



**EL ENFOQUE DE ARQUITECTURA DIRIGIDA POR MODELOS PARA LA
IMPLEMENTACIÓN DE LA ISO 19152 (LADM) – CASO DE USO DEL
PERFIL LADM-COL**

*THE MODEL DRIVEN ARCHITECTURE APPROACH FOR ISO 19152 (LADM)
IMPLEMENTATION – USE CASE OF THE LADM-COL PROFILE*

Fabián Mejía

Agencia de Implementación del “Proyecto Modernización de la Administración de
Tierra en Colombia”

fabian.mejia@bsf-swissphoto.com

Tel.: +57-704-06-87; fax: +57-704-06-81

Colombia

Germán Carrillo

Agencia de Implementación del “Proyecto Modernización de la Administración de
Tierra en Colombia”

carrillo.german@gmail.com

Colombia

Sergio Ramirez

Agencia de Implementación del “Proyecto Modernización de la Administración de
Tierra en Colombia”

sergio.ramirez@incige.com

Colombia

Lorenz Jenni

Agencia de Implementación del “Proyecto Modernización de la Administración de
Tierra en Colombia”

lorenz.jenni@bsf-swissphoto.com

Suiza

ABSTRACT

El nuevo Catastro Multipropósito define como estándar para lograr la interoperabilidad entre los datos, la adopción de la norma ISO 19152 (LADM, por sus siglas en inglés), un modelo conceptual para el ámbito de la administración de la tierra.

El Proyecto Modernización de la Administración de Tierras, con financiamiento de la Cooperación Económica Suiza, ha apoyado a las entidades rectoras en desarrollar un perfil colombiano de la norma, denominado LADM-COL y sugirió, para su implementación tecnológica, aplicar el lenguaje INTERLIS. Para este lenguaje, aplicado



exitosamente desde hace décadas en el catastro de Suiza, se dispone de un ecosistema de herramientas que pueden ser usados para implementar cualquier modelo de datos en INTERLIS, conforme al enfoque de una Arquitectura Dirigida por Modelos (MDA, por sus siglas en inglés). El equipo de desarrollo del Proyecto contribuyó a la evolución y compleción de dichas herramientas, y realizó su integración en un sistema web compuesto por módulos para la validación masiva, almacenamiento, visualización y descarga de datos conforme al modelo de catastro, así como de cualquier otro modelo del LADM-COL en INTERLIS.

El sistema fue desplegado en el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), donde es empleado para recibir la información generada por los operadores de los pilotos del Catastro Multipropósito, ejecutados por el Departamento Nacional de Planeación (DNP).

1. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

Con el Plan Nacional de Desarrollo (Congreso de la República de Colombia, 2015), y el Documento de Políticas Públicas (CONPES) para un nuevo Catastro Multipropósito (Departamento Nacional de Planeación, 2016), el Gobierno colombiano delimitó el marco para el futuro catastro nacional, destacando las necesidades de nuevos estándares que garanticen la interoperabilidad de datos, estableciendo la adopción, entre otras, de la norma ISO 19152:2012 (LADM).

Además del apoyo dado a las entidades nacionales para definir un perfil colombiano de la ISO 19152:2012, el Proyecto Modernización de la Administración de Tierras, con financiamiento de la Cooperación Económica Suiza (SECO), sugirió la aplicación del enfoque MDA¹ para implementar el LADM.

Para este enfoque, el lenguaje de esquema conceptual INTERLIS tiene un papel central ya que permite la descripción formal de modelos conceptuales y, por lo tanto, la implementación de un modelo físico por medio de software especializado (Germann et al., 2015). Además, incluye un formato de intercambio de datos derivado directamente del modelo (Fig. 1), dando la ventaja de poder validar datos contra el mismo, incluyendo tipos, valores, relaciones y constricciones.

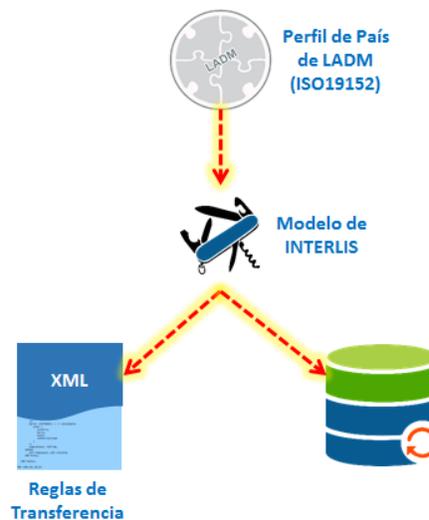


Fig 1. INTERLIS: lenguaje de modelado y formato de intercambio

Para dar apoyo a la aplicación del enfoque MDA mediante INTERLIS, es necesario disponer de un ecosistema de herramientas, habilitado para un ámbito institucional con una gran diversidad de sistemas misionales y plataformas tecnológicas en uso.

