



Marco de interoperabilidad de datos geoespaciales

PROYECTO 6.4. DISEÑO DEL MARCO DE INTEROPERABILIDAD GEO, Y FORMULACIÓN DE LOS LINEAMIENTOS PARA SU IMPLEMENTACIÓN.

ALEJANDRO SANDOVAL PINEDA

www.icde.gov.co

Control de Versiones

Versión	Fecha	Descripción del cambio	Elaborado por
1	30/04/2025	Versión 1.0 del marco de interoperabilidad de datos geospaciales	Datos, estándares y calidad / Alejandro Sandoval Pineda
2	31/08/2025	Versión 1.1. del marco de interoperabilidad de datos geospaciales (Revisión equipo interoperabilidad IGAC)	Datos, estándares y calidad / Alejandro Sandoval Pineda
3	30/09/2025	Versión 1.2. del marco de interoperabilidad de datos geospaciales (Revisión Entidades sector agro)	Datos, estándares y calidad / Alejandro Sandoval Pineda
3	31/10/2025	Versión 1.3. del marco de interoperabilidad de datos geospaciales (Revisión DNP)	Datos, estándares y calidad / Alejandro Sandoval Pineda
4	31/12/2025	Versión 1.4. del marco de interoperabilidad de datos geospaciales (Revisión DANE)	Datos, estándares y calidad / Alejandro Sandoval Pineda

Tabla de contenido

Marco de interoperabilidad de datos geospaciales.....	1
1. Introducción	5
Objetivos y alcance del marco	6
Beneficios de estandarizar la interoperabilidad de información geoespacial	6
Actores y áreas de aplicación de la interoperabilidad de información geoespacial	8
Glosario de conceptos clave en interoperabilidad	10
2. Modelo conceptual.....	13
2.1. Gobierno	14
2.2. Principios	16
2.3. Lineamientos.....	17
2.4. Modelos de madurez.....	18
2.5. Tecnologías	18
3. Lineamientos de los dominios del marco de interoperabilidad de datos geospaciales.....	20
3.1. Dominio político legal	20
3.2. Dominio organizacional	21
3.3. Dominio semántico.....	21
3.4. Dominio técnico.....	23
Nota: Implementación del marco de interoperabilidad de datos geospaciales.....	30
Bibliografía y o referencias.....	31

Índice de tablas

Tabla 1. Estándares semánticos por tipo de dato geoespacial	22
Tabla 2. Aspectos clave de las OGC API derivadas de la OGC API Common.....	27

Índice de figuras

Figura 1. Modelo conceptual del Marco de Interoperabilidad de datos geospaciales, Elaboración propia ICDE.....	13
Figura 2. Servicios Web estandarizados por el OGC.....	25
Figura 3. Arquitectura de la OGC API Common y OGC API derivadas.	26

BORRADOR

1. Introducción

La interoperabilidad se refiere a la capacidad de diferentes sistemas, plataformas y organizaciones para intercambiar y utilizar información de manera efectiva y eficiente. En el contexto del modelo LADM (Land Administration Domain Model) adoptado y adaptado para Colombia (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 2020), la interoperabilidad semántica y técnica es crucial para la integración y gestión de los datos geoespaciales del territorio. Este modelo estandariza una estructura de datos común y la representación de la información catastral y territorial conforme a los principios de la política de Catastro Multipropósito establecido por la Ley 1955 de 2019, requiriendo que los sistemas puedan interactuar entre sí de manera fluida para garantizar la actualización, consulta y análisis de los datos de forma eficiente, contribuyendo al desarrollo de soluciones tecnológicas más robustas y accesibles para la gestión del territorio.

Existen diversos referentes internacionales que establecen marcos de referencia para la interoperabilidad de datos geoespaciales. El Consorcio Abierto Geoespacial – OGC (por sus siglas en inglés *Open Geospatial Consortium*) (OGC, 2025) y la Organización Internacional de Normalización (ISO) (ISO, 2025) han sido actores clave, desarrollando estándares técnicos específicos para este tipo de datos como los servicios web tradicionales o las OGC API, que permiten la integración y el intercambio eficiente de datos geoespaciales entre diferentes plataformas. Por su parte el Comité Federal de Datos Geográficos desarrolló la Arquitectura de Referencia de Interoperabilidad Geoespacial – GIRA (por sus siglas en inglés *Geospatial Interoperability Reference Architecture*) (Federal Geographic Data Committee, 2015) la cual expone un marco de supervisión que proporciona orientación en la arquitectura técnica para el diseño e implementación de una solución geoespacial interoperable.

