



# Fundamentos para la Interoperabilidad entre datos Geográficos de la ICDE

INFRAESTRUCTURA  
COLOMBIANA DE DATOS  
ESPACIALES - ICDE

## Control de Versiones

Fecha	Descripción del cambio	Elaborado por
21/09/2024	Marco de Interoperabilidad Pasos para implementar casos de uso de interoperabilidad	ICDE-IGAC
30/10/2024	Interoperabilidad ICDE	ICDE-IGAC

## Tabla de Contenido

<b><i>Fundamentos para la Interoperabilidad entre datos Geográficos de la ICDE .....</i></b>	<b><i>3</i></b>
<b>1. Marco de Interoperabilidad del MinTIC .....</b>	<b>5</b>
<b>2. Interoperabilidad de Datos Geográficos .....</b>	<b>8</b>
2.1. Dimensión 1. Interoperabilidad Política-Legal.....	9
2.2. Dimensión 2. Interoperabilidad Organizacional .....	9
2.3. Dimensión 3. Interoperabilidad Semántica .....	10
2.4. Dimensión 4. Interoperabilidad Técnica.....	10
2.5. Criterios de interoperabilidad .....	11
2.6. Propuestas para la implementación de casos de uso de interoperabilidad .....	13
2.7. Beneficios de los Nuevos Estándares y Building Blocks del OGC para la ICDE .....	16

# Fundamentos para la Interoperabilidad entre datos Geográficos de la ICDE

La interoperabilidad es la capacidad de las aplicaciones y los sistemas para intercambiar datos de forma segura y automática, independientemente de los límites geográficos, políticos o de las organizaciones. El intercambio coordinado de datos entre las entidades públicas es fundamental en varios sectores para la investigación y el desarrollo, así como para mejorar la experiencia del usuario final.

La interoperabilidad se refiere a los estándares, los protocolos, las tecnologías y los mecanismos que permiten que los datos fluyan entre diversos sistemas con una mínima intervención humana. Permite que diversos sistemas se comuniquen entre sí y compartan información en tiempo real.

Las soluciones de interoperabilidad reducen los silos de datos (datos aislados) y ayudan a que las entidades logren comunicaciones compatibles lo que se traduce en una mayor eficiencia y ofertas de servicios de información de mayor calidad para el País.

Los principios fundamentales del Marco Europeo de Interoperabilidad (EIF) definen aspectos clave a considerar que se relacionan a continuación:

1. Subsidiariedad y proporcionalidad: Los servicios públicos deben implementarse a nivel europeo solo cuando sea más eficaz que hacerlo a nivel nacional, limitándose a lo estrictamente necesario.

2. Apertura: Los datos públicos deben ser accesibles y reutilizables a menos que existan restricciones. Se fomenta el uso de software de fuente abierta y especificaciones abiertas para reducir costos y aumentar la interoperabilidad.
3. Transparencia: Se debe permitir la visibilidad de los procesos administrativos y garantizar la protección de datos personales. Esto incluye la disponibilidad de interfaces públicas de los sistemas de información.
4. Reutilización: Se fomenta la reutilización de soluciones, software, datos y especificaciones existentes, para ahorrar tiempo y recursos en la prestación de servicios públicos.
5. Neutralidad tecnológica y portabilidad de los datos: Las decisiones tecnológicas deben ser lo más flexibles posibles, sin imponer soluciones específicas que puedan limitar la interoperabilidad futura.
6. Primacía del usuario: Los servicios públicos deben diseñarse teniendo en cuenta las necesidades del usuario, ofreciendo acceso multicanal y simplicidad en la experiencia.
7. Inclusión y accesibilidad: Los servicios públicos deben ser accesibles a todos los ciudadanos, incluidas personas con discapacidades y grupos desfavorecidos.
8. Seguridad e intimidad: Se deben establecer entornos seguros donde se protejan los datos personales y se garantice la autenticidad y confidencialidad de la información.
9. Multilingüismo: Los servicios deben estar disponibles en los idiomas de los usuarios previstos, especialmente en el contexto transfronterizo.