Es en este contexto en el que el presente resumen ejecutivo pretende dar a conocer los importantes avances del Proyecto, en evolucionar y completar las herramientas y componentes tecnológicos, logrado mediante la colaboración entre desarrolladores en Colombia y en Suiza,

¹ MDA es un enfoque de diseño de software para el desarrollo de sistemas, establecido por el Object Management Group (www.omg.org)

para proveer una solución genérica para la implementación de perfiles nacionales del LADM descritos en INTERLIS.

La integración de estas herramientas en un sistema web desarrollado completamente en software libre y de código abierto para la validación, almacenamiento, visualización y descarga de información, conforme a un modelo de datos, se discute en el capítulo de resultados.

2. METODOLOGÍA

En la fase de evaluación de las herramientas existentes, se identificaron las necesidades particulares de Colombia para la implementación del LADM usando INTERLIS, definiendo como requerimientos incluir gestores de bases de datos adicionales para generar los modelos físicos, proveer herramientas que apoyan en la captura de datos conforme al modelo, e incluir una herramienta libre para la validación de datos.

El siguiente esquema provee una visión global del flujo de implementación de modelos INTERLIS y de las herramientas ahora disponibles para cada paso (Fig. 2).

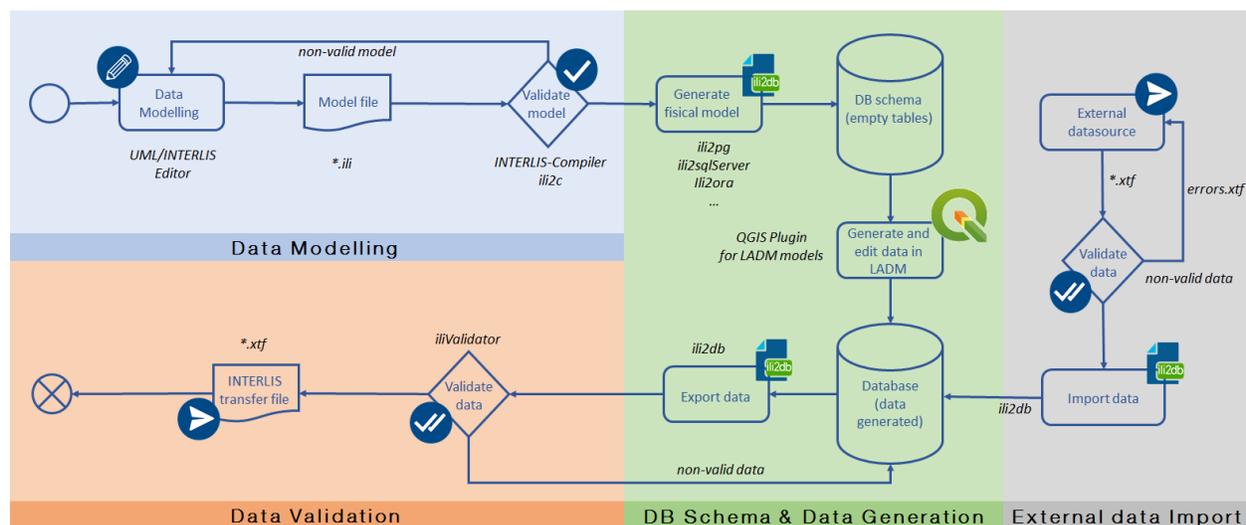


Fig 2. Herramientas usadas en un flujo de implementación de modelos INTERLIS.

La tabla 1 explica en detalle la función, plataforma y lenguaje de programación usado de cada herramienta.