En el presente documento la Infraestructura Colombiana de Datos Espaciales (ICDE) define el Marco de Interoperabilidad de Datos Geoespaciales como una herramienta estratégica que establece lineamientos normativos, conceptuales y técnicos para garantizar el intercambio seguro, eficiente y estandarizado de datos geoespaciales entre entidades públicas y privadas en Colombia. Este marco promueve la adopción de estándares internacionales y marcos regulatorios nacionales, asegurando la integración de los datos en los diferentes dominios de interoperabilidad definidos por MinTIC. Su propósito es fortalecer la capacidad de las entidades para compartir, acceder y reutilizar información geoespacial, optimizando procesos y fomentando la toma de decisiones basada en datos interoperables.

En este contexto, el presente marco de interoperabilidad de datos geoespaciales recopila los estándares internacionales establecidos por el OGC, ISO y GIRA proporcionando un marco de referencia integral para la implementación segura y eficiente de mecanismos de interoperabilidad de datos geoespaciales en Colombia entre entidades públicas y privadas mediante la adopción de soluciones y prácticas estándar. Además, se enmarca legalmente

en la Política de Gobierno Digital (Ministerio de Tecnologías de la Información y Comunicaciones de Colombia, 2022) (Actual Decreto 767 del 2022) y el Plan Estratégico de Información Geográfica Nacional – PEIGN 2024 – 2027 de la ICDE (Infraestructura Colombiana de Datos Espaciales, 2024) que contempla en una de sus líneas el fortalecimiento de la interoperabilidad de datos geospaciales.

Objetivos y alcance del marco

El presente marco tiene como objetivo establecer los lineamientos generales para la implementación segura y eficiente de mecanismos de interoperabilidad de datos geospaciales en Colombia promoviendo el intercambio de información entre entidades públicas y privadas.

A continuación, se listan los objetivos específicos de este:

- Proporcionar un glosario unificado de conceptos clave para la comprensión común de los términos utilizados en la implementación de mecanismos de interoperabilidad de datos geospaciales.
- Especificar los marcos de referencia normativos y técnicos, nacionales e internacionales, que guían la implementación de mecanismos de interoperabilidad para datos geospaciales.
- Definir los lineamientos técnicos basados en estándares internacionales para garantizar la interoperabilidad de datos geospaciales, en el marco de los dominios definidos por el MinTIC.

El alcance de este marco está planteado como una estructura guía y adaptable a los diferentes contextos institucionales y técnicos, donde su uso hace de esta, una herramienta clara y estructurada que abarca los conceptos, marco de referencia normativos y técnicos y los lineamientos, enfocados en la interoperabilidad de datos geospaciales. El contenido de este documento se fundamenta en los marcos de referencia normativos y técnicos internacionales específicos para la interoperabilidad de datos geospaciales alineados con los dominios definidos por el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones – MinTIC y aplica principalmente a entidades públicas, pero es extensible a actores privados y académicos que participen en el ecosistema de información geoespacial del país.

Beneficios de estandarizar la interoperabilidad de información geoespacial

La estandarización de la interoperabilidad de información geoespacial es un componente esencial para promover la colaboración y la eficiencia en el uso de datos geospaciales entre las entidades públicas y privadas en Colombia. En un contexto donde la información

geoespacial se utiliza para la toma de decisiones críticas en ámbitos como la gestión ambiental, el ordenamiento territorial, educación, salud, la infraestructura y la seguridad, garantizar la interoperabilidad es fundamental para aprovechar al máximo su potencial. A continuación, se listan los principales beneficios de estandarizar la interoperabilidad de datos geospaciales:

