esta modularidad, la definición de modelos extendidos debe tener en cuenta las siguientes premisas:

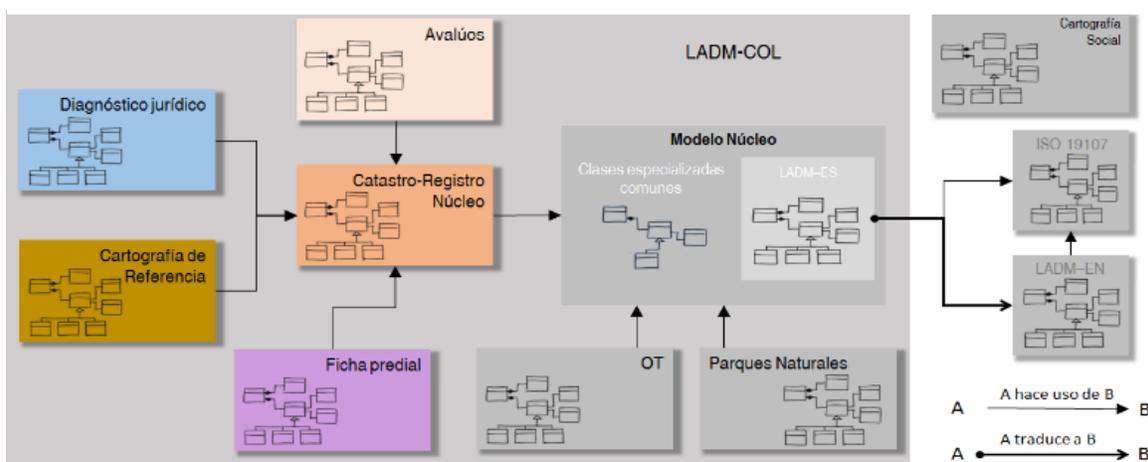
- I. La terminología es la establecida por la ISO 19152:2012 y el modelo base empleado es el propio LADM.
- II. Puede utilizarse una traducción del modelo anterior, siempre que pueda mantenerse la trazabilidad, término a término, de esta traducción y garantizar la equivalencia terminológica para el caso en el que el modelo del perfil nacional deba interactuar con perfiles de otros países.
- III. No se repetirán definiciones ni de elementos de la realidad (clases), ni de descriptores de esta (enumeraciones). Si hiciesen falta elementos definidos en lugares distintos a donde van a ser usados, deben poder ser reutilizados desde la definición original.
- IV. Cada parte de la Administración de Tierras capaz de administrar Objetos Territoriales (ver numeral Objetos Territoriales) propios y de acuerdo con el principio de independencia legal de Catastro 2014, debe ser capaz de hacerlo sin contar con definiciones que le sean ajenas.
- V. Se considera modelo núcleo al mínimo de elementos necesarios para definir la realidad del territorio en Colombia, que sean comunes a todas las temáticas de la administración de tierras que generan sus propios Objetos Territoriales. Cuando se habla de elementos comunes, se habla de clases, conjuntos de clases o dominios comunes reutilizables por distintas entidades, no de objetos concretos.

4.5 Modelos de aplicación

Como se mencionó anteriormente, la orientación a modelos a partir de niveles estructurales ofrece la flexibilidad necesaria para integrar modelos y respetar el principio de independencia legal. Esto es, conservar un primer nivel con el Modelo Núcleo, un segundo con los Modelos Extendidos y un tercero con los Modelos de Aplicación, que brindan la flexibilidad necesaria para la implementación. El modelo de aplicación incluye las clases del Modelo Extendido más las clases necesarias

para la implementación del modelo, guardando así la semántica del Modelo de Administración de Tierras LADM_COL, pero facilitando y adaptándose a condiciones para su implementación. Por ejemplo, el modelo de ficha predial, avalúos o levantamiento catastral son modelos de aplicación del Modelo Extendido catastro registro, como se enseña en la Ilustración 5.

Ilustración 5. Modelos de aplicación del modelo extendido catastro-registro y Modelo Núcleo



4.6 Marco de interoperabilidad

Con el objetivo de lograr un Estado más eficiente, transparente, participativo, que preste mejores servicios a los ciudadanos y las empresas, a través de las tecnologías de información, el Ministerio de Tecnologías de Información y Comunicaciones – MinTIC ha definido el marco de interoperabilidad, como parte del Marco de Referencia de Arquitectura Empresarial, que busca la conexión o interoperabilidad entre los sistemas de información de las entidades públicas para mejorar la eficacia, eficiencia y efectividad en la prestación de los trámites y servicios en línea que se ofrecen a los ciudadanos.

Teniendo en cuenta que se contemplan varias interacciones, el marco de interoperabilidad plantea cuatro dominios: Político legal, Organizacional, Semántico y Técnico, soportados en principios, un modelo de gobierno, lineamientos, herramientas y un modelo de madurez.

Los lineamientos que establece para alcanzar la interoperabilidad tanto a nivel local, interinstitucional, sectorial, nacional o internacional están orientados a la



mejora de la gobernanza de las actividades relacionadas a la interoperabilidad, a través del seguimiento de los siguientes cuatro procesos³:

- Gestión del portafolio de servicios de intercambio: conjunto de actividades encargadas de administrar un conjunto de servicios de interoperabilidad y de establecer estrategias de planeación para la interoperabilidad alineadas al objeto misional de la entidad, la estrategia TI y la definición de Arquitectura Empresarial.

Las siguientes son las actividades sugeridas:

- Planeación del portafolio de servicios de intercambio
 - Identificación de servicios de intercambio y justificación misional de éstos
 - Definición de propietario/responsable interno de los servicios de intercambio
 - Financiación de los servicios de intercambio
 - Control de cambios sobre los servicios de intercambio
- Ciclo de vida del servicio de intercambio: Administración integral de diseño, desarrollo, despliegue, administración y retiro de servicios (semejante a una adaptación del proceso de ciclo de vida del software de la entidad).

Las actividades sugeridas son:

- Definición de servicio
- Planeación de implementación del servicio
- Modelado de servicio
- Estandarización de la información del servicio
- Implementación, ensamblado o adquisición del servicio
- Plan de pruebas sobre el servicio
- Despliegue del servicio
- Gestión y monitoreo del servicio
- Soporte sobre el servicio

³ Basados en el Modelo de Referencia de Gobierno SOA, del Open Group

- Gestión de soluciones de interoperabilidad: Función operativa para la administración de los servicios de intercambio que recibe el insumo del mapa de ruta resultado de un ejercicio de Arquitectura Empresarial, identifica los proyectos de interoperabilidad y materializa la entrega y puesta en producción de estos. Se sugieren las siguientes actividades:
 - Planeación del portafolio de soluciones de interoperabilidad
 - Financiación de las soluciones de interoperabilidad
 - Validación técnica de soluciones de interoperabilidad
 - Control de cambios sobre las soluciones de interoperabilidad

- Ciclo de vida de solución de interoperabilidad: Administración integral de diseño, desarrollo, despliegue, administración y retiro de proyectos o soluciones de interoperabilidad. Las actividades se sugieren así:
 - Definición de solución
 - Planeación de la implementación de la solución
 - Planeación de reutilización de servicios
 - Despliegue de la solución
 - Modelado de la solución
 - Implementación, ensamblado o adquisición de la solución
 - Plan de pruebas sobre la solución
 - Gestión y monitoreo de la solución
 - Soporte sobre la solución

4.7 Estándares de intercambio de MinTIC

De igual forma, el marco resalta la operación de los servicios de intercambio de información y de los servicios ciudadanos digitales, comprendidos estos como conjunto de soluciones y procesos transversales que brindan al Estado capacidades y eficiencias para su Transformación Digital, para lograr una adecuada interacción del ciudadano con el Estado.

En cuanto a los servicios de intercambio, definidos como “recursos tecnológico que mediante el uso de un conjunto de protocolos y estándares permite el intercambio de información”, el dominio semántico del marco de interoperabilidad establece que para alcanzar la gestión unificada de la información es necesario un concepto



estándar que, al ser utilizado en la implementación de los servicios digitales, facilita el proceso de obtención de información estandarizada tanto para las entidades como para los ciudadanos.

En tal sentido, se han estudiado estándares que hacen parte del titulado Lenguaje común de intercambio consultables en <http://lenguaje.mintic.gov.co> que comprenden algunos de índole geográfica como WMS (Web Map Service), WFS (Web Feature Service) y GML (Geography Markup Language), así como XBRL (eXtensible Business Reporting Language), DCAT (Data Catalogue Vocabulary), DarwinCore, DublinCore, SDMX (Statistical Data and Metadata eXchange), UBL (Universal Business Language) y LADM, del que trata este documento metodológica

5. Actores

Actores en primera instancia según CONPES 4007:

- Departamento Administrativo Nacional de Estadística - DANE
- Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones – MinTIC
- Instituto Geográfico de Agustín Codazzi – IGAC
- Entidad coordinadora de la Infraestructura Colombiana de Datos Espaciales – ICDE
- Departamento Nacional de Planeación - DNP
- Dirección General Marítima – DIMAR
- Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio – MVCT

A los actores inicialmente planteados se suman las entidades generadoras de los Objetos Territoriales:

- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Territorial – MADS
 - Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM
 - Unidad Administrativa Especial Parques Nacionales Naturales de Colombia - UAEPNN
 - Unidad Administrativa Especial Autoridad Nacional de Licencias Ambientales –ANLA



- Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras “José Benito Vives de Andreis” – INVEMAR
- Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt – IAVH
- Corporaciones Autónomas Regionales

- Ministerio de Minas y energía
 - Agencia Nacional de Minería – ANM
 - Servicio Geológico Colombiano - SGC
 - Agencia Nacional de Hidrocarburos – ANH
 - Unidad de Planeación Minero-Energética – UPME
 - Instituto de Planificación y Promoción de Soluciones Energéticas para las Zonas no Interconectadas – IPSE

- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural
 - Agencia Nacional de Tierras – ANT
 - Unidad de Planificación de Tierras Rurales, Adecuación de Tierras y Usos Agropecuarios UPRA
 - Agencia de Desarrollo Rural ADR
 - Unidad Administrativa Especial Autoridad Nacional de Tierras Despojadas - URT
 - Unidad Administrativa Especial Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca – AUNAP

- Ministerio de Transporte
 - Instituto Nacional de vías - INVIAS
 - Agencia Nacional de Infraestructura – ANI

- Ministerio de Cultura
 - Instituto Colombiano de Antropología e Historia – ICANH

- Ministerio de Comercio, Industria y Turismo
- Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres -UNGRD
- Superintendencia de Notariado y Registro - SNR
- Entidades Territoriales

6. Objetos Territoriales

Para la generación de los Modelos Extendidos, y tener claridad acerca del objeto o unidad administrativa a modelar, se debe tener en cuenta la definición de elementos geográficos que contengan la característica de ser un Objeto Territorial (OT). Este concepto nace en la declaración Catastro 2014 que lo define como "una porción de territorio en el cual existen condiciones homogéneas dentro de sus límites"; si estas condiciones están definidas por ley, constituyen Objetos Territoriales Legales.

Un Objeto Territorial debe tener una normatividad asociada para su funcionamiento y a partir de ésta, existir una entidad responsable de la producción, mantenimiento y disposición del dato, normalmente reconocida como custodios del dato. Las principales características de los Objetos Territoriales en relación con el desarrollo de los Modelos Extendidos es determinar a partir de una base legal, los posibles derechos, restricciones o responsabilidades (DRR), dentro del área que conforma el objeto y aplicable a los predios que interseca de la base catastral.