10. Simplificación administrativa: Se deben simplificar los procedimientos administrativos mediante la digitalización y un enfoque "digital por defecto".
11. Conservación de la información: Los datos y decisiones deben almacenarse y conservarse a largo plazo, garantizando su accesibilidad y fiabilidad en el tiempo.
12. Evaluación de efectividad y eficiencia: Las soluciones tecnológicas y de interoperabilidad deben evaluarse en términos de costos, eficiencia, flexibilidad y satisfacción del usuario.

## 1. Marco de Interoperabilidad del MinTIC

En Colombia el Ministerio de las Tecnologías de las Comunicaciones ha desarrollado el Marco de interoperabilidad como la estructura de trabajo común donde se alinean los conceptos y criterios que guían el intercambio de información. Este marco busca los siguientes objetivos:

- Apoyar a las entidades públicas en sus esfuerzos por diseñar y ofrecer trámites y servicios en línea a otras entidades públicas, ciudadanos y empresas que, en la medida de lo posible, sean digitales por defecto, es decir, que proporcionen servicios y datos preferentemente a través de medios digitales, siendo accesibles para todas las entidades, los ciudadanos y que permitan la reutilización, participación, acceso y transparencia.
- Proporcionar orientación a las entidades públicas sobre el diseño y la actualización de los mecanismos de interoperabilidad, sus políticas, estrategias y directrices, así como la visión nacional que se promueve en interoperabilidad.
- Contribuir al fortalecimiento de mecanismos de interoperabilidad en las entidades públicas para la prestación de trámites y servicios en línea.

El Marco de Interoperabilidad establece cuatro dominios, cada uno de ellos trata un tema específico de la interoperabilidad, con los principios que definen y orientan la concepción, diseño e implementación de los servicios de intercambio de información con un enfoque centrado en el ciudadano, que sea seguro y de confianza.



1. El **dominio político Legal** consiste en garantizar que las entidades públicas realizan el intercambio de información ajustado al marco jurídico vigente, las políticas y estrategias pueden trabajar juntas y no se obstaculiza o impide la interoperabilidad.
2. El **dominio organizacional** de la interoperabilidad se refiere al modo en que las políticas, procesos y expectativas interactúan con aquellos de otras entidades para alcanzar las metas adoptadas de común acuerdo y mutuamente beneficiosas, a través del intercambio de información.
3. El **dominio semántico** permite garantizar que, en el momento de intercambiar datos, el significado de la información sea exacto y el mismo para todas las partes interesadas. De igual manera, permite que las entidades del Estado colombiano puedan estandarizar, gestionar y administrar su información.

4. El **dominio técnico** de la interoperabilidad hace referencia a las aplicaciones e infraestructuras que conectan sistemas de información, a través de los servicios de intercambio de información. Incluye aspectos como especificaciones de interfaz, protocolos de interconexión, servicios de integración de datos, presentación e intercambio de datos y protocolos de comunicación seguros.

Complementario y transversal a los dominios, el marco establece un modelo de madurez que tiene cinco niveles para establecer el estado actual de la adopción por parte de las entidades, así como el estado del intercambio de información en el que se encuentra cada entidad.

- **AUSENTE:** La entidad no ha empezado a implementar los lineamientos del Marco de Interoperabilidad del Estado y carece de las capacidades necesarias para implementarlo.
- **INICIAL:** La entidad ha iniciado su proceso de implementación de los lineamientos del Marco de Interoperabilidad.
- **INTERMEDIO:** La entidad ha venido trabajando en la implementación de los lineamientos del Marco de Interoperabilidad en algunos de sus servicios de intercambio de información.
- **CONSOLIDADO:** La entidad ha logrado que la implementación de los lineamientos del Marco de Interoperabilidad del Estado sea un tema conocido a nivel institucional sin embargo no ha logrado involucrar a todos los interesados
- **INSTITUCIONALIZADO:** La entidad ha logrado implementar de forma adecuada los lineamientos del Marco de Interoperabilidad para todos sus servicios de intercambio de información.

## 2. Interoperabilidad de Datos Geográficos

La Infraestructura Colombiana de Datos Espaciales (ICDE) promueve la integración y distribución de datos geospaciales, facilitando el acceso a información pública para las entidades, la ciudadanía, la academia y del sector privado. Sin embargo, para maximizar el uso de estos datos de forma eficiente, cobra relevancia el hecho que los datos sean interoperables.