- ✓ **Lenguaje común y reducción de errores:** Estandarizar la interoperabilidad permite a las entidades producir, disponer, compartir y comprender datos geospaciales utilizando un lenguaje común, reduciendo errores y malentendidos en la interpretación y transformación de los datos e de la información.
- ✓ **Evita la fragmentación:** La alineación en el uso de estándares es crucial en un país donde la diversidad de actores y plataformas tecnológicas puede generar fragmentación en el manejo de datos y facilitando la integración entre sistemas heterogéneos, reduciendo los silos de información y mejorando la cohesión tecnológica entre plataformas institucionales.
- ✓ **Cumplimiento normativo:** El establecimiento de estándares asegura la conformidad con los marcos de referencia normativos y técnicos tanto nacionales como internacionales.
- ✓ **Reducción de costos:** La interoperabilidad estandarizada disminuye los costos asociados a la integración de sistemas dispares y la conversión de formatos de datos, optimizando el uso de recursos tecnológicos y humanos.
- ✓ **Sostenibilidad tecnológica:** Un uso eficiente de los recursos favorece la sostenibilidad, actualización, mantenimiento y evolución de los sistemas de información geoespacial a largo plazo.
- ✓ **Fomento de la innovación:** Estandarizar la interoperabilidad facilita el desarrollo de aplicaciones y soluciones basadas en datos geospaciales, automatizar flujos de trabajo, agilizar el acceso a información y mejorar la calidad de los servicios ofrecidos a la ciudadanía y otros actores, impulsando el avance tecnológico y digital en el país.
- ✓ **Colaboración y análisis avanzado:** Al establecer un entorno técnico confiable y predecible, las entidades públicas y privadas pueden colaborar más fácilmente en proyectos de investigación, análisis avanzado y tecnologías emergentes como la inteligencia artificial, big data geográfica y la computación en la nube.
- ✓ **Soporte a la toma de decisiones basadas en evidencia,** al facilitar la integración sistemática y coherente de múltiples fuentes de información geoespacial, mejorando la oportunidad, precisión y trazabilidad del análisis.

- ✓ **Fortalecimiento de la gobernanza de datos**, al promover una cultura institucional fundamentada en la apertura, la confianza, la corresponsabilidad y el uso estandarizado de la información, lo que contribuye a mejorar su calidad, coherencia y disponibilidad.

Actores y áreas de aplicación de la interoperabilidad de información geoespacial

En esta sección se presentan los actores clave y las áreas de aplicación de la interoperabilidad de la información geoespacial, en el marco de los lineamientos definidos en este documento. Estos lineamientos son de aplicación para las entidades que conforman los 25 sectores administrativos del Gobierno Nacional, incluidas las cabezas de sector, así como a los entes territoriales, junto con sus respectivas entidades adscritas y vinculadas.

De manera puntual, se presentan los actores clave que de acuerdo con su misión institucional mediante el uso e intercambio de datos geoespaciales fortalecen los componentes del Catastro Multipropósito en Colombia. También, se detallarán las áreas de aplicación de la interoperabilidad de la información geoespacial que estos actores implementan, conforme a los lineamientos establecidos en el CONPES 3958 de 2019 (Departamento Nacional de Planeación, 2019).

Como actores principales se identifican a las instituciones clave que participan en la implementación y operación del sistema catastral nacional, como el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), la Unidad Administrativa Especial de Catastro Distrital – Bogotá, del Valle, de Medellín, de Antioquía y de Barranquilla, la Agencia Nacional de Tierras (ANT), la Superintendencia de Notariado y Registro (SNR), entre otras entidades gubernamentales como las alcaldías y gobernaciones. Particularmente el IGAC se articula con los marcos de referencia internacionales que orientan las buenas prácticas en gestión de datos geoespaciales, principalmente con los estándares promovidos por el Consorcio Abierto Geoespacial (OGC) y el Comité de Expertos en Gestión Global de Información Geoespacial de las Naciones Unidas (UN-GGIM, 2020), los cuales sirven como base para los lineamientos establecidos en este documento. Esta articulación también se corresponde con lo definido en el componente de datos de la Infraestructura Colombiana de Datos Espaciales (ICDE), que establece la estrategia de mejora y optimización para la producción, mantenimiento y actualización de datos geoespaciales (ICDE, 2025).