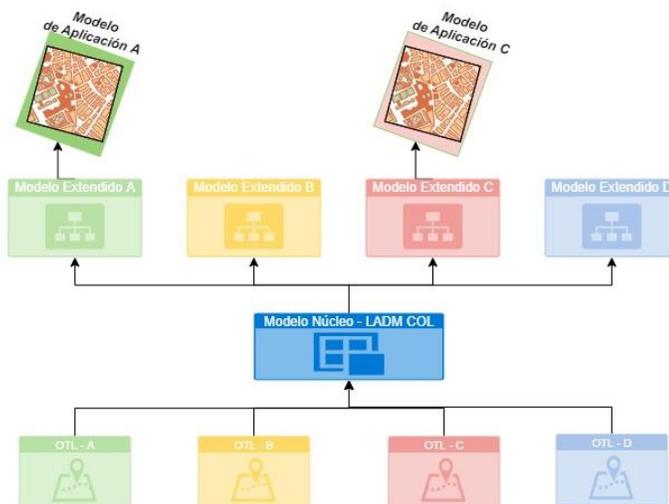
Por ejemplo, una ronda hídrica tiene asociadas unas restricciones, derechos y responsabilidades de acuerdo con las normas de los POMCAS y esto sugiere que diferentes actores están sujetos a estas DRR, por consiguiente, existe una administración del territorio en torno a estas dinámicas. De acuerdo con lo anterior, para conceptualizar la creación de un Modelo Extendido, se contemplan temas relacionados con la administración del territorio: Planes de Ordenamiento Territorial, Parques Nacionales, franjas de protección de ríos, etc. en los cuales la entidad o entidades identifiquen el respectivo objeto territorial, para el correspondiente modelamiento.

Adicionalmente, se debe tener en cuenta que para la definición de los Modelos Núcleo, Extendidos y de aplicación relacionados con el modelo LADM COL, se ha establecido el mencionado enfoque orientado a modelos, en el cual determina que cada uno de estos modelos dependerá del nivel anterior.

En relación con los Objetos Territoriales, la guía para el desarrollo del Modelo Extendido será la definición que describa un Objeto Territorial de interés para una entidad; las relaciones con los interesados involucrados sean estas personas físicas o jurídicas; los derechos y deberes que rijan estas relaciones; además de

los elementos de interés para documentar tanto las relaciones como la existencia y localización espacio-temporal del Objeto Territorial (Ilustración 6). De esta forma, la identificación de Objetos Territoriales es la base para la generación de los modelos extendidos.

Ilustración 6. Relación de modelos núcleo, extendidos y de aplicación con los Objetos Territoriales⁴



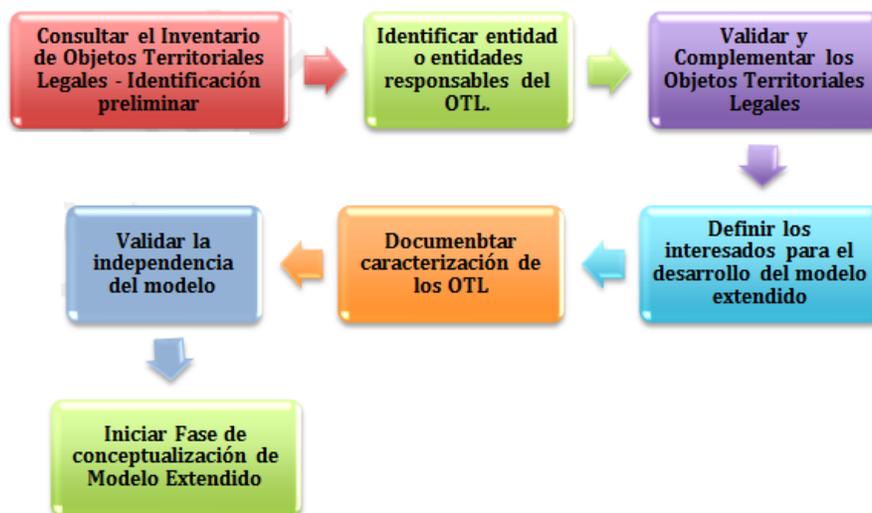
Fuente: Elaboración propia

La gestión de los Objetos Territoriales es un proceso tendiente a la conformación de un inventario nacional con técnicas registrales, atendiendo a las disposiciones del CONPES 4007 del SAT; Línea 1.1 “Realizar el inventario y priorización de los Objetos Territoriales que constituyen derechos, restricciones y responsabilidades” y comprende varias etapas que inician con la identificación preliminar adelantado por el DNP y la ICDE.

A partir de la identificación preliminar, las entidades responsables identificadas validan y complementan los objetos territoriales a cargo, definen los interesados para el desarrollo del modelo, caracterizan los Objetos Territoriales y de esta manera se inicia la elaboración del modelo conceptual bajo el estándar LADM-Col.

⁴ [1] Conjunto de una o más normas base, o subconjunto de normas base y, cuando sea aplicable, identificación de apartados, clases, opciones y parámetros seleccionados de la norma base que son determinantes para cumplir una determinada función. (ISO/UNE 19152:2012)

Ilustración 7. Esquema de identificación de Objetos Territoriales Legales



Fuente: Elaboración propia

7. Gestión de Modelos Extendidos LADM

La gestión de Modelos Extendidos comprende las etapas técnicas de: conceptualización, diseño, conformidad, implementación, mantenimiento y oficialización. Estas etapas podrán estar soportadas por dos procesos transversales, como se enseña en la Ilustración 8:

- Coordinación del proceso: Gestiona y controla el proceso de generación de nuevos modelos extendidos. Esta coordinación comprende diversas fases:
 - Inventario y alineación con Objetos Territoriales: La definición de lineamientos para el inventario estará a cargo de IGAC, DANE, MinTIC, DNP, quienes en conjunto con DIMAR realizarán dicho inventario y definen las relaciones con otros objetos y sus jerarquías de forma progresiva con las entidades líderes de cada sector.
 - Elaboración e implementación de modelos y estándares técnicos: esta coordinación es ejercida por MinTIC, IGAC, DANE. Se iniciará con los modelos priorizados con MVCT, MADS, ANT, DIMAR, ANM y

- posteriormente con otras del orden nacional o territorial que manifiesten interés, con el liderazgo de IGAC.
 - Seguimiento a la implementación: será realizado por DNP, MinTIC y DANE.
 - Realizar la articulación con la normatividad vigente de la gestión de los modelos.
- Aseguramiento de la calidad: Verifica el correcto cumplimiento de todas las actividades y la elaboración de los documentos o resultados de cada actividad.

Ilustración 8. Macroproceso creación de Modelos Extendidos LADM



La formulación de los Modelos Extendidos debe considerar su correspondencia con la identificación de Objetos Territoriales y su priorización, que para efectos del cumplimiento del CONPES 4007, fue otorgada en primer lugar al sector Minas y Energía y al sector Ambiente y Desarrollo, atendiendo a lineamientos de la ICDE y a la política de Gobierno digital y datos abiertos de MinTIC.

Para el desarrollo de los Modelos Extendidos y la implementación de estándares técnicos, el IGAC, la Infraestructura Colombiana de Datos Espaciales y la entidad interesada o gestora del Objeto Territorial a modelar, deben participar en las mesas técnicas en las que se desarrollan las fases con personal técnico temático experto y con el personal de soporte tecnológico.



7.1 Conceptualización y diseño de Modelos Extendidos

Esta primera etapa inicia con la identificación de los grupos de trabajo, el desarrollo de talleres de transferencia de conocimiento en el modelo LADM y ejecución de mesas de trabajo en las que se discuten aspectos técnicos relacionados con el Objeto Territorial a modelar.

7.1.1. Conformación de grupos de trabajo

Como se mencionó, es de gran importancia la conformación de un Comité Técnico que actuará de forma colegiada, y deberá estar integrado por profesionales que cuenten, como mínimo, con los siguientes perfiles propuestos:

a) Tomador de decisión

Perfil directivo que será consultado en el momento de requerir una decisión que implique o impacto de forma significativa algún aspecto del modelo extendido.

b) Técnicos temáticos:

Perfiles profesionales expertos en el negocio de la entidad solicitante, con conocimientos técnicos, administrativos y legales relacionados con la temática del Objeto Territorial asociado al Modelo Extendido. Tendrán como funciones:

- Contribuir en el conocimiento técnico de cómo los requisitos legales se llevan a cabo en la gestión de la información temática, en el trabajo diario de la institución o parte de la institución responsable de la gestión de la información en cuestión.
- Aportar conocimiento sobre cómo esta información se levanta, tanto en campo, como en gabinete técnico; cómo se gestiona, cómo se trabaja con los sistemas actuales, etc.
- Participar en los conocimientos de los procesos administrativos necesarios para la gestión de la información, las transacciones que estos procesos suponen para el tratamiento de esta, así como las relaciones necesarias con los interesados.
- Resolver las dudas que se presenten a los técnicos informáticos encargados de elaborar los modelos.

- Revisar y verificar cumplimiento de requerimientos de información en los modelos de datos.

Si bien el Modelo LADM no está pensado para la gestión transaccional, si es necesario conocer los diferentes pasos de la gestión de los procesos administrativos dado que estos influyen en la usabilidad de la información.

c) Técnicos LADM

Profesionales expertos en la conceptualización del estándar LADM y su implementación, que tienen como funciones:

- Exponer los conceptos generales y específicos del estándar LADM ISO 19152.
- Socializar el contenido del modelo núcleo LADM-COL y la experiencia en elaboración de los modelos extendidos existentes.
- Realizar charlas aclaratorias y resolver las dudas que se presenten a los técnicos temáticos e informáticos en el diseño de un modelo extendido.
- Aportar su experiencia enfocada en guiar al resto de técnicos, tratando de no influir y centrándose en guiar durante el proceso.
- Deben además entender los procesos de implementación y trabajo, con el objetivo de poder dar apoyo en fases posteriores y poder trabajar o capacitar a quien lo haga en las fases de producción del sistema implementado.
- Revisar, verificar cumplimiento de requerimientos de información en los Modelos Extendidos.
- Revisar continuamente los resultados asociados a los modelos extendidos generados durante el proceso.

d) Técnicos informáticos:

Perfiles profesionales informáticos con conocimiento y experiencia en las etapas de análisis, diseño, desarrollo, implementación, administración y mantenimiento de sistemas informáticos, incluyendo los expertos en la gestión de información geográfica, con conocimiento y experiencia en modelado de datos, lenguaje de modelado gráfico UML, creación de modelos de bases de datos relacionales, control de calidad y gestión de documentación. Deben cumplir con las siguientes funciones:

- Contribuir con su conocimiento para dar apoyo al equipo en la comprensión y realización de Modelos Extendidos, mediante el uso de lenguajes y tecnologías informáticas pertinentes.



- Creación de modelos de clases conceptuales, lógicos y físicos.
- Generar los archivos DDL para la creación de las tablas y columnas en la base de datos relacional, migración y exportación de datos, mantener actualizado el diccionario de datos.
- Realizar el control y verificación de cumplimiento de estándares, cumplimiento de los pasos y resultados de las etapas de la metodología y trazabilidad de los objetos entre los modelos conceptuales, lógicos y físicos.
- Administrar, almacenar, gestionar los modelos y documentos generados, así como las modificaciones a estos, mantener un repositorio de documentación de los modelos y documentos en todas sus versiones y con la trazabilidad de los cambios.