La interoperabilidad de datos geospaciales no solo permite que diferentes sistemas y organizaciones compartan y utilicen datos de manera coherente, sino que también facilita la integración de diversas fuentes de información, permitiendo un análisis más completo y enriquecido. En el contexto de la ICDE, la interoperabilidad es fundamental para garantizar que los datos geospaciales producidos y utilizados por distintas entidades sean accesibles, comprensibles, y reutilizables por otros usuarios, sin importar las herramientas tecnológicas empleadas.

La interoperabilidad de datos geospaciales, aborda desafíos como la heterogeneidad de formatos, las diferencias en la semántica de los datos, y la integración de datos en línea. Es por eso que la ICDE, refuerza su compromiso con la promoción de un entorno de datos espaciales abiertos, accesibles y colaborativos, en el que la interoperabilidad se convierte en el pilar fundamental para el desarrollo de aplicaciones y soluciones digitales.

Para implementar casos de interoperabilidad en ICDE, abordando las cuatro dimensiones de interoperabilidad del marco (política-legal, organizacional, semántica y técnica), se propone abordar los casos de uso de interoperabilidad de la ICDE de la siguiente manera:



## 2.1. Dimensión 1. Interoperabilidad Política-Legal

- Identificar que todos los aspectos legales y políticos necesarios para el intercambio y uso de datos estén claramente definidos.
- Analizar las leyes y regulaciones aplicables para el intercambio de datos geoespaciales del caso de uso, incluyendo protección de datos y privacidad.
- Verificar que los casos de interoperabilidad estén alineados con las políticas de gobierno digital y los planes estratégicos de la ICDE.
- Desarrollar guías para el intercambio de datos geográficos entre diferentes entidades y aseguren el cumplimiento legal.

## 2.2. Dimensión 2. Interoperabilidad Organizacional

- En el marco de la estructura organizacional de la ICDE como una comunidad facilitar la colaboración y la interoperabilidad entre las diferentes entidades involucradas.
- Identificar las organizaciones y actores clave que participarán en los casos de uso de interoperabilidad.

- Asignar roles y responsabilidades a cada entidad, asegurando la correcta coordinación y gestión de los procesos de interoperabilidad.
- Formalizar acuerdos como Memorandos de Entendimiento o acuerdos de nivel de servicio, para garantizar la colaboración y el intercambio de datos geográficos.
- Realizar un análisis post-implementación de casos de uso de interoperabilidad para identificar los beneficios obtenidos.
- Recoger opiniones de los usuarios finales y los involucrados sobre la efectividad de la solución interoperable.

### 2.3. Dimensión 3. Interoperabilidad Semántica

- Propiciar que los datos intercambiados en el caso de uso sean comprendidos de manera uniforme por todas las partes involucradas y sigan estándares para información geográfica.
- Validar que los datos sean consistentes y semánticamente compatibles entre los sistemas que se desea interoperar, utilizando herramientas tecnológicas para la verificación.
- Mantenerse al día con los nuevos estándares de interoperabilidad geoespacial y actualizar la infraestructura conforme sea necesario.
- Revisar periódicamente el modelo semántico para asegurar su alineación con las necesidades cambiantes y las mejores prácticas.

### 2.4. Dimensión 4. Interoperabilidad Técnica

- Implementar la infraestructura técnica necesaria para el intercambio y procesamiento de datos geoespaciales.
- Diseñar la arquitectura de solución del caso de uso orientada a servicios de tal forma que facilite integrar datos geoespaciales relacionados a Datos fundamentales OTL, Información geográfica del SAT y nodo AT, y otros componentes utilizando APIs como RESTful y estándares OGC.