Por su parte las Entidades adscritas al observatorio de la Tierra y el Territorio que de acuerdo con su misionalidad apoyan la toma de decisiones y la planeación estratégica en el marco de la Administración del Territorio, como lo son el Departamento Nacional de Planeación (DNP), el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), la Agencia de Desarrollo Rural (ADR), la Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA), la Agencia de Renovación del Territorio (ART), la Sociedad de Activos Especiales (SAE), entre otras.

De igual forma, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) junto a las Entidades adscritas y vinculadas como lo son el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), Parques Nacionales Naturales (PPN), el Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI, el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt, la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA) y las Corporaciones Autónomas Regionales (CAR).

Las áreas de aplicación de la interoperabilidad de la información geoespacial son amplias y diversas, y juegan un papel crucial en la gestión eficiente del territorio en Colombia. Su implementación permite el acceso, integración y uso eficiente de información espacial en múltiples sectores, mejorando la planificación, el análisis y la toma de decisiones. A continuación, se presentan algunas de las principales áreas donde la interoperabilidad juega un papel clave:

- **Catastro Multipropósito y Gestión Predial:** La interoperabilidad permite la integración y el intercambio de datos entre las entidades encargadas del Catastro Multipropósito, como el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), la Superintendencia de Notariado y Registro (SNR) y los gestores catastrales descentralizados. Esto facilita la actualización, precisión y acceso oportuno a la información catastral, optimizando la gestión predial y la titulación de tierras.
- **Planificación y Ordenamiento Territorial:** La interoperabilidad facilita la coordinación entre entidades como el Departamento Nacional de Planeación (DNP), el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio (MVCT) y las entidades territoriales para la formulación y seguimiento de Planes de Ordenamiento Territorial (POT). Permite la integración de información geoespacial clave en la toma de decisiones para el desarrollo urbano y rural.
- **Gestión de Recursos Naturales y Conservación Ambiental:** A través del acceso a información actualizada y estandarizada, entidades como el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), Parques Nacionales Naturales de Colombia y el Instituto Humboldt pueden coordinar esfuerzos en la protección de ecosistemas, monitoreo de biodiversidad y gestión sostenible de recursos naturales.
- **Gestión del Riesgo de Desastres y Adaptación Climática:** La interoperabilidad es clave para la integración de datos entre entidades como el IDEAM, la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD) y las administraciones locales, mejorando la capacidad de prevención, alerta temprana y respuesta ante eventos naturales como inundaciones, deslizamientos o incendios forestales.
- **Infraestructura de Transporte y Movilidad:** Permite la interoperabilidad entre el Instituto Nacional de Vías (INVIAS), la Agencia Nacional de Infraestructura (ANI) y las autoridades de transporte para la gestión eficiente de redes viales, sistemas de

transporte público y planeación de infraestructura, asegurando una movilidad sostenible.

- **Desarrollo Rural y Agricultura de Precisión:** La integración de datos geospaciales permite optimizar el uso del suelo, monitorear cultivos y mejorar la gestión de recursos hídricos en sectores agrícolas. Entidades como el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y la UPRA pueden utilizar esta información para apoyar la seguridad alimentaria y la productividad del campo.
- **Estrategias de Desarrollo Sostenible y Políticas Públicas:** La interoperabilidad facilita el acceso a datos confiables para la formulación de políticas públicas en temas de desarrollo territorial, crecimiento económico equitativo y reducción de brechas socioeconómicas. Permite la toma de decisiones basadas en evidencia por parte de entidades como el DNP, el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) y ministerios sectoriales.

Glosario de conceptos clave en interoperabilidad

A continuación, se presenta el glosario de términos clave relacionados con la interoperabilidad, esenciales para la comprensión adecuada del contenido de este marco.

- **API - Application Programming Interface:** Una API o interfaz de programación de aplicaciones, permite que diferentes programas y aplicaciones se comuniquen entre sí y compartan información de manera estandarizada.
- **Catalogue Service Web (CSW):** Estándar OGC que define un servicio para la búsqueda, consulta, y gestión de metadatos geospaciales. Permite la localización de recursos geospaciales a través de catálogos y facilita el acceso a información sobre datasets, servicios y otros recursos, utilizando un formato común para describir y compartir metadatos a nivel mundial.
- **Datos geospaciales:** Datos que describen la localización, forma y/o atributos de fenómenos geográficos, representados mediante coordenadas espaciales y referenciados a un sistema de referencia geográfico.
- **Datos raster:** Representación de datos espaciales en forma de una cuadrícula regular de celdas, donde cada celda almacena un valor que corresponde a una propiedad espacial continua.
- **Datos vectoriales:** Representación de entidades geográficas mediante geometrías discretas, como puntos, líneas y polígonos, que describen características con ubicación precisa y atributos asociados.