7.1.2. Desarrollo de talleres

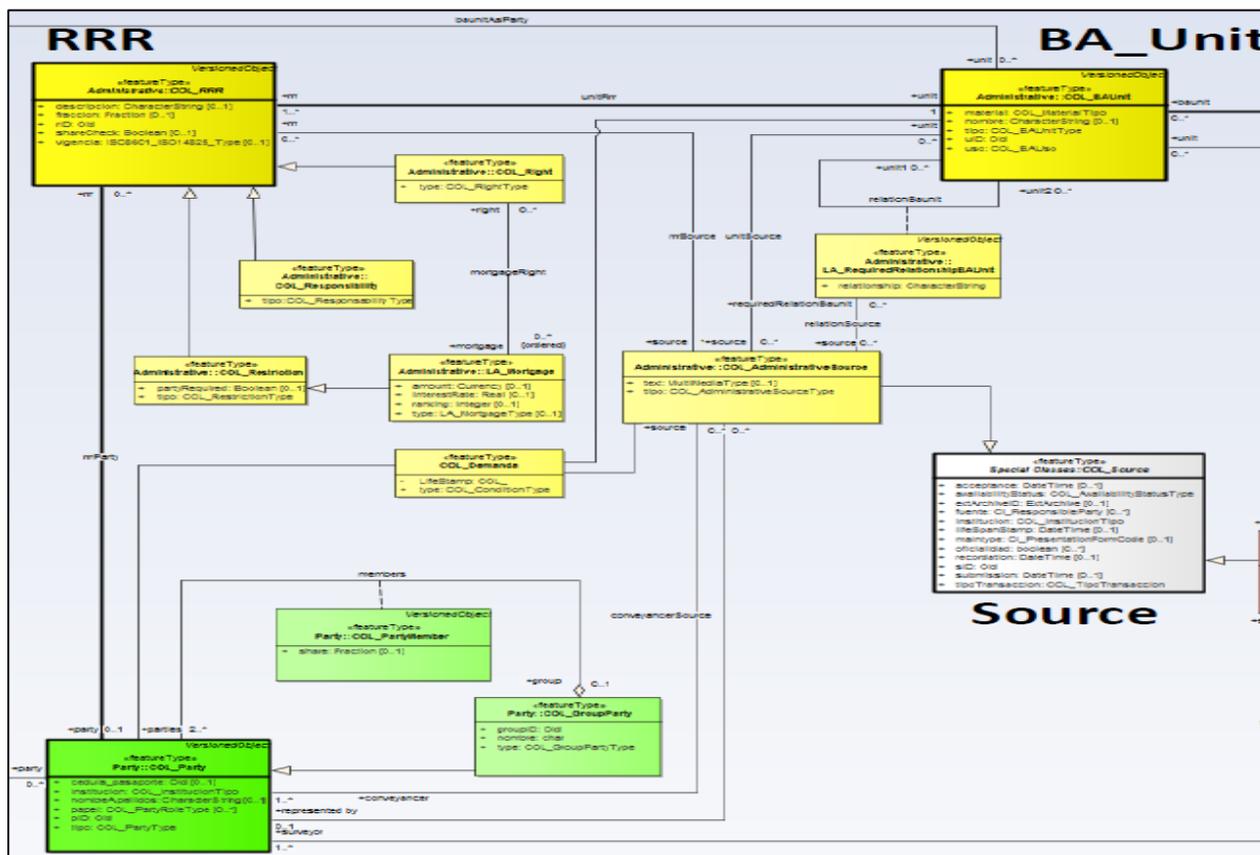
Los talleres tienen por objetivo nivelar conocimientos en el estándar LADM, los Modelos Núcleo, Extendidos y de Aplicación existentes, así como en otros estándares relacionados. De igual forma comprenden el desarrollo de discusiones legales, técnicas y administrativas que conduzcan a la definición del modelo, a partir del conocimiento construido conjuntamente entre los actores participantes.

7.1.3. Elaboración de modelo conceptual

El modelo conceptual contiene las principales clases del modelo, con su nombre, atributos principales y las relaciones entre las clases y relaciones con las clases del modelo núcleo.

Para elaborar el Modelo Conceptual es necesario identificar las clases que definan la realidad del Modelo Extendido que pretende implementarse, de acuerdo con el modelo general que fundamenta el Modelo LADM, así como su relación con el Modelo Catastro - Registro LADM-COL, ver Ilustración 9.

Ilustración 9. Modelo Conceptual-clases y subclases perfil LADM-COL



Fuente: Administración de tierras aplicando el estándar ISO 19152 Golgi Álvarez, 2018

A partir del Modelo Núcleo se construye el Modelo Extendido, garantizando de esta forma la interoperabilidad y homogeneidad entre modelos, ya que se tienen una base ontológica y semántica común a través de la ISO 19152. Los pasos para identificar las clases son:

- Presentación temática por parte de la entidad
- Determinar la finalidad y el alcance de la creación del modelo
- Identificar y definir el objeto territorial:
 - Reconocer la legislación relacionada con el objeto o modelo
 - Desarrollar la matriz de los principales Objetos Territoriales que la institución domina y de los cuales existe un sustento normativo o legal

- Identificación de los elementos de la realidad a ser incluidos en el modelo extendido
 - Identificación del objeto de interés a modelar, que será de utilidad para el sistema de administración de tierras
 - Identificación de atributos y definición de los dominios de valores necesarios, dependiendo de los distintos atributos que dependan de ellos
- d) Identificar Clases RRR:
- Identificar las restricciones de competencia de la institución
 - Determinar las capas de información
 - Reconocer las restricciones que estas capas reflejan sobre los predios o unidades territoriales que las interceptan.
 - Estudiar los derechos que estas capas reflejan sobre los predios o unidades territoriales que las interceptan.
 - Identificar las responsabilidades que estas reflejan crean sobre los predios o unidades territoriales que las interceptan.
 - Reconocer las relaciones de las clases RRR con las clases de Objetos Territoriales
- e) Identificar elementos espaciales:
- Determinar los nombres de las unidades espaciales como se puede representar las unidades administrativas
 - Reconocer la legislación específica que soporta estas unidades espaciales (Ley y articulado)
 - Elaborar para cada una de las unidades espaciales los dominios que son aplicables
 - Identificar las relaciones de las clases espaciales con las clases de Objetos Territoriales
- f) Identificar los interesados:
- Identificación de las clases de LADM y de LADM-COL a ser implementadas o a partir de las que se extenderán las clases propias
 - Identificar las relaciones de las clases de interesados con las clases de Objetos Territoriales

En la identificación de clases debe fomentarse la discusión diferentes temas como: ¿de qué elementos de la realidad tratada son representativos para ser incluidos

en el modelo?; ¿con qué clases se hace?; ¿se modifican las clases existentes o se crean unas nuevas?; si las clases serán heredadas, ¿de qué clase lo hacen?; etc.

Además, debe discutirse cómo se resuelve la inclusión de toda la información gestionada mediante los distintos atributos (cuáles se incluyen, cuáles no se necesitan, cuáles se cambian respecto a los que hay) e identificar los diferentes conjuntos de dominios de valor.

Todo ello debe hacerse con base a la realidad física, pero también de acuerdo con el marco legal vigente, dado que es el que establece una realidad jurídica del entorno de la administración de tierras sobre la que se trabaja.

Se debe documentar el modelo en un documento de cálculo (Excel u otro), bitácoras de seguimiento de cambios y en el diagrama de clases en UML.

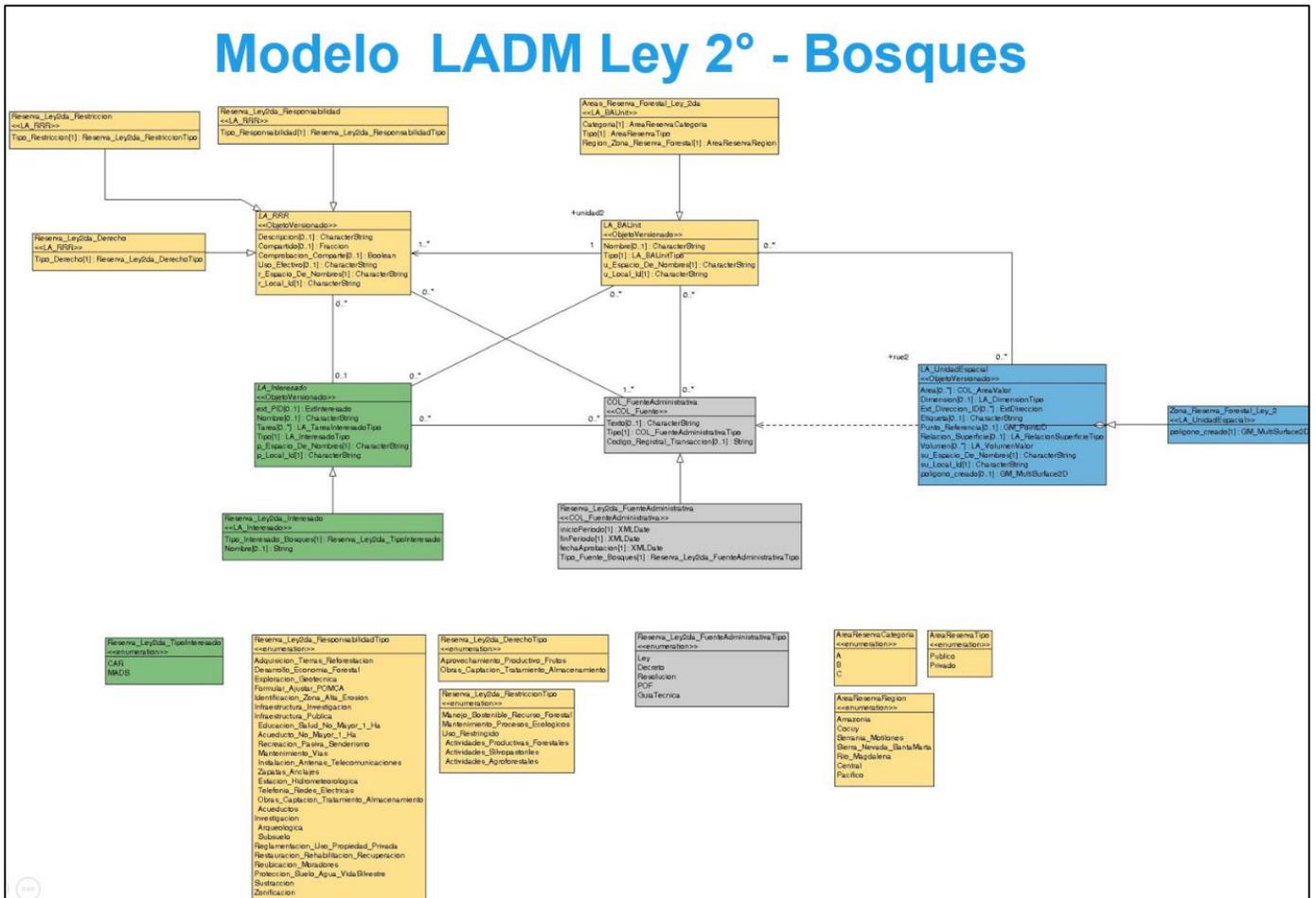
Una vez definido el modelo en sus cuestiones principales, pueden aun quedar pendientes por definir en cuyo caso es posible disminuir el tamaño de los equipos de trabajo y en paralelo generar el modelo físico en el Sistema de gestión de base de datos relacional SGBDR⁵ elegido, haciendo uso de las herramientas que existen para esta tarea.