Table 1. Herramientas INTERLIS para implementar modelos LADM

Herramienta	Función/funcionalidad	Lenguaje
UML/Interlis Editor ²	Modelar en UML y conversión a modelo INTERLIS *.ili	Java
INTERLIS-Compiler ili2c ³	Validar la sintaxis de los archivos modelo .ili respecto a INTERLIS	Java

² <http://www.umleditor.org/>

³ *ibid.*

	ili2db ⁴ (ili2pg, ili2gpkg, ili2sqlServer, 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 .xtf	Java
	Plugin Project Generator para QGIS ⁵	Genera interfaces y formularios para editar datos conforme al modelo incluyendo dominios, relaciones, restricciones y tipos de dato	Python, C++
	iliValidator ⁶	Valida la integridad de datos objeto de intercambio respecto a las reglas y restricciones establecidas en el modelo	Java

Completando estas herramientas, el Proyecto ha desarrollado la aplicación iliSuite⁷ que los integre en un único software, y que opera en un entorno de escritorio. iliSuite no requiere acceso a internet y contiene las herramientas descritas (Tabla 1) para el flujo de implementación de modelos INTERLIS (Fig. 2), facilitando el acceso a través de una interfaz intuitiva para usuarios que no tengan el conocimiento en usar librerías desde la consola del sistema.

3. RESULTADOS

Con los trabajos realizados por parte del Proyecto, está disponible un ecosistema completo de herramientas FOSS genéricas para realizar la implementación de cualquier modelo de datos LADM en INTERLIS (Jenni, Guarín, Ziegler & Bajo, 2017). En consecuencia, estas herramientas fueron integradas en forma de sistema web, constituido por varios módulos y servicios independientes que proveen funcionalidades de validación y carga, búsqueda y visualización y descarga de datos (Fig. 3).

Buscando cumplir con el enfoque MDA, el núcleo de los módulos son los modelos del LADM-COL; las interfaces y formularios de los componentes se ajustan de forma semiautomática a cada modelo. Así se reduce considerablemente la fase de desarrollo y se enfatiza el diseño.

Los módulos se agrupan bajo una arquitectura orientada a servicios (SOA), donde cada módulo se encarga de ejecutar una serie de tareas bien definidas. A diferencia de una aplicación monolítica, es posible reemplazar un componente por otro (libre o de código privativo) que ejecute las mismas tareas, facilitando así la integración de este ecosistema en el entorno preexistente en las entidades de la Administración de Tierras en Colombia.