- **Estándar:** Documento establecido por consenso y aprobado por un organismo reconocido, que proporciona, para uso común y repetido, reglas, directrices o características para actividades o sus resultados, con el fin de lograr el orden óptimo en un contexto dado. Los estándares están basados en los resultados consolidados de la ciencia, la tecnología y la experiencia, y buscan promover la interoperabilidad, la seguridad y la calidad.
- **Geography Markup Language – GML:** El GML o Lenguaje de Marcado es un estándar internacional basado en XML que cuenta con una ontología, vocabulario controlado, marco de referencia y modelo semántico especializado para datos geoespaciales.
- **GeoJSON:** Formato de archivo basado en JSON (JavaScript Object Notation) utilizado para representar e intercambiar datos geoespaciales, como puntos, líneas, polígonos, y otras geometrías, así como atributos asociados a esos elementos.
- **GeoTIFF:** Formato de archivo de imágenes ráster que extiende el estándar TIFF (Tagged Image File Format) para incluir información geoespacial como coordenadas, proyecciones, sistemas de referencia geográfica y metadatos asociados.
- **Interoperabilidad:** Capacidad de las organizaciones para interactuar en pos de objetivos mutuamente beneficiosos, lo que implica el intercambio de información y conocimientos entre estas organizaciones, a través de los procesos empresariales a los que dan soporte, mediante el intercambio de datos entre sus sistemas de TIC.
- **Keyhole Markup Language – KML:** Formato basado en XML diseñado para representar datos geoespaciales en aplicaciones de visualización, especialmente en Google Earth y Google Maps. Permite representar puntos, líneas, polígonos, imágenes, y modelos 3D.
- **Marco de interoperabilidad:** Es la estructura de trabajo común donde se alinean los conceptos y criterios que guían el intercambio de información. Define el conjunto de principios, recomendaciones y directrices que orientan los esfuerzos políticos, legales, organizacionales, semánticos y técnicos de las entidades, con el fin de facilitar el intercambio seguro y eficiente de información.
- **Metadato:** Información que describe las características de un recurso de datos (fuente, escala, calidad, fecha de actualización, etc.).
- **OGC API:** Familia de estándares para Interfaces de Programación de Aplicaciones (API) Geoespaciales que permiten que diferentes programas y aplicaciones se comuniquen entre sí y compartan datos de manera estandarizada a través de la Web.
- **Protocolo seguro de transferencia de archivos - SFTP:** Es un protocolo para la transferencia de archivos grandes de forma segura, donde los datos son ocultados mediante criptografía. SFTP garantiza que tanto el host como el cliente están validados

y autenticados, al tiempo que mantiene la información confidencial, como el contenido de los archivos, la identidad y las contraseñas a salvo.