- Implementar servicios web (WMS, WFS, WCS) y Web Processing Services (WPS) para el acceso y procesamiento de datos geoespaciales.
- Realizar pruebas de intercambio de los servicios y la infraestructura para asegurar que todos los componentes funcionen de manera integrada y eficiente.
- Identificar el monitoreo a realizar sobre las herramientas y artefactos construidos para la interoperabilidad de modo que sea sostenible y se identifique el grado de mantenimiento requerido.
- Incorporar nuevas tecnologías que puedan mejorar la interoperabilidad, para asegurar la integridad de los datos.
- Evaluar la interoperabilidad de X-Road con los servicios web geográficos (como WMS, WFS) existentes dentro de la ICDE para asegurar que las transacciones de datos geoespaciales sean seguras y auditables en el caso de requerir parámetros de seguridad con la plataforma XRoad.
- Asegurar que las transacciones a través de X-Road cumplan con los requisitos de autenticación, autorización, y cifrado para proteger la integridad y confidencialidad de los datos.

## 2.5. Criterios de interoperabilidad

A partir del documento de Geospatial Interoperability Reference Architecture (GIRA) en la implementación de la interoperabilidad de la Infraestructura Colombiana de Datos Espaciales (ICDE) se consideran los siguientes criterios

### 1. Gobernanza

- Implementar principios de gobernanza claros que incluyan la responsabilidad compartida, la participación activa de las partes interesadas y la toma de decisiones basada en el consenso. Esto asegura que las inversiones en sistemas de información geoespacial sean coherentes y eficaces.

### 2. Modelo de Referencia de Negocios

- Identificación de casos de uso específicos de interoperabilidad que alineen con los objetivos estratégicos nacionales y locales.
- Utilizar un modelo de madurez de interoperabilidad, para evaluar y mejorar progresivamente las capacidades de interoperabilidad de las diferentes entidades involucradas.

### **3. Modelo de Referencia de Datos**

- Enfatizar la importancia de estándares abiertos y consistentes para la descripción y el intercambio de datos. Esto podría incluir la adopción de estándares internacionales como los promovidos por el Open Geospatial Consortium (OGC) y la integración de metadatos estándar para mejorar la búsqueda y descubrimiento de datos.
- Establecer políticas claras para el acceso y la compartición de datos entre entidades, asegurando que los datos sean accesibles y reutilizables mientras se respetan las restricciones legales y de privacidad.

### **4. Modelo de Referencia de Aplicaciones/Servicios**

- Implementar servicios de aplicaciones como Web Map Services (WMS), Web Feature Services (WFS) y Web Coverage Services (WCS), que son compatibles con estándares abiertos, para facilitar el intercambio de datos geoespaciales, tal como se recomienda en ambos documentos.
- Adoptar una taxonomía de servicios basada en los perfiles geoespaciales de la arquitectura empresarial federal descrita en GIRA, para categorizar y gestionar los servicios geoespaciales de manera coherente.

### **5. Modelo de Referencia de Infraestructura**

- Utilizar un modelo de arquitectura de tres capas, como el propuesto en GIRA, que incluye la capa de presentación (interfaces de usuario), capa de aplicación/plataforma (servicios de negocio y aplicaciones geoespaciales), y la capa de información/base de datos (almacenamiento y gestión de datos).

- Desarrollar una estrategia de servicios compartidos para maximizar el uso de recursos existentes y minimizar la duplicación de esfuerzos entre las diferentes entidades de la ICDE.

## **6. Seguridad y Políticas de Acceso**

- Implementar un modelo de referencia de seguridad que contemple roles y responsabilidades claros para la protección de datos geospaciales, asegurando que las transacciones sean seguras y cumplan con los requisitos de autenticación y autorización.
- Evaluar la interoperabilidad de la plataforma X-Road con servicios web geospaciales para garantizar transacciones de datos seguras y auditables.

## **7. Modelo de Referencia de Desempeño**

- Aplicar un modelo de referencia de desempeño que mida la efectividad de la interoperabilidad mediante indicadores de rendimiento clave (KPI). Esto incluye la capacidad de respuesta, la disponibilidad del servicio y la satisfacción del usuario.

### **2.6. Propuestas para la implementación de casos de uso de interoperabilidad**

A continuación, se presentan los principales pasos a ser considerados para implementar técnicamente interoperabilidad de información geográfica a partir de estándares que garantizan la sintaxis y la semántica como es el caso de los modelos LADM y los servicios geográficos que siguen estándares OGC o a través de la definición y acuerdo del protocolo de interoperabilidad utilizando tecnologías como X-Road, y principalmente fomentando el uso de las OGC Apis:

Dominio Semántico

ESTÁNDARES DE FORMATO

Estándares que definen **cómo se estructuran los datos geospaciales**. Por ejemplo, Shapefile, GeoTIF, GeoJSON, KML (Keyhole Markup Language).