7.1.4. Elaboración del Modelo Lógico

El Modelo Lógico contiene todas las clases con su nombre, todos sus atributos con sus tipos de datos y valores de dominios, así como las relaciones entre las clases y las relaciones con las clases del Modelo Núcleo. El Modelo Lógico se elabora a partir del modelo conceptual y se detallan los atributos, características y relaciones de las clases, se construye en UML (Unified Modeling Language), se sugiere el uso de la herramienta UML/INTERLIS-Editor, ya que permite tener el modelo tanto gráficamente como en lenguaje INTERLIS de forma directa. Por la tanto, las discusiones indicadas en los talleres señalados deben dejar como producto un modelo UML que permita, de manera rápida, observar las decisiones tomadas. Ver Ilustración 10.

⁵ Sistema de gestión de base de datos relacional. Las herramientas libremente disponibles actualmente soportan: PostgreSQL/PostGIS, ORACLE Spatial, Geopackage, MS SQL Server y limitadamente FileGeodatabase de ESRI.

Ilustración 10. Ejemplo de modelo UML de un modelo extendido



Fuente: Presentación MAS, Generalidades del estándar ISO 19152 Land Administration Domain Model – LADM

7.1.5. Elaborar modelo físico

Una vez creado el Modelo Conceptual y lógico en INTERLIS y realizada la carga en el SGBDR (Sistema de Gestión de Base de Datos Relacional) correspondiente, según la preferencia de la entidad de acuerdo con las posibilidades de herramienta ili2db, se dispondrá de un modelo de datos físico sobre el que procede realizar una serie de pruebas.

La naturaleza de estas pruebas se basa en dos aspectos fundamentales:

- a. En primer lugar, determinar si algunas decisiones tomadas en los modelos influyen en el producto finalmente obtenido.
- b. En segundo lugar, determinar la forma en que las diferentes opciones de configuración de ili2db influye en el modelo físico finalmente obtenido y será objeto del apartado Fase Desarrollo.

En lo que se refiere al primer punto, se podrán producir una serie de iteraciones que den lugar a alguna modificación para optimizar el modelo, especialmente a nivel de relaciones entre clases, definición de atributos o de dominios de valor. Generalmente no se producirán modificaciones de fondo. A este punto se tiene un modelo en versión final, que a su vez estará en constante observación y mejora, lo que dará lugar a distintas versiones cuyo tratamiento será objeto de discusión en apartados posteriores.

Esta primera versión del modelo final tiene estas condiciones:

1. Tener resueltos los asuntos principales de la definición de la realidad a modelar.
2. Tener resueltos todos los asuntos secundarios que se refieran a la inclusión, la exclusión y la definición de clases, así como definidos los atributos y enumeraciones principales.
3. Pueden existir dudas sobre algunas relaciones, algunos atributos no principales, definición de los dominios de valor. Puede asumirse también como cambio posterior el que una parte del modelo pueda ser asumida de distintas formas, incluyendo que pueda pasar a ser considerada como clase más adelante, o que haya clases que pudieran cambiar de paquete.
4. Haber realizado pruebas creando un modelo físico y observado los efectos que sobre él tengan las diferentes observaciones sobre el modelo conceptual aportadas por los técnicos, habiendo decidido sobre ellas.

Una vez descrito el modelo final, es necesario realizar una documentación de este obedeciendo las condiciones definidas, en el numeral 8.1.6 *Documentación y productos resultados del modelo*, la cual será almacenada en el repositorio oficial de modelos en gobierno del IGAC (Oficina de Informática y la ICDE), con el propósito de realizar la respectiva trazabilidad y evolución del modelo.

7.1.6. Documentos y productos resultados

Los productos o documentos resultados de la conceptualización y diseño del modelo son los siguientes:

- Plan de trabajo: Cronograma de actividades para realizar las fases de Análisis, Diseño, Desarrollo e implementación del Modelo Extendido, con los hitos de entregables y los recursos humanos requerido para llevar a cabo las actividades.
- Modelo conceptual en UML y con las fuentes *ILI, este modelo contiene las clases sus relaciones y atributos principales.
- Modelo Lógico: Diagrama de clases con todos sus atributos y relaciones entre las clases.
- Modelo Físico: Modelo de datos o diagramas de tablas, contiene el Script para la creación de tablas en la base de datos seleccionada.
- Diccionario de datos: Descripción de las tablas, con sus columnas, tipos de datos y longitudes
- Definición de Dominios: Listas de valores de los Dominios.

7.1.7. Nomenclatura de los productos del diseño

Los objetos de diseño como clases, atributos, relaciones, diagramas de los modelos deben cumplir las siguientes condiciones:

- Clases: El nombre de la clase debe estar compuesto máximo cuatro sustantivos necesarios para describirla, cada uno comienza con letra mayúscula, precedidos por dos o tres letras iniciales en mayúscula que representan el componente integral de la solución o nombre del Modelo Extendido de acuerdo con la temática del negocio de la entidad, separado por el símbolo subrayado “_” y las demás palabras van seguidas. La longitud máxima del nombre es de 40 caracteres. A continuación, algunos ejemplos:
 - CR_Predio
 - COL_Interesado
 - CC_Barrio
 - CR_PredioPropietario
 - COL_UnidadAdministrativaBasica
 - MA_Reserva
- Atributos: El nombre del atributo deberá estar compuesto máximo por cuatro sustantivos en singular necesarios para describir el atributo, separados por el símbolo subrayado “_”, cada palabra comienza con una letra en mayúscula. La

longitud máxima del nombre es de 40 caracteres. Si es de tipo fecha deben comenzar con la palabra Fecha_.

- Tipos de datos de los atributos: Los tipos de datos pueden modelar tanto enumeraciones como tipos primitivos. Se recomienda usar los siguientes:
 - Boolean: Verdadero o falso
 - Char: Cadena de caracteres alfanumérica
 - Double: Número con coma flotante de doble precisión con una parte entera y otra decimal.
 - Int: Número entero (no tiene decimales)
 - Imagen: Tipo de dato de longitud variable que puede almacenar imágenes
 - Date: Almacena tipos de datos fechas
 - Enumeración: es un tipo de dato que nos permite crear una variable, que define todos los posibles valores fijos que pueda contener.

7.2 Análisis de conformidad del modelo de acuerdo con la Norma ISO 19152

La segunda etapa del proceso corresponde al análisis de conformidad respecto con la Norma ISO 19152, que consiste en dos pasos: en primer lugar, la comparación entre el modelo obtenido con el modelo tipo, de acuerdo con los parámetros asumidos en LADM-COL. En segundo lugar, el análisis de conformidad de acuerdo con la norma citada y el modelo LADM resultante.

A pesar de tratarse de un anexo normativo dentro de la norma ISO, de acuerdo con la experiencia trabajada, hay que considerar que la profundidad con la que se explican los diversos conceptos en este anexo es bajas o muy flexible, por lo que debe darse mucho peso a todas las palabras, que se usan en la definición de cada punto de conformidad. Por ejemplo, el hecho de decir que “las instancias de esta clase son...” debe interpretarse como que la implementación de esa clase debe ser concreta y no abstracta.

El estudio de conformidad se hace en tres niveles, es decir que el LADM, consta de tres paquetes y un subpaquete, en el cual para cada uno de ellos se especifica una prueba de conformidad, por cada subpaquete: Nivel 1 o nivel bajo, el cual

analiza las clases básicas de cada paquete, el Nivel 2 o nivel medio el cual incluye las clases más comunes y el Nivel 3 o nivel alto el cual incluye todas las clases.

Las pruebas de conformidad permiten dar la posibilidad de indicar que una clase del perfil analizado se corresponde con una determinada clase del LADM, cabe inferir que los nombres que pueden tomar las clases en los Modelos Extendidos del perfil nacional pueden diferir del nombre oficial indicado en la norma, así parece poder ser aplicado también a los atributos. La única condición es que, en la documentación de los resultados positivos de la prueba de conformidad, se muestre la correspondencia entre clases y atributos.

Caso concreto de esto se tiene respecto a los parámetros considerados en LADM-COL, debe tenerse en cuenta que la conformidad se estudia desde los Modelos Extendidos, hacia el Modelo Núcleo. Al hacerlo así, cuando aparentemente una clase sobre la que se realiza la prueba de conformidad no aparece en el Modelo Extendido, se procede a buscarlo en el núcleo y en todos aquellos modelos de los que hace uso (clausula “IMPORTS” en INTERLIS), constatando la conformidad en caso de dicha clase haya sido implementada allí.

Es importante que a la hora de verificar la conformidad en el nivel o niveles que aplique, se debe documentar los resultados obtenidos, y consolidar los resultados dados en cada iteración o evolución del modelo; posteriormente se deben almacenar en el repositorio de Modelos Extendidos – Conformidades que estará bajo el gobierno del IGAC (Oficina de Informática y la Oficina CIAF), con el propósito de realizar la respectiva trazabilidad y evolución del modelo almacenado en el repositorio oficial. Dichas conformidades contienen los siguientes valores:

- Conforme (Conformant)  El recurso es totalmente conforme con la especificación citada.
- No Conforme (notConformant)  El recurso no es conforme con la especificación citada.
- No Evaluada (notEvaluated)  No se ha evaluado la conformidad

Es de aclarar que el cumplimiento de las conformidades pretende validar el Modelo Extendido, con alguna de las tres posibles pruebas dadas por la norma. Es decir, que el modelo debe cumplir al menos una de las tres conformidades, dependiendo de la evolución del Modelo Extendido a realizar. Por lo tanto, un modelo es

conforme a nivel 1 si las clases con indicador de nivel 1 pasan la prueba; un modelo es conforme a nivel 2, si las clases de indicadores de nivel 1 y 2 pasan la prueba de conformidad y finalmente un modelo es nivel 3 si las clases de nivel 1, 2 y 3 pasan la prueba de conformidad Ver Ilustración 11.

Ilustración 11. Niveles de Evaluación de Conformidad



Fuente: Anexo A, Normativo – Conjunto de Pruebas Genéricas (AENOR 19152:2012).

Elaboración ICDE. 2019.

7.3 Desarrollo de Modelos Extendidos

Una vez validada la conformidad del Modelo Extendido y definido el modelo en INTERLIS, es necesario realizar pruebas de implementación a partir de la herramienta *IliValidator*⁶, la generación del modelo físico a partir del sistema de gestión de base de datos relacional SGBDR, la revisión con el modelo conceptual planteado, la documentación de este.

⁶ IliValidator es una herramienta desarrollada en lenguaje JAVA, Valida la integridad de datos objeto de intercambio respecto a las reglas y restricciones establecidas en el modelo concreto LADM-COL

7.3.1. Definir el modelo en un lenguaje de intercambio de datos

Como se mencionó anteriormente, la definición del Modelo Extendido final precisa de su definición física, que pasa por determinar mediante las pruebas correspondientes, la influencia que las opciones de configuración de la herramienta de generación de modelos físicos a partir de INTERLIS tiene sobre el modelo final.