- **Red Privada Virtual - VPN:** Es una tecnología que permite establecer una conexión segura y cifrada entre un dispositivo y una red, a través de Internet. El principal propósito de una VPN es proteger la privacidad y seguridad de los usuarios, permitiendo el acceso a redes privadas de manera segura.
- **Tiles:** Las Tiles o teselas son fragmentos o divisiones de un mapa o imagen rasterizada, cada uno representando una sección específica del área total de interés.
- **Servicio de intercambio de información:** Recurso tecnológico que mediante el uso de un conjunto de protocolos y estándares permite el intercambio de información.
- **Servicio web OGC:** Interfaz estandarizada definida por el OGC que permite el acceso, intercambio y procesamiento de información geoespacial en entornos distribuidos. Estos servicios se implementan conforme a especificaciones abiertas (p. ej. WMS, WFS, WCS, WMTS, CSW, WPS) y están diseñados para garantizar la interoperabilidad entre diferentes sistemas, aplicaciones y organizaciones.
- **Servicio web Representational State Transfer – REST:** Estilo arquitectónico para el diseño de servicios web basado en el uso de HTTP y principios como la comunicación sin estado, la cacheabilidad, y la representación de recursos a través de URLs. RESTful APIs utilizan estos principios para intercambiar datos de manera eficiente y escalable.
- **Web Coverage Service – WCS:** Estándar OGC utilizado para compartir datos ráster, como imágenes satelitales y modelos de elevación digital (DEM). A diferencia del WMS, que entrega imágenes preprocesadas, el WCS permite acceder a los datos ráster en su forma bruta, lo que permite realizar operaciones de análisis y manipulación sobre ellos.
- **Web Feature Service – WFS:** Estándar OGC que proporciona acceso a datos vectoriales geoespaciales a través de la web. Permite consultar, recuperar y modificar características geoespaciales en un formato estándar, como GML (Geography Markup Language), facilitando la interoperabilidad de datos geoespaciales entre diferentes sistemas.
- **Wep Map Services – WMS:** Estándar OGC que permite la distribución de mapas geoespaciales en la web. Proporciona acceso a imágenes de mapas generadas en el servidor en función de parámetros definidos por el usuario, como la extensión geográfica y el nivel de detalle.
- **Web Map Tile Service – WMTS:** Estándar OGC que permite la entrega de mapas en forma de "tiles" (teselas) pre-renderizadas, lo que facilita la carga rápida y eficiente de mapas en aplicaciones web. A diferencia del WMS, WMTS distribuye mapas en múltiples niveles de zoom, permitiendo un acceso más eficiente a grandes volúmenes de datos.

Web Processing Service – WPS: Estándar OGC que permite ejecutar y gestionar procesos geospaciales a través de la web. Facilita la ejecución de análisis, transformaciones y cálculos de datos geospaciales mediante solicitudes a un servidor, lo que permite la automatización de flujos de trabajo y la reutilización de procesos geospaciales.

2. Modelo conceptual

El presente marco de interoperabilidad toma como referencia el modelo conceptual establecido por el Ministerio de Tecnologías de la Información y Comunicaciones de Colombia (MinTIC). Además, tiene en cuenta el modelo establecido en la Arquitectura de Referencia de Interoperabilidad Geoespacial (GIRA) del Comité Federal de Datos Geográficos. El modelo conceptual (**Figura 1**) establece las bases del marco de interoperabilidad de datos geospaciales y se estructura a partir de tres capas transversales que permean los dominios: el gobierno, los principios rectores y los lineamientos técnicos y organizacionales. Estas capas actúan como ejes articuladores que garantizan la coherencia, consistencia y sostenibilidad del proceso de interoperabilidad.