⁴ <https://github.com/claeis/ili2db>

⁵ <https://github.com/opengisch/projectgenerator>

⁶ <https://github.com/claeis/iliv validator>

⁷ <https://github.com/AgencialImplementacion/iliSuite>

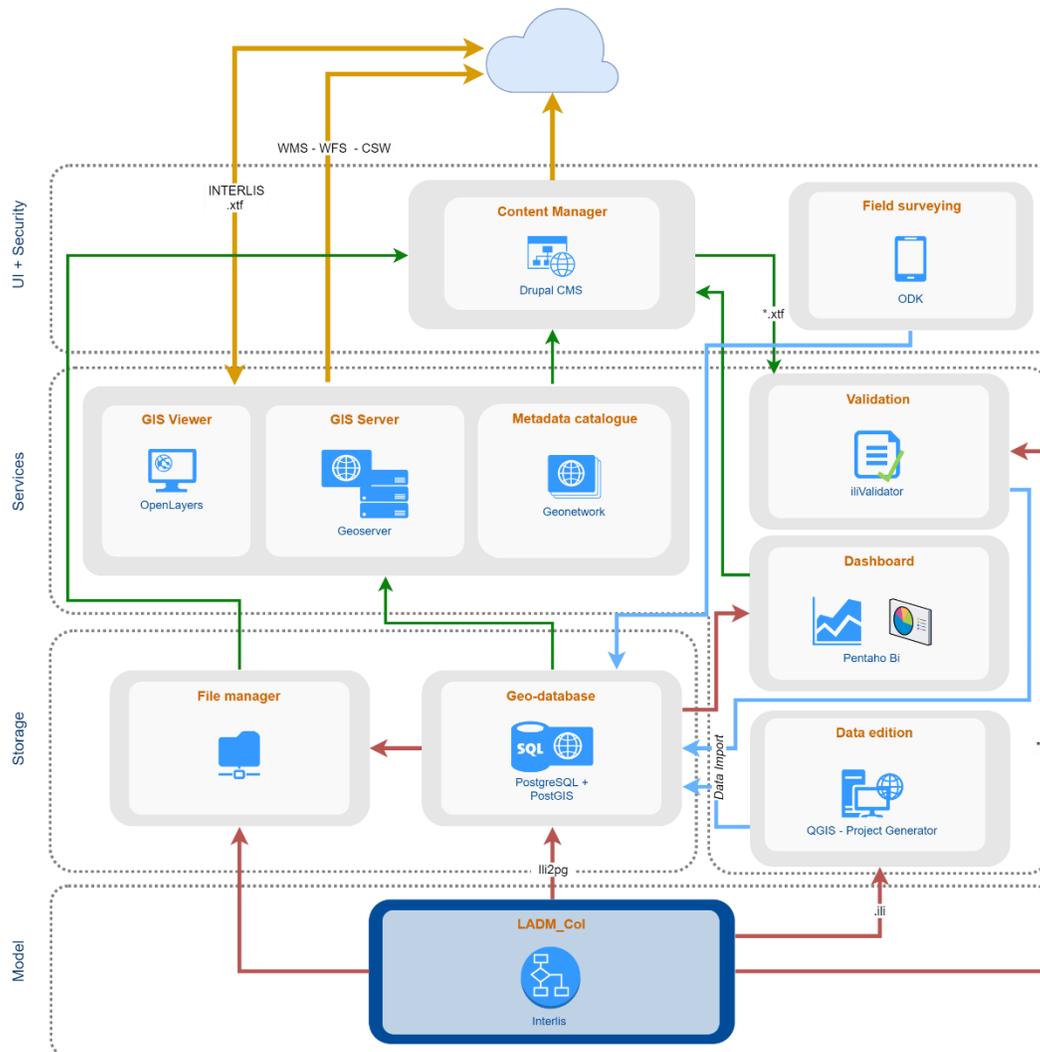


Fig 3. Módulos del Sistema de Recepción de Datos LADM.

Cabe destacar el Servicio de Validación de Datos contra modelos registrados en el repositorio de modelos oficiales⁸, y la posibilidad de definir y aplicar reglas de validación conforme a los requerimientos de evaluación de la calidad de datos⁹.

Las figuras 4 a 7 muestran algunas reglas topológicas del modelo LADM-COL y los resultados de la validación de un conjunto de datos de prueba. La función “no_overlaps” es implementada como un plugin en JAVA para ser ejecutado desde la herramienta iliValidator.

⁸ Modelo LADM-COL en INTERLIS: https://github.com/AgencialImplementacion/LADM_COL

⁹ Principalmente el elemento de calidad de “consistencia lógica”, conforme a la ISO19157 – *Geographic Information – Data Quality*

```

FUNCTION no_overlaps (
  Objects: OBJECTS OF ANYCLASS;
  SurfaceAttr : ATTRIBUTE OF @ Objects RESTRICTION ( SURFACE )
): BOOLEAN;

...

CLASS Terreno EXTENDS LA_UnidadEspacial =
  ...
  geometry (EXTENDED) : MANDATORY GM_Surface2D;
  SET CONSTRAINT no_overlaps ( ALL, >> geometry );
END Terreno;
    
```

Fig 4. Recorte del modelo LADM-COL, definición de reglas topológicas.



Fig 5. Conjunto de datos de prueba creado con el plugin Project Generator de QGIS.

```

Info: ilifile < / opt / ilivalicator / tmp / uploads / ilivalicator_87293257303
36688578 / ISO19107_V1_MAGNABOG.ili>
Info: ilifile < / opt / ilivalicator / tmp / uploads / ilivalicator_87293257303
36688578 / LADM_V1_EN.ili>
Info: ilifile < / opt / ilivalicator / tmp / uploads / ilivalicator_87293257303
36688578 / Catastro_COL_ES_V_2_0_20170331.ili>
Info: ilifile < / opt / ilivalicator / tmp / uploads / ilivalicator_87293257303
36688578 / LADM-OT-discusion.ili>
Info: validate data...
Info: first validation pass...
Error: line 20: LADM_COL.CO_Terrain: tid 17: Set Constraint LADM_COL
CO_Terrain.no_overlaps is not true
Error: line 22: LADM_COL.CO_Terrain: tid 18: Set Constraint LADM_COL
CO_Terrain.no_overlaps is not true.
Info: second validation pass...
Info: validate role references of LADM_OT.OT.ZonaOT...
Info: validate role reference LADM_V1_EN.LADM_Core.rrrrParty.party...
Info: validate role reference LADM_V1_EN.LADM_Core.baunitRrr.unit...
Info: validate role references of LADM_OT.OT.RestrictioOT...
Info: ...validation failed
            
```

Fig 6. Informe de error de validación, generado desde el Servicio de Validación.