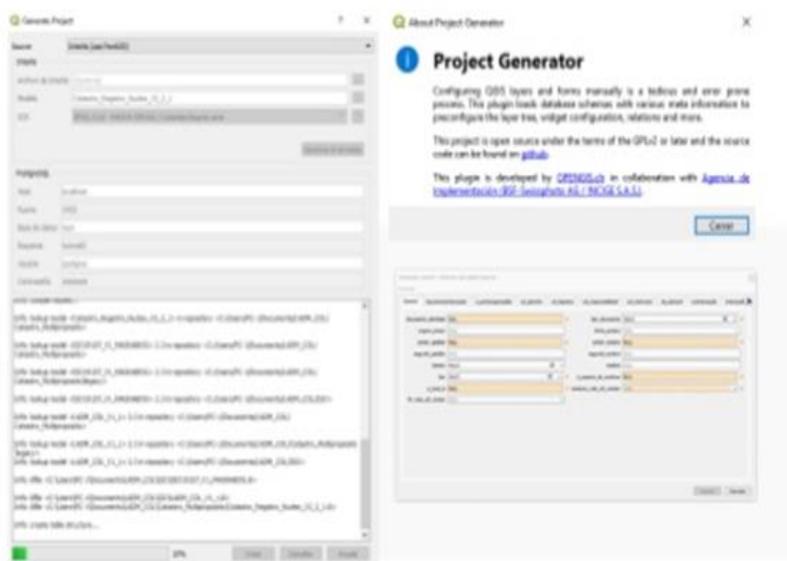
Deben tenerse en cuenta cuestiones como: la influencia que el resultado pueda tener sobre el mantenimiento de datos a largo plazo, su integridad, la manejabilidad del histórico (versionado), el respeto que el resultado final tenga con el modelo entidad-relación, la viabilidad de las consultas y la consecución de los objetivos, si es o no simplificable, etc.

Ilustración 12. Implementación de modelos del perfil LADM-COL

2. Implementación modelos LADM-COL con INTERLIS

Project Generator

- Plugin para QGIS 3.x
- Crea esquemas de BD y provee las capas y formularios de edición en base al esquema.
- Exporta datos estructurados en el formato INTERLIS (XTF).



Fuente: Agencia de implementación Bsf "Proyecto Modernización de la Administración de tierras en Colombia"

Finalmente, el modelo o Modelos Extendidos que se consideren adecuados, deben ser enfrentados a pruebas con conjuntos de datos, preferiblemente reales, de tal manera que se pueda comprobar su usabilidad y utilidad y pueda asegurarse que cumple con su finalidad. Es aconsejable pensar en un tamaño medio de este conjunto de datos, de tal forma que se puedan establecer pruebas aleatorias con el objetivo de buscar resultados sobre los datos de las decisiones tomadas con anterioridad y realizar estudios con validez estadística. El tamaño contenido puede también servir para poder realizar pruebas de la realización de distintas transacciones sobre los datos.

7.3.2. Pruebas de implementación a través del lenguaje de intercambio de datos.

Una vez implementado el Modelo de Datos Extendido a partir de perfil LADM-COL, debe comenzarse a trabajar con los datos propios de la entidad que lo usa. Para ello, existen una serie de herramientas informáticas de carácter libre y de código abierto, que permiten su personalización para cualquier necesidad específica de cualquier interesado en participar del proceso de levantamiento, generación, gestión e intercambio de datos. Esta solución puede ser tanto bajo software libre como privativo, sin ningún tipo de restricción, salvo el que establecen las licencias libres y el copyleft⁷.

Esta solución tecnológica pasa por proporcionar herramientas que permitan trabajar con las tres funciones de INTERLIS. Así, se dispone por un lado de funcionalidades para el trabajo con modelos: creación de modelos conceptuales, su compilación y carga como modelo físico en una base de datos; por otro lado, la exportación e importación para el intercambio de datos, su carga masiva de datos y su validación masiva.

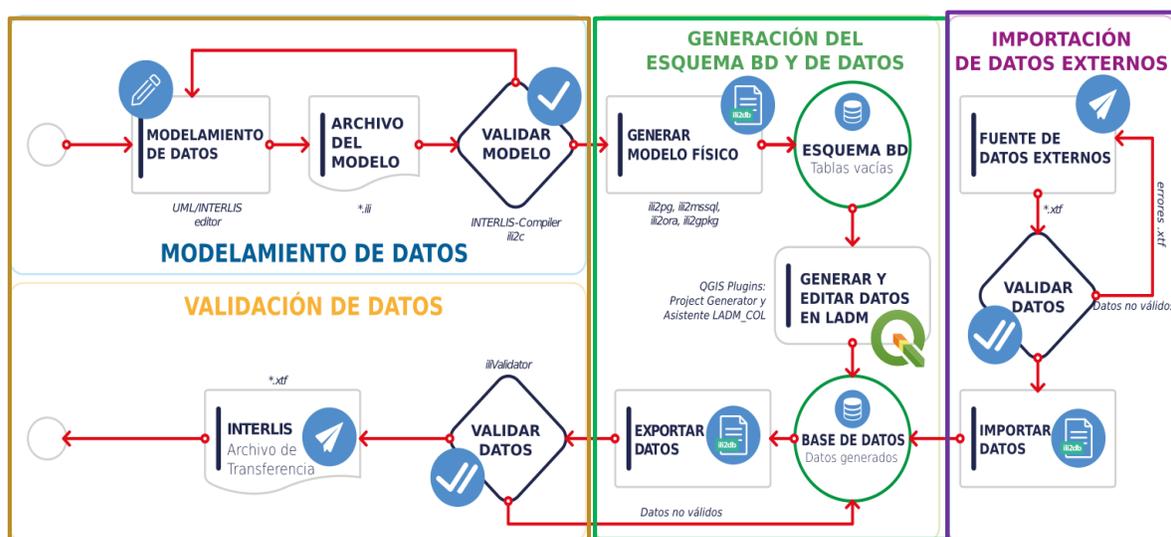
Como puede observar en la Ilustración 13, el flujo de trabajo está dividido en tres zonas, vistas como columnas. Es importante entender que la central de las tres, denominada “*DB schema & data generation*” (Esquema de bases de datos y generación de datos) y rotulada en verde, es la única parte del proceso que depende de un software concreto, como se explicará a continuación. En esa fase

⁷ El copyleft es un método general para liberar un programa u otro tipo de trabajo (en el sentido de libertad, no de gratuidad), que requiere que todas las versiones modificadas y extendidas sean también libres.

procede realizar desarrollos específicos en función de la solución de software final con la que se desee trabajar.

El primero de los procesos es la creación del modelo, es decir la primera zona o columna, subrayada en naranja; en este caso basado en el Modelo LADM y para el caso colombiano, considerando su modularidad. Esta fase se realiza mediante la herramienta denominada UML/INTERLIS-Editor, comentada anteriormente como herramienta para la generación del modelo, primero de manera gráfica (UML) y posteriormente en INTERLIS como lenguaje de modelado, validación e intercambio de datos. Tras la definición del modelo, esta herramienta permite también su compilación para INTERLIS y su validación conforme a la sintaxis del modelo, esta herramienta desarrollada en JAVA permite ser independiente del sistema operativo y de la plataforma elegida.

Ilustración 13. Ciclo y solución tecnológica integral para el trabajo con LADM mediante INTERLIS



Fuente: Agencia de implementación Bsf "Proyecto Modernización de la Administración de tierras en Colombia"

Una vez generado el modelo, este se valida para encontrar posibles errores en las definiciones de sus elementos, básicamente se trata de encontrar si el modelo es conforme con la sintaxis de INTERLIS. La tarea se realiza mediante las librerías ili2c, también desarrolladas sobre JAVA e independientes de la plataforma.

Evidentemente, en este punto, la implementación del Modelo Extendido dentro del perfil LADM-COL que se está llevando a cabo de forma concreta, se realizará



llevando la descripción del modelo en INTERLIS a un SGBDR concreto para generar el modelo físico.

Esta es la justificación entre una parte del proceso que no es independiente de plataformas pero que, como se ha dicho, hay herramientas que permiten elegir libremente la solución sobre la que se va a trabajar.

7.3.3. Crear el Modelo Físico en la base de datos

Se debe tener en cuenta para la elección de la Base de Datos (SGBDR - Sistema de Gestión de Base de Datos Relacional), que en caso de elegir trabajar sobre PostgreSQL⁸ se cuenta con la herramienta ili2pg, pero se han desarrollado aplicaciones para MS SQL Server y Oracle, dispuestas en el repositorio de Modelos Extendidos. Estas herramientas están pensadas para trabajar con las extensiones espaciales específicas de los SGBDR citados. Pero si se pretendiese trabajar con software licenciado, también está disponible un desarrollo para el trabajo con *File Geodatabase*.

Siguiendo en zona central, se pueden generar y editar datos sobre la base de datos creada mediante cualquier software GIS del mercado. Para el caso del LADM-COL se ha desarrollado un plug-in para el trabajo de edición sobre QGIS 3.0, el software GIS más potente y extendido con licencia abierta y libre, además de gratuita, con una gran comunidad de desarrolladores y usuarios. Este plug-in está especializado en la creación de datos en el Modelo de Datos de Catastro y Registro del LADM-COL, con la capacidad de trabajar con el perfil concreto que tenga la base de datos a la que se conecta. Herramientas similares pueden ser desarrolladas para otros programas GIS, libre o privativo, sin problemas. Evidentemente, la exportación de datos parte de esta zona, por lo que dependen de la librería ili2db (Tabla 1), cuyo empleo depende del SGBDR empleado.

⁸ SGBDR libre, de código abierto y gratuito, con un potencial equiparable al de Oracle según los test que se realizan periódicamente.

Tabla 1-
Tabla 1. Resumen de herramientas de la solución integral para el trabajo con INTERLIS y LADM.

Herramienta		Función/funcionalidad	Lenguaje
	UML/Interlis Editor ⁹	Modelar en UML y conversión a modelo INTERLIS *.ili	Java
	INTERLIS-Compiler ili2c ¹⁰	Validar la sintaxis de los archivos modelo. ili respecto a INTERLIS	Java
	ili2db ¹¹ (ili2pg, ili2gpkg, ili2mssql, ili2ora, ili2fgdb)	Usado para mapeo O/R de modelos orientado a objetos a una BD relacional; importar y exportar datos de la BD al formato de intercambio INTERLIS. xtf	Java
	Plugin Project Generator para QGIS 3.0 ¹² Plugin Asistente LADM-COL para QGIS 3.0	Genera interfaces y formularios para editar datos conforme al modelo incluyendo dominios, relaciones, restricciones y tipos de dato Asiste en el workflow para la generación de datos conforme al modelo de catastro-registro del LADM-COL	Python, C++
	iliValidator ¹³	Valida la integridad de datos objeto de intercambio respecto a las reglas y restricciones establecidas en el modelo	Java

Fuente: Agencia de implementación Bsf "Proyecto Modernización de la Administración de tierras en Colombia"

De nuevo fuera de la parte de generación del esquema y de datos, en la parte independiente de la plataforma de nuevo, los datos exportados se validan mediante *iliValidator*, aplicación encargada de validar la integridad de los datos de acuerdo con las reglas y constricciones establecidas por un modelo concreto de LADM-COL, para lo que existe un repositorio nacional de modelo, módulos o Modelos Extendidos, bajo el gobierno de la ICDE, (<http://ladmcol.igac.gov.co/documentacion>); y que puede ser empleados como funcionalidad accesible vía web mediante un servicio de funcionalidad.