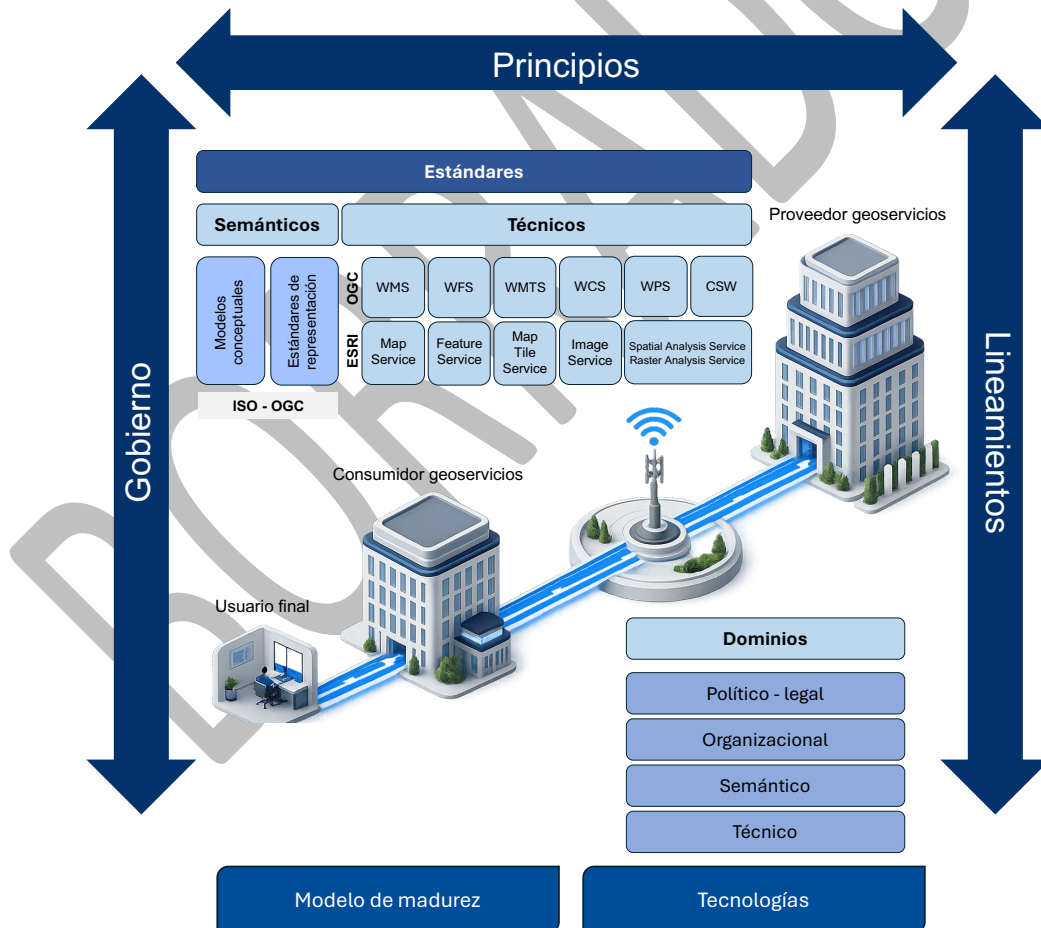


Figura 1. Modelo conceptual del Marco de Interoperabilidad de datos geospaciales, Elaboración propia ICDE.

Este modelo busca incentivar el desarrollo de soluciones interoperables mediante la adopción de estándares abiertos y ampliamente reconocidos. Se alienta a las entidades a implementar las recomendaciones técnicas del Open Geospatial Consortium (OGC) y de la Organización Internacional de Normalización (ISO), como base para garantizar la interoperabilidad técnica, semántica y organizacional. Con el fin de promover un ecosistema de datos geoespaciales confiable, sostenible y alineado con los principios FAIR (localizables, accesibles, interoperables y reutilizables).

2.1. Gobierno

El gobierno constituye el componente estratégico del ecosistema de datos geoespaciales, el cual es el que establece las directrices, roles y mecanismos necesarios para asegurar una coordinación efectiva entre las entidades participantes en el ecosistema de datos geoespaciales. Este componente busca garantizar que el intercambio de información se realice de manera coherente, segura y alineada con los objetivos institucionales, promoviendo así una gestión eficiente y transparente de los datos geoespaciales.

Inspirado en las buenas prácticas promovidas por el MinTIC y la Arquitectura GIRA, el gobierno de la interoperabilidad se fundamenta en principios de colaboración, estandarización y responsabilidad compartida. Este enfoque permite a las entidades públicas y privadas trabajar de manera conjunta, facilitando la toma de decisiones informadas y la prestación de servicios de calidad a los ciudadanos. A continuación, se describen los aspectos clave que el gobierno de la interoperabilidad debe contemplar:

1. Estructura organizacional y roles claros

Establecer una estructura organizacional definida que incluya la designación de responsables de interoperabilidad en cada entidad, formalizando a través del acto administrativo correspondiente. Estos responsables deben contar con la autoridad y los recursos necesarios para liderar las iniciativas de interoperabilidad y asegurar el cumplimiento de los lineamientos establecidos.

2. Políticas y normativas comunes

Desarrollar y adoptar políticas, normas y estándares que regulen el intercambio de información geoespacial. Estas políticas deben ser coherentes con los lineamientos nacionales e internacionales establecidos en este marco, promoviendo la estandarización y facilitando la interoperabilidad entre sistemas.