ESTÁNDARES DE MODELO

Estándares que establecen las **reglas para la representación de entidades geospaciales y sus relaciones**. Por ejemplo, LADM modelo de datos para la administración del territorio y CityGML para datos urbanos.

Dominio Técnico

ESTÁNDARES DE SERVICIOS

Estándares que definen **cómo los datos y servicios geospaciales se publican** y utilizan a través de la web. Por ejemplo, los servicios de **visualización** (Web Map Services -WMS o Web Map Tile Service -WMTS), de **descarga** (Web Feature Service -WFS o Web Coverage Service -WCS) o de **búsqueda** (Catalogue Service Web -CSW).

ESTÁNDARES DE PROCESAMIENTO

Estándares para la **ejecución de procesos geospaciales en la web**. Por ejemplo, WPS - Web Processing Service.

ESTÁNDARES DE INTERCAMBIO DE DATOS

Estándares **que facilitan el intercambio de datos geospaciales** entre diferentes sistemas y aplicaciones. Por ejemplo, GML - Geography Markup Language, OGC APIs

Para abordar casos de uso y definir la tecnología a utilizar se proponen los siguientes pasos:

1. Definición de requisitos y objetivos: Inicialmente se deben identificar las necesidades de los usuarios finales. Determinar que preguntas pretende resolver la integración de información de diferentes fuentes o sistemas. Se deben definir claramente los objetivos del proyecto y el uso de datos geospaciales, especificando que tipo de datos deben interoperar, que se espera obtener, si el problema a resolver requiere consulta o transformación y procesamiento de los datos, las definiciones en términos de sensibilidad y tratamiento a considerar para los datos, etc.
2. Evaluación de la infraestructura: Se debe partir de un inventario de los datos geospaciales requeridos, su estado de calidad y formato, así como la disponibilidad de estos. Evaluar la infraestructura tecnológica existente, incluyendo servidores, software GIS, bases de datos y servicios web disponibles. En este paso se recomienda considerar y detallar lo requerido en términos de seguridad de la

información y si se requiere la implementación de mecanismos o artefactos unidireccionalmente o desde los diferentes puntos (fuentes de información, bases de datos, sistemas, etc) que van a interoperar.

3. Diseño de la solución: Definir a nivel técnico y de implementación las posibles opciones para garantizar el cumplimiento de los requisitos de interoperabilidad evaluando que la solución propuesta sea sencilla y adecuada según el caso que aplique. Evaluar si la solución se puede dar a través de geoservicios con estándares, si se requiere una solución personalizada con artefactos y mecanismos particulares que deben quedar explícitamente definidos en esta etapa.
4. Desarrollo e implementación de la solución: Desarrollar las interfaces, mecanismos o artefactos necesarios para la interacción entre los componentes de la solución para garantizar la interoperabilidad de la información geográfica acorde con los requerimientos definidos.
5. Pruebas: Realizar pruebas funcionales para asegurar que todas las funcionalidades requeridas de la interoperabilidad están presentes y funcionan correctamente. Realizar pruebas de interoperabilidad, disponibilidad y acceso de datos entre los diferentes componentes del sistema. Validar la solución con los usuarios finales para asegurar que cumple con sus necesidades definidas.
6. Despliegue: Realizar el paso a producción de la solución implementada. Definir mecanismos o protocolos de monitoreo para asegurar el correcto funcionamiento de la solución de interoperabilidad Implementada.

Con el fin de promover una interoperabilidad de datos geográficos de forma rápida, segura y eficiente, desde la ICDE se promueve la adopción e implementación de estándares y OGC dispone de estándares de

servicios como lo son los WMS y WFS y las OGC APIs que facilitan la interoperabilidad técnica.