Si estos datos cumplen estas reglas de validación (existen los datos obligatorios, la definición del tipo de datos es correcta, se cumplen reglas topológicas, existen las relaciones entre diversas tablas, las tablas llegan con todo lo necesario, etc.),

⁹ <http://www.umleditor.org/>

¹⁰ *ibid.*

¹¹ <https://github.com/claeis/ili2db>

¹² <https://github.com/opengisch/projectgenerator>

¹³ *ilivalidator* - comprueba archivos de transferencia interlis, repositorio <https://github.com/claeis/ilivalidator>

entonces se procede a crear el archivo de intercambio. En caso contrario, se devuelve el conjunto de errores detectados o se generan alertas que avisan a la autoridad de que es necesario investigar más la razón de la inconformidad del conjunto de datos.

En la tercera columna, hace parte de importación masiva también es independiente de la plataforma. Partiendo de un archivo XTF, formato de intercambio de INTERLIS basado en XML, se validan mediante *iliValidator* considerando los mismos condicionantes de la exportación, y se cargan mediante *ili2db* (especializada según el SGBDR) en la base de datos.

Este proceso puede ser llevado a cabo por cualquier operador, incluyendo entes privados adjudicatarios de la generación o actualización de datos catastrales o de otra índole, dentro del ámbito de la Administración de Tierras.

Es de aclarar la zona central, depende de una solución determinada, pueden ser los sistemas centrales de la recepción de datos, en una zona lógica previa a la zona de producción de esos datos, de una entidad del Estado; la exportación puede realizarse ante peticiones específicas de cualquier interesado en obtener datos desde el entorno de la ICDE.

7.3.4. Documentos y productos resultados

Teniendo en cuenta dentro del flujo de tareas, la validación del modelo definido en la primera fase y las validaciones pertinentes entre las conformidades de la norma y las validaciones de INTERLIS, a partir del modelo LADM – COL, así como los requerimientos de la entidad interesada en el modelo a generar, se considera pertinente realizar una revisión de la documentación final nuevamente al modelo generado, con el fin de documentar las evoluciones, cambios o ajustes realizados. Con ello es necesario documentar la estructura del modelo de acuerdo con la ISO 19110 – Metodología para la catalogación de objetos y conforme a todas las validaciones pertinentes, así como el catálogo de representación, acorde con la ISO 19117, para estandarizar las representaciones gráficas de los objetos que conforman el modelo.

Los productos o documentos resultados de la conceptualización y diseño del modelo son los siguientes:

- Modelo conceptual en UML ajustado
- Modelo lógico en UML ajustado
- Modelo físico en UML ajustado
- Modelo de datos o diagramas de tablas, contiene el Script para la creación de tablas en la base de datos seleccionada
- Diccionario de datos actualizado: Descripción de las tablas, con sus columnas, tipos de datos y longitudes
- Implementación de las listas de valores de dominios en la base de datos

7.4 Implementación de estándares técnicos de información geográfica

En conjunto con el desarrollo del modelo, se deben implementar estándares de información geográfica básicos que facilitarán la gestión de la información modelada.

Estos estándares son: catálogo de objetos, acorde con la Norma ISO 19110; calidad de datos geográficos, de la ISO 19157; catálogo de representación de acuerdo con la Norma ISO 19117 y metadatos geográficos, de la ISO 19115.

Para esta labor se seguirán los lineamientos e instrumentos de la Infraestructura Colombiana de Datos Espaciales y en su aplicación se podrán emplear las herramientas tecnológicas empleadas en el desarrollo de los Modelos Extendidos y aquellas recomendadas por la ICDE (como el Catálogo de Metadatos). Los resultados serán: catálogo de objetos, informe de calidad, catálogo de representación y metadatos.

Respecto a este estándar, se ha estudiado la integración del Modelo de Metadatos en el modelo de datos para conseguir un único modelo resultante de la integración de ambos, descrito mediante INTERLIS y con un almacenamiento integrado de datos y metadatos, una gestión integrada de los mismos, facilitando su mantenimiento.

La manera de realizar esta integración es mediante la metodología propuesta por Najar¹⁴, consiste básicamente en realizar un mapeo semántico para determinar si el valor de un metadato está o no almacenado junto con los datos levantados y

¹⁴ Spatial Data and Metadata Integration for SDI Interoperability. Najar, C. y Giger, C.

almacenados en la base de datos. Si no está almacenado, debe decidirse donde se almacena, con dos principios de decisión para ello: el principio descendente (top-down) y el principio ascendente (bottom-up).

El principio descendente consiste en incluir el metadato lo más “arriba” posible, es decir, al nivel de las clases frente a nivel de registro u objeto. Si hay varias opciones entre clase, en el padre con preferencia frente a las clases derivadas; las agregadas frente a las que son partes de la agregación y las compuestas frente a las que son parte de la composición.

Lo que se busca en este principio descendente es integrar el metadato común para un conjunto de objetos en el nivel en el que todos estos están agrupados y, por tanto, lo más “arriba” posible.

El principio ascendente pretende incluir el metadato lo más “abajo” posible, es decir, a nivel de registro de forma preferente al nivel de clase; las clases derivadas frente al padre; las de la agregación frente a clase agregada y las de la composición frente a clase compuesta. En este caso se trata de metadatos más específicos que en el caso anterior.

Los pasos para seguir para realizar esta integración son:

- Paso 1: Analizar la estructura y semántica de datos y metadatos
 - Debe analizarse el perfil de metadatos y el modelo de metadatos al que da lugar
 - Debe analizarse el propio modelo de datos
- Paso 2: Mapeo semántico e integración jerárquica
 - Determinar cuáles son los metadatos necesarios
 - Determinar qué metadatos están incluidos en los datos
 - Determinar la procedencia o forma de obtención de los que falten
- Paso 3: Integración final de datos y metadatos. Se debe decidir
 - Dónde se agregan los faltantes, conforme a los principios repasados
 - Como se integran los modelos



7.5 Implementación de modelo extendidos

Por último, para esta cuarta fase del flujo, en el cual se ejecuta la marcha del modelo a través de la implementación, a cargo de la entidad, el equipo de trabajo quien conceptualizó, diseñó el modelo extendido, junto con la oficina TIC, como actores principales, se debe verificar la información temática de acuerdo con el modelo oficial generado, teniendo en cuenta que este ya debió suplir las necesidades, previo a las respectivas validaciones, en las cuales anteriormente se recomienda que sean con datos propios de la entidad.

Se importan y consolidan los datos temáticos a través de las interfaces y formulario generados, se debe realizar una validación de sintaxis de archivos de datos respecto con los modelos en INTERLIS; una vez realizada la validación de estas sintaxis, se exportan los datos al formato INTERLIS y posterior a ello se importan los datos desde formato INTERLIS al sistema de información de la entidad.

Es importante considerar que, a la hora de importar los datos al sistema de información de destino, estos deben cumplir con las validaciones de datos la aplicación de las evaluaciones de calidad diseñadas a partir de la norma ISO 19157 - Calidad de Datos, donde los respectivos informes de calidad documentados y validados se almacenará en el repositorio oficial de modelos.

7.5.1 Disposición o publicación de Datos

Finalmente, la entidad publicará y dispondrá los datos de Objetos Territoriales, de acuerdo con lo establecido en los lineamientos para el inventario oficial de Objetos Territoriales del país, por los medios que crean pertinentes, la información y datos para la administración de tierras, previo a documentar los respectivos informes de calidad, los metadatos y las URL de sitios web para la disposición de datos, que se almacenarán en el repositorio oficial de modelos bajo el gobierno de la ICDE.

8. Gestión del ciclo de vida de los modelos

8.1 Nomenclatura de las versiones del modelo

Los nombres de los modelos deben seguir una nomenclatura con el propósito de que el nombre del modelo contenga información acerca de la temática de la

administración de tierras que modeliza, el número de versión y la fecha. Se propone el siguiente modelo de nomenclatura:

- LADM-COL.MODAT-vVV.SV.LN-AAAAMMDD.ili
- LADM-COL.MODAT-vVV.SV.LN-AAAAMMDD.uml

Nota: El archivo de extensión *.ili, es un modelo descrito mediante INTERLIS.

Donde:

- LADM-COL: indica que se trata de un modelo extendido del perfil colombiano de LADM y
- MODAT: hace referencia a la rama de la administración de tierras. Por ejemplo, podría ser AAPP para áreas protegidas, CATREG para catastro y registro, etc.
- v: indica la versión del modelo
- VV.SV.LN: es el número de la versión de este modelo extendido. VV indica la versión, SV la subversión y LN el lanzamiento. Por ejemplo, v01.05.322 sería el lanzamiento de la modificación 322 de la subversión 5 de la 1ª versión del modelo.

La versión y la subversión siguen una numeración correlativa. El lanzamiento puede hacerse también mediante numeración correlativa o utilizar algún tipo de código si se desea, por ejemplo, que haga relación el número de cambios, codificaciones relativas a las fechas del periodo en el que fueron hechas las observaciones sobre errores que se están atendiendo con el lanzamiento, etc. En todo caso, el criterio debe ser siempre el mismo.

- AAAAMMDD indica la fecha mediante el año, el mes y el día, con tantos dígitos como letras se indican. Esta forma de registrar la fecha permite que se auto ordenen los archivos por año, dentro de un año por mes y para el mismo mes, por día. Así, podría decidirse poner la fecha antes de la versión, lo que garantizaría tener organizados los modelos por fecha en vez de por versión.

Otro lugar en el que debe gestionarse la versión es en los comentarios del modelo descrito en INTERLIS, así como en los comentarios del archivo UML en UML-INTERLIS Editor. En el caso de INTERLIS se hace a través de la palabra clave

MODEL. Es aconsejable utilizar el mismo nombre en ambos comentarios y estos iguales al nombre de archivo.

8.2 Ciclo de vida: cambios de versión, subversión y lanzamiento

La modificación de un modelo implica la puesta en producción de uno nuevo, caso que tendrá distintas implicaciones dependiendo de si se trata de un cambio mayor (una versión), intermedio (subversión) o menor (lanzamiento).

8.2.1 Versión:

La versión de un modelo implica un cambio importante en la propia concepción del modelo. Esta situación se dará cuando una parte de la realidad se decide describirla de una forma diferente, cuando se redefinen relaciones entre clases, se cambian nombres de clases, se incluyen o eliminan clases o relaciones y otras modificaciones de similar importancia.

Dada la naturaleza de los cambios, estos deben ser expuestos con la mayor inmediatez posible, aunque los cambios de esta importancia deben ser objeto de evaluación sobre su impacto en los sistemas en explotación, desarrollándose un plan de implantación que considere el tiempo necesario para ello, considerando que es muy probable que haya información que deba ser mapeada y recolocada, o que determinadas relaciones cambien procedimientos almacenados, etc.

8.2.2 Subversión:

Es una modificación de una versión determinada del modelo que contiene cambios de cierta relevancia. Sin embargo, estos cambios no implican modificaciones a nivel de lógica del modelo, ni influyen ni ontológica ni semánticamente y pueden suponer modificaciones que impliquen, por ejemplo, la inclusión de un atributo, la modificación de su tipo de dato, inclusión de nuevos dominios de valores y modificaciones similares.

Para determinar el momento de sacar una subversión debe analizarse la importancia de la modificación, de tal forma que si se considera importante se debe hacer de forma inmediata, mientras que modificaciones menos importantes pueden retrasarse según el criterio elegido, que debe ser claro y general.