El sistema incluye una interfaz que se encarga de administrar la seguridad de las diferentes capas, garantizando que los usuarios autorizados sólo puedan usar los módulos y acceder a los recursos para los que tengan permiso específico.

El Sistema de Recepción de Datos fue desplegado en el IGAC para la recepción de los datos generados por los operadores del proyecto de Catastro Multipropósito, y para validar su conformidad con el modelo de catastro del LADM-COL.

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El uso de INTERLIS y de las herramientas desarrolladas, permiten la implementación de una infraestructura según el enfoque MDA, lo que facilita la implementación de un perfil de país LADM descrito con ese lenguaje.

Con la integración de las herramientas en una interfaz centralizada (iliSuite), y el desarrollo del plugin “Project Generator” para QGIS, se logra una mayor aceptación del uso de INTERLIS para la implementación del LADM por usuarios no desarrolladores, puesto en evidencia durante la impartición de varios cursos por el Proyecto.

Respecto al Sistema de Recepción de Datos, destaca su flexibilidad en el despliegue y los bajos requerimientos en hardware. El sistema, por tanto, puede ser empleado por administraciones con recursos limitados, como por ejemplo a nivel municipal, Gobierno departamental, etc.. El módulo del Servicio de Validación de Datos del sistema garantiza un incremento de la productividad en el momento de comprobar masivamente datos contra un modelo dado y las reglas de validación definidas, una ventaja muy importante frente al reto de Colombia de modernizar su sistema de catastro en los próximos años.

El Proyecto está trabajando actualmente en la mejora de la funcionalidad del visor GIS y catálogo de metadatos, con lo cual el sistema puede ser considerado como una infraestructura tecnológica genérica de Administración de Tierras, con el LADM como modelo conceptual de fondo.

REFERENCIAS

Congreso de la República de Colombia. (2015). Ley 1753 de 2015. Plan Nacional de Desarrollo 2014 – 2018. Bogotá, Colombia.

Departamento Nacional de Planeación. (2016). Política para la Adopción e Implementación de un Catastro Multipropósito Rural-Urbano (CONPES 3859). Bogotá, Colombia: DNP.

Germann, M., Steudler, D., Kaufmann, J., Lemmen, C., Oosterom, P., & Zeeuw, K. (2015). “The LADM Based on INTERLIS”. FIG Working Week 2015, Sofia, Bulgaria.

IGAC/SNR. (2016). Conceptualización y especificaciones para la operación del Catastro Multipropósito (Versión 2.1.1). Bogotá, Colombia.

Jenni, L., Guarín, A., Ziegler, S., Bajo, V. (2017). Development and Deployment of a LADM Implementing Toolkit in Colombia. Washington, Annual Land and Poverty Conference. Banco Mundial.

NOTAS BIOGRÁFICAS

Fabián Mejía, Ingeniero Catastral y Geodesta y especialista en Sistemas de Información Geográfica de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, experiencia en implementación y modernización de Sistemas de Gestión de Datos para la administración de tierras en Colombia. Desempeña el cargo del líder de desarrollo en el Proyecto de Modernización de la Administración de Tierras en Colombia

Germán Carillo, M.Sc. en Geoinformática de la Universidad de Münster (Alemania), Especialista en SIG e Ingeniero Catastral y Geodesta de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, enfocado en el desarrollo e investigación en geoinformática con marcada preferencia por el software libre. Colaborador oficial de QGIS y MapTools (paquete de R), miembro con derecho a voto de OSGeo-es y autor de varios plugins para QGIS, R y pgAdmin 3. Forma parte del equipo de implementación del Proyecto de Modernización de la Administración de Tierras en Colombia

Sergio Ramírez Navarro, Ingeniero Topográfico y candidato a magister en Ciencias de la Información y las Comunicaciones con enfoque a la Geomática de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Estudiante de último ciclo de especialización en Gerencia de Proyectos de la Universidad Piloto de Colombia. 10 años de Experiencia general en proyectos de topografía, geomática y SIG. Actualmente es parte del equipo técnico del Proyecto de Modernización de la Administración de Tierras de Colombia.

Lorenz Jenni es Ingeniero Geodesta y Geomático por la Universidad de Ciencias Aplicadas de Basilea, en Suiza. Maestría en SIG por la Universitat Politècnica de Catalunya. Ha trabajado en proyectos de la cooperación al desarrollo relacionados con el establecimiento y modernización de sistemas de catastro desde hace 15 años. Actualmente es el líder del equipo técnico que implementa el Proyecto de Modernización de la Administración de Tierras de Colombia.