## 2.7. Beneficios de los Nuevos Estándares y Building Blocks del OGC para la ICDE

La adopción de los nuevos estándares y los Building Blocks del Open Geospatial Consortium (OGC) ofrece una amplia gama de beneficios que fortalecen la eficiencia, interoperabilidad y calidad de las aplicaciones y servicios geoespaciales de la ICDE. Estas ventajas impactan positivamente a desarrolladores, organizaciones y usuarios finales, promoviendo un ecosistema geoespacial nacional más integrado y robusto.

**Interoperabilidad mejorada:** Una de las ventajas más significativas de los estándares del OGC es la mejora en la interoperabilidad entre los sistemas geoespaciales, un aspecto crucial para la ICDE. Al facilitar el intercambio y la integración de datos a través de diversas plataformas y aplicaciones, estos estándares permiten a las instituciones públicas y privadas en Colombia colaborar de manera más efectiva. Esto es especialmente relevante para proyectos nacionales que requieren la integración de información geoespacial generada por múltiples entidades.

**Flexibilidad y escalabilidad:** Los estándares modernos del OGC ofrecen la capacidad de desarrollar aplicaciones flexibles y escalables, alineadas con las crecientes necesidades de la ICDE. La modularidad y reutilización de componentes facilitan la ampliación de soluciones geoespaciales, permitiendo manejar volúmenes de datos más grandes o incorporar nuevas funcionalidades sin rediseñar completamente los sistemas.

**Compatibilidad con tecnologías modernas:** La adopción de tecnologías como REST, JSON y OpenAPI asegura que los estándares del OGC sean compatibles con las prácticas de desarrollo actuales en la ICDE. Esto simplifica la implementación, reduce la complejidad técnica y facilita la integración de servicios geoespaciales en aplicaciones nacionales e

internacionales, incluyendo plataformas web y móviles utilizadas en Colombia.

**Eficiencia en el desarrollo:** Los estándares del OGC proporcionan directrices claras y componentes reutilizables, reduciendo el tiempo y esfuerzo necesarios para desarrollar nuevas aplicaciones. Esto permite a los equipos de desarrollo de la ICDE centrarse en la innovación y optimización de servicios geospaciales críticos para la planificación territorial y la gestión de recursos en el país.

**Acceso a datos en tiempo real:** La ICDE puede beneficiarse directamente de los estándares del OGC para garantizar el acceso a datos geospaciales en tiempo real. Esto es esencial para aplicaciones como la gestión de emergencias, el monitoreo ambiental y el análisis dinámico del territorio, permitiendo a las autoridades tomar decisiones rápidas e informadas.

**Componentes modulares y reutilizables:** Los Building Blocks del OGC permiten seleccionar y utilizar únicamente las partes del estándar relevantes para las aplicaciones específicas de la ICDE. Esto genera sistemas más eficientes y facilita la reutilización en proyectos, optimizando los recursos públicos destinados al desarrollo geoespacial.

**Compatibilidad y estabilidad:** Los estándares abiertos del OGC garantizan la compatibilidad y estabilidad de las aplicaciones geospaciales a lo largo del tiempo, un aspecto crítico para la sostenibilidad de la ICDE. Esto permite integrar nuevas tecnologías y actualizar sistemas existentes sin causar interrupciones significativas.

**Facilidad de integración:** La facilidad de integración que ofrecen los estándares del OGC permite a la ICDE consolidar datos de diversas fuentes, favoreciendo la colaboración entre entidades nacionales e internacionales. Esto es clave para iniciativas como la planificación urbana, la gestión de recursos naturales y el monitoreo ambiental en Colombia.

**Calidad y fiabilidad:** Los estándares del OGC aseguran altos niveles de calidad y fiabilidad en datos y servicios, un requisito esencial para la toma de decisiones basadas en evidencia en el contexto de la ICDE. Esto

minimiza riesgos asociados a errores en los sistemas geoespaciales, mejorando los resultados de las políticas públicas.

**Soporte y sostenibilidad:** El respaldo y la actualización constante de los estándares del OGC garantizan su relevancia y aplicabilidad a las necesidades cambiantes de la ICDE. Esto proporciona una base sólida para construir y expandir las capacidades geoespaciales del país, alineándose con los objetivos estratégicos del desarrollo sostenible en Colombia.