8.2.3 Lanzamiento:

Indica la modificación, dentro de la subversión de una versión, de algunos errores encontrados de carácter menor y se decide agrupar un número de errores o problemas notificados y modificarlos. Este carácter menor no influye en el

funcionamiento general del modelo ni en su lógica. El lanzamiento requiere de una comprobación de su influencia en los sistemas ya en funcionamiento. Puesto que generalmente se referirá a errores como equivocaciones en nombres de campos y similares, debiéndose documentar bien para que los administradores de bases de datos puedan incluirlos en su versión anterior sin tener que llevar a cabo ningún tipo de mapeo de datos.

Debe tenerse en cuenta que la frecuencia de los lanzamientos disminuirá con el tiempo, tras la aparición de una nueva versión. Por tanto, establecer un criterio para determinar cuándo hacer un lanzamiento es complicado y podría asegurarse que el tiempo se marcaría a partir de la aparición de la primera observación o aviso de error. Este deberá dar paso a un proceso de análisis de este y si se decide atenderlo, considerar a partir de ahí cuanto tiempo se espera para la salida de un nuevo error u observación.

Al principio podrían pasar días entre observaciones, pero posteriormente podrían pasar semanas. Esta consideración podría dar la medida del tiempo de espera, de tal forma que al principio del lanzamiento de una nueva versión o subversión se puede considerar el paso de una semana como tiempo razonable para hacer un lanzamiento, mientras que en etapas más maduras podría esperarse un mes desde la última observación para hacer el lanzamiento.

8.2.4 Incidencia de cambios de acuerdo con el modelo

Los cambios que puedan producirse en el núcleo no se espera que sean muy frecuentes, sin embargo, se definen en este documento, dado que un cambio de esta naturaleza influirá sobre todos los modelos extendidos.

En cuanto a los Modelos Extendidos, el ciclo de vida inicia cuando comienzan a analizarse las necesidades de cambio, y termina cuando es sustituido por otro. Sin embargo, debe tenerse en cuenta las modificaciones que se hagan necesarias para el modelo núcleo.

Todas las modificaciones que aparecen como necesarias y a implementar de abajo hacia arriba, esto es, desde los Modelos Extendidos y hacia el modelo núcleo, tienen un ciclo de vida reducido al propio modelo extendido y, por tanto, es potestad de la entidad encargada de gestionar la información de la rama de la Administración de Tierras. Sin embargo, en los procesos debe tenerse en cuenta que los cambios de versión deben ser comunicados a los responsables del modelo

núcleo, dado que algunas modificaciones podrían dar lugar a incluir novedades en este modelo cuando coinciden con situaciones en otros modelos.

Cuando las modificaciones se dan desde arriba hacia abajo, esto es, la modificación se da en el modelo núcleo, debe establecerse un procedimiento para su implantación que incluya a todas las ramas de la administración de tierras, teniendo en cuenta las necesidades de tiempo de todas y cada una de las entidades implicadas, de tal forma que la puesta en marcha de la nueva versión permita a todas las ramas continuar trabajando de forma sincronizada

8.3 Repositorio oficial

Los modelos deben ser accesibles por los interesados en tiempo real, de tal forma que cualquier necesidad pueda ser atendida en cualquier momento. Para ello, existe un repositorio de modelos gestionado por la ICDE, descritos en INTERLIS (extensión *.ili), que pueden ser accedidos en cualquier momento. Cuando se usa UML-INTERLIS Editor, el núcleo y otros modelos referenciados vienen del propio repositorio y no pueden ser modificados.

En este repositorio deben estar disponibles todos los modelos (núcleo y extendidos, así como los modelos de los que dependen estos) actualmente vigentes, para poder ser llamados por las herramientas de intercambio (carga y descarga) de datos, validación y generación de modelos físicos en los SGBDR.

8.4 Documentación del modelo

La documentación del modelo es un documento que lo presenta y explica, con información que se considere necesaria para enseñar el funcionamiento del modelo, incluyendo información relativa a la versión propia y del modelo núcleo con el que trabaja, aclaraciones o bases legales con las que el modelo ha sido diseñado.

Adicionalmente su documentación comprende un diccionario y catálogo de objetos. El objetivo primordial es indicar las clases que hay en un determinado modelo, los atributos que tiene y los tipos de datos que acepta, la definición de los distintos dominios de valores, las relaciones entre las clases y las funciones definidas en cada lado de la relación. Se debe explicar qué representa cada uno de ellos, para qué sirve, y, en definitiva, qué información representa el elemento.

Todos estos elementos pueden ser comentados en UML-INTERLIS Editor, dado que permite comentar todos los elementos (clases, atributos, relaciones, funciones, elementos de las enumeraciones...) y posteriormente exportarlo y reutilizarlo para la generación de la documentación.

Así, los contenidos mínimos sugeridos para este documento deben ser:

- a. **Antecedentes:** Debe hacer referencia a documentaciones anteriores y sirve para poner en contexto al documento actual, especialmente en el caso de que el documento actual sea una actualización de documentos anteriores.
- b. **Bases jurídicas y normativas:** En las que se basa el modelo. Básicamente será aquella legislación que genera los Objetos Territoriales legales propios de la rama de la administración de tierras del modelo.
- c. **Información técnica relevante:** Por ejemplo, la explicación del modularidad de LADM-COL y como el modelo documentado engrana con el.
- d. **Dependencias del modelo:** Para determinar qué otros modelos deben estar accesibles para trabajar con él. Aquí debe incluirse las versiones de esas dependencias, especialmente cuando se trata de otros modelos. Explícitamente, debe indicarse el modelo núcleo con el que trabaja la versión documentada.
- e. **Indicación de la versión actual y qué cambios incluye:** Respecto a la documentación anterior, con referencia al documento en el que se documenta la versión anterior.
 - a. Se propone como acuerdo que los cambios en el lanzamiento y en la subversión pueden añadirse al **documento de la versión**, cambiando la versión del documento; excepto si pasa a trabajar con un nuevo modelo núcleo. Si cambia la versión del modelo se precisará entonces un nuevo documento.
- f. **Indicación explícita del modelo núcleo:** con el que el modelo documentado trabaja.



- g. **Especificación técnica del modelo:** dominios especiales propios, definiciones de unidades definidas en él, definición de reglas topológicas si las hubiera; clases, atributos o relaciones propias, peculiares o que por el motivo que fuera se necesitase documentar específicamente.
- h. Catálogo y diccionario de objetos: Relación de clases, atributos, dominios y relaciones. Debe presentarse de tal forma que se describa el elemento y que los elementos que a su vez contiene se presenten en forma tabulada, en la que una de las columnas sea la descripción de cada uno de ellos. Por ejemplo, la clase deberá contener una descripción de lo que representa y una tabla para indicar la relación de atributos, su cardinalidad (indicación de su obligatoriedad o no), el tipo de dato que acepta y una descripción. Estas tablas se obtienen de la exportación de los comentarios incluidos en cada uno de estos elementos en UML-INTERLIS Editor.
- i. **Casos de uso:** (si aplica), que identifique el código y nombre del caso de uso, con sus actores, descripción, flujo básico, flujos alternos, flujos de excepción, reglas a validar y tipos de datos que utiliza.
- j. **Estudio de conformidad.** El estudio de conformidad es parte de la documentación del modelo y se hace siguiendo el Anexo A de la norma ISO 19152:2012, denominado “Conjunto de Pruebas Genéricas” y que tiene carácter normativo. Las pruebas que se realizan para probar si el perfil LADM-COL es conforme a LADM y el análisis se hace por paquete y por nivel de conformidad. Estos niveles de conformidad son tres: nivel 1 o bajo, nivel 2 o medio y nivel 3 o alto.

9. Oficialización de Modelos Núcleo y Extendido

Para que la versión de un modelo sea oficial debe estar publicada en el repositorio oficial de modelos y que se haga público por la entidad administradora a través de un documento oficial.

La decisión de publicar la versión de un modelo debe partir del organismo que ha decidido liberarlo, desde el momento en que las pruebas realizadas sobre el



modelo, su incidencia sobre la institución y posibles incidencias sobre otras, aconsejen que este debe ser liberado.

Debe tenerse en cuenta, primero, la resolución de problemas observados que hayan llevado a la necesidad de crear la nueva versión y, segundo, que su uso no provocará situaciones indeseables en los sistemas ya en marcha o, que de darse alguno, se hayan probado soluciones adecuadas para subsanarlas, las cuales deben ser incluidas en la documentación de la nueva versión publicada.

Una vez se dan estas situaciones, la institución debería pedir la puesta en marcha del procedimiento administrativo que oficialice el modelo y dando un margen para su implementación definitiva, para posteriormente publicarlo en el repositorio citado, dando el margen de tiempo que la resolución oficial de para su definitivo uso obligatorio por parte de todas las instituciones involucradas en su uso para la creación, intercambio o validación de datos.

10. Herramientas tecnológicas de apoyo

Las herramientas tecnológicas que se sugieren en las diferentes fases o requerimientos para la elaboración de modelos son:

10.1 Modelamiento

Para realizar los diseños y modelos se utilizará la herramienta INTERLIS, esta es una herramienta especializada para modelar datos y facilitar la interoperabilidad en la administración de tierras. Estándar independiente de plataformas y software que permite la implementación directa de modelos en un esquema de base de datos, además de incluir un formato de intercambio conforme al modelo dado.

- Es estandarizado y muy preciso a un nivel conceptual para la descripción de modelos de datos
- Es neutral respecto a sistemas (independiente de plataformas)
- Facilita el entendimiento entre especialistas de administración de tierras e informáticos.
- Es legible por personas y procesable por computadoras.



- Integra diferentes tipos de aplicación en los SIG.
- Los componentes de INTERLIS: Interlis compiler, Interlis Checker y UML Editor, tienen licencia de uso libre.
- La experiencia del desarrollo de los modelos extendidos y de la implementación del LADM en Colombia se han desarrollado considerables avances en el lenguaje de intercambio conocido como INTERLIS³, ya que este permite el diseño y conceptualización del modelo, es un lenguaje descriptivo conceptual, orientado a objetos. INTERLIS⁴ ha permitido adaptarse de mejor manera a la creación de modelos, el intercambio de datos en cuanto a datos conformes, relaciones, restricciones y obligaciones, integra diferentes tipos de geometrías en caso de la información geoespacial y en especial lo relacionado con las temáticas para la administración de tierras⁵, así como la compatibilidad con estándares de UML y XML.

La elaboración de diagramas de clases en UML (Unified Modeling Language)¹⁵ se puede realizar empujando herramientas de edición como UML/INTERLIS-Editor u otros editores UML¹⁶ como: Gliffy, ArgoUML, Lucidchart etc. y licenciados ya con funciones para exportar a modelo físico como: Enterprise Architect, UML 2, etc.

10.2 Repositorio de los Modelos

El repositorio de documentación y resultados de los modelos conceptuales, lógicos, y físicos, se almacenarán en el repositorio oficial institucional, que está bajo el gobierno del IGAC (Oficina de Informática y la ICDE), con el propósito de realizar la respectiva trazabilidad y evolución del desarrollo del modelo.

10.3 Gestión de cambios

La gestión de cambios se manejará en la herramienta GitLab como un proyecto (Gestión de Cambios LADM_COL). Las solicitudes de cambios se manejarán como un 'Asunto' (Issue) en la herramienta mencionada. Cada uno de los integrantes de la mesa de las diferentes entidades tendrán un usuario con rol de invitado en el proyecto, con este rol los usuarios de las entidades podrán:

¹⁵ El Unified Modeling Language (UML): Ayuda a especificar, visualizar y documentar modelos de sistemas de software, incluidos su estructura y diseño, de manera que cumpla con todos estos requisitos. (También puede utilizar UML para modelar negocios y modelar otros sistemas que no sean software).

Recuperado de: <http://uml.org/what-is-uml.htm>

¹⁶ Digital Guide IONOS. 6 herramientas UML para cualquier ocasión.

Recuperado de: <https://www.ionos.es/digitalguide/paginas-web/desarrollo-web/las-mejores-herramientas-uml/>

- Proponer los cambios solicitados al modelo núcleo LADM_COL o alguno de los modelos extendidos para ser discutidos en las mesas técnicas.
- Anexar diferentes tipos de archivos, imágenes o documentos para sustentar sus propuestas u observaciones.

Para los Modelos Extendidos que se manejen en otras mesas diferentes, se puede replicar esta metodología, solamente habría que crear otro proyecto y asociar los usuarios que estén involucrados en la mesa de trabajo del respectivo modelo extendido.

El GitLab tendrá dos secciones, una pública de sólo lectura o consulta, en donde toda persona que lo consulte podrá acceder a la información pública (toda la información publicada de los modelos LADM_COL que se decida tener abierta para todos los ciudadanos) se permitirá acceso a cualquier persona sin autenticarse como usuario. La otra sección proporcionará acceso a usuarios autenticados que podrán acceder a las solicitudes de cambios. En esta sección los usuarios que representen a las diferentes entidades que participan en las mesas técnicas, podrán presentar directamente sus solicitudes y propuestas de cambio, que podrán ser revisadas por todos y cada uno de los participantes en la mesa técnica previamente a las sesiones en las que se discutirán y decidirán los cambios.

El objetivo de utilizar esta herramienta y procedimiento es lograr que a las sesiones lleguen los participantes con información concreta de los puntos a tratar y conociendo las propuestas existentes, la documentación de estas, así como las diferentes objeciones y comentarios que han expresado los diferentes participantes.

11. Aspectos de seguridad para tener en cuenta

11.1 Protocolos de seguridad para la base de datos

Es importante aclarar que teniendo en cuenta las políticas de seguridad institucional de las entidades responsables de los datos que se pretenden gestionar, es necesario definir protocolos de seguridad, atendiendo a caracterizar

los tipos de usuarios que se conectarán específicamente a la base de datos donde se gestionan los datos de administración de tierras de interés.

Es importante, como primer paso, determinar en cual Sistema de gestión de base de datos relacional (SGBDR) pretende gestionar la base de datos de la entidad interesada. Si se hace en la misma en la que se gestiona otra información institucional, debe estudiarse si se crean nuevos esquemas en los que crear la base de datos. Lo que si debe entenderse como ineludible es la creación de una base de datos diferenciada, en la que generar un modelo de datos limpio para gestionar los datos. Debe considerarse la creación automatizada de procedimientos almacenados que serán usados en la gestión de los datos, así como otras configuraciones internas de la base de datos.

El siguiente paso será definir los perfiles que han sido identificados como los tipos de usuarios que van a hacer uso de la base de datos, definir los permisos, siempre lo más restrictivos posible para cada uno de los perfiles, es decir, dando los permisos indispensables para que se puedan cumplir los cometidos. Los usuarios se gestionarán asignando a cada uno de ellos a uno o varios de los perfiles administrados.

Una vez establecidas las reglas de administración de usuarios y sus permisos, se debe establecer un protocolo de copia de seguridad. En principio, esta política puede ser la misma que la usada en el resto de los sistemas institucionales, no obstante, debe hacerse un estudio si esa es la mejor solución, para lo que debe evaluarse el número de registros añadidos, modificados o eliminados en la base de datos, esto es, de transacciones llevadas a cabo por día, semana y mes con el fin de determinar el riesgo de pérdida de información que supone una u otra frecuencia.

Debe decidirse también si la copia de seguridad es incremental o total, el soporte en el que se realiza, el tiempo que lleva, si implica parar los sistemas y debe hacerse también un estudio y las pruebas correspondientes del procedimiento y resultados de la restauración de una copia.

Es aconsejable realizar también pruebas sobre el rendimiento considerando diferentes opciones de configuración del SGBDR, de tal forma que se consigan mejores rendimientos en la entrada y salida de datos, lecturas y escrituras, gestión del procesador, etc.



11.2 Políticas de seguridad y confidencialidad

Contemplar las políticas de seguridad de la entidad y del IGAC en cuanto a la herramienta GitLab, para garantizar el correcto acceso a la información por las entidades debidamente autorizadas y aplicar las medidas de seguridad necesarias para garantizar la confidencialidad de la información y su uso adecuado.

11.3 Autenticación de suscriptores

Toda comunicación en la interoperabilidad entre las entidades deberá autenticarse. Para la ceremonia de autenticación se debe utilizar un protocolo o estándar ampliamente utilizado y considerado como buena práctica como mecanismo de autorización en sistemas expuestos al público. No se acepta como ceremonia de autenticación que las credenciales viajen en claro en el contenido del mensaje (Body de una petición HTTP).

11.4 Bitácoras

Llevar un registro o log de eventos y errores en el funcionamiento de la interoperabilidad e intercambio de información entre entidades.

- El registro de la bitácora deberá ser asincrónico, para evitar extender el tiempo o interrumpir el procesamiento de la interoperabilidad.
- El almacenamiento de la bitácora se debe hacer localmente en los servidores de aplicaciones que conforman la plataforma de interoperabilidad y no en un almacenamiento remoto para evitar perder errores durante la comunicación en la red.
- El formato o estructura de almacenamiento de bitácora debe estar basado en un estándar que pueda ser interpretados por software analizadores de logs.

11.5 Cifrado de Información

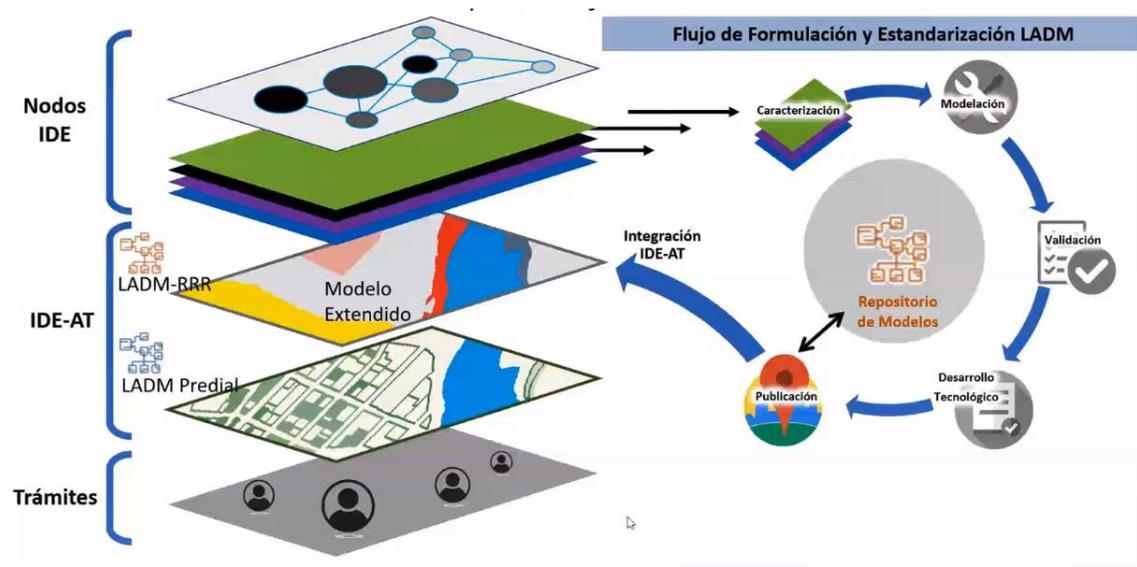
Cuando la comunicación utilizada en la interoperabilidad de los datos entre entidades se haga utilizando la red pública como internet o una red interinstitucional y no cuenta con un canal seguro (VPN, SSL o etc.) se utilizarán certificados digitales o se cifrará la información del contenido a través de algoritmos reconocidos por la industria y aprobados por la mesa técnica. En caso de utilizar certificados digitales no será necesario el cifrado del contenido de la información.

12. Arquitectura lógica para el Intercambio de información

El intercambio de información entre modelos extendidos del perfil colombiano de la norma ISO 19152:2012 se hace mediante la plataforma que la ICDE define para el tema de administración de tierras. En dicha infraestructura tecnológica, las entidades responsables publican sus datos, exponiendo los servicios que prestan en la web y siendo accesibles, de distintas maneras y en diferente medida por los distintos interesados en ella.

Así, por ejemplo, la información de catastro es expuesta por la entidad responsable (IGAC o Catastros descentralizados o gestores catastrales) Ver Ilustración 15.

Ilustración 14. El intercambio de la Información de Tierras y la plataforma de la ICDE



Fuente: Swiss Tierras

Cualquier entidad que requiera la información catastral como base para generar, actualizar o administrar sus propios datos, podrá acceder a la web y acceder a ellos. Si así lo desea, podría descargarlos localmente, aunque es una forma de trabajo que no respeta la lógica a seguir en el entorno de una IDE, donde rigen los

principios de dato único y de responsabilidad única sobre el dato¹⁷. La forma adecuada de poner a disposición de terceras partes la información de cada rama de la administración de tierras será mediante servicios.

Siguiendo con el ejemplo de la anterior ilustración, cuando la entidad encargada de realizar un Plan de Ordenamiento Territorial necesita información, puede acudir al catastro para tener información sobre la adscripción territorial sobre la que se va a trabajar. De la misma forma, podrá acceder a información asociada al territorio gestionada por otras entidades, como la relativa a los Parques Nacionales Naturales que darán lugar a áreas con determinadas restricciones impuestas por la legislación respectiva y que deberá reflejarse en la fase prospectiva del Plan de Ordenamiento Territorial. Pero de la misma forma, deberá hacerlo con la información de Bosques de Interés General de acuerdo con Ley 2a, de vías de comunicación, cursos fluviales y las áreas de restricción que generen, etc.

El Plan de Ordenamiento Territorial será publicado, con sus áreas de zonificación (clasificación del suelo) en las que se indican las actividades permitidas por ser vocacionales, las que se permitan con ciertas restricciones o las que directamente sean prohibidas. Estas restricciones y prohibiciones que detalla el Plan de Ordenamiento Territorial serán limitaciones a la ocupación del suelo impuestas mediante el derecho de carácter público, a las que podrá acceder catastro y cualquier otra parte interesada para conocer qué actividades pueden realizarse, que permisos de actividad pueden concederse, qué implicaciones tienen sobre el valor de los predios, etc.

En consecuencia, es la plataforma que disponga la ICDE junto a esta forma de exponer y descubrir información, lo que permite aprovechar que la modularidad del perfil colombiano de LADM pueda interoperar de forma unitaria.

¹⁷ La información existe una única vez en un único sitio conocido y es generado, actualizado y publicado por el único responsable de este, de tal forma que se puede garantizar una vigencia, adecuación y calidad dadas para dicha información.



icde

Infraestructura Colombiana
de Datos Espaciales

<https://www.icde.gov.co>