3. Mecanismos de coordinación interinstitucional

Para fortalecer la gestión de los datos geoespaciales en el país, es fundamental establecer mecanismos que impulsen la coordinación y colaboración entre los diferentes actores que conforman la ICDE. En cumplimiento de lo dispuesto en la Resolución 899 de 2023 de la ICDE, particularmente en su artículo 10, contempla la conformación de mesas técnicas sectoriales, institucionales e interinstitucionales. Estos espacios tienen como propósito

articular y alinear esfuerzos orientados a la gestión integral de la información geoespacial, facilitar el intercambio de experiencias y promover la formulación y adopción coordinada de políticas, normas y estándares comunes que fortalezcan la interoperabilidad y el uso de los datos.

De igual manera, el artículo 9 de la misma resolución establece el Plan Estratégico de Información Geográfica Nacional (PEIGN), como el principal instrumento de planeación para la producción, gestión y uso eficiente de la información geoespacial en el país. Este plan formulado bajo un enfoque participativo y colaborativo con los actores que integran la ICDE, se encuentra alineado con las nueve vías estratégicas del Marco de Referencia Geoespacial Global y con el Plan Estadístico Nacional – PEN, asegurando coherencia con las políticas globales y nacionales de gestión de la información.

En este marco, la conformación de las Mesas técnicas y la formulación de planes de acción, cooperativos operativos constituyen el instrumento de gestión para la implementación de los proyectos definidos en el PEIGN. A través de estos planes operativos se precisan las acciones, productos, responsables, cronogramas y recursos necesarios para la ejecución de las iniciativas asociadas a cada una de las nueve vías estratégicas. Su objetivo es garantizar la articulación entre las entidades participantes, el seguimiento a los avances y el cumplimiento de los objetivos establecidos, contribuyendo así al fortalecimiento del Ecosistema Digital Geoespacial Nacional.

4. Gestión del ciclo de vida de los servicios

Definir lineamientos y responsabilidades claras para la gestión del ciclo de vida de los servicios que permiten la interoperabilidad geoespacial. Esto implica planear, diseñar, desarrollar, implementar, operar y mejorar continuamente los servicios de intercambio de datos, asegurando su alineación con las necesidades institucionales, su sostenibilidad en el tiempo y su capacidad para adaptarse a nuevos requerimientos siguiendo los principios que se estipulan en este marco. Esta gestión debe incluir la actualización de interfaces, el monitoreo del consumo, la documentación técnica y la disponibilidad de los servicios a través de catálogos o registros públicos.

5. Monitoreo y evaluación continua

Establecer indicadores y mecanismos específicos de seguimiento que permitan evaluar tanto el desempeño de los procesos de interoperabilidad como el uso efectivo de los servicios. Esto incluye la implementación de reportes periódicos sobre el consumo de servicios interoperables en cumplimiento del Acuerdo de Nivel de Servicio SLA¹ (por ejemplo, número de peticiones, tiempo de respuesta, disponibilidad y volumen de datos

¹ Los Acuerdos de Nivel de Servicio (SLA) son un compromiso formal entre el proveedor de un servicio y el consumidor, donde se definen los niveles mínimos de calidad y disponibilidad que debe cumplir el servicio. Estos pueden incluir aspectos como: Disponibilidad, tiempo de respuesta y tasa de errores.

intercambiados). Adicionalmente, se sugiere la aplicación de encuestas o instrumentos de medición de satisfacción a los usuarios internos y externos, con el fin de identificar oportunidades de mejora y orientar la toma de decisiones basada en evidencia para fortalecer el ecosistema de datos geoespaciales.

2.2. Principios

Los principios del Marco de Interoperabilidad de Datos Geoespaciales son elementos orientadores esenciales que impulsan el desarrollo de capacidades institucionales para el intercambio eficiente, seguro y sostenible de información geoespacial. Estos principios buscan fortalecer la colaboración entre entidades públicas, organizaciones privadas y la sociedad civil, promoviendo la articulación de servicios geoespaciales que apoyen la toma de decisiones, mejoren la gestión pública y faciliten el acceso a datos de calidad por parte de los ciudadanos, empresas y otras entidades. El marco adopta y adapta los principios fundamentales establecidos en la Arquitectura de Referencia de Interoperabilidad Geoespacial (GIRA) del Comité Federal de Datos Geográficos (FGDC), los cuales permiten asegurar la alineación técnica, semántica y organizacional de los flujos de información geográfica. A continuación, se presentan los principios que rigen de manera transversal este marco, y que orientan la construcción de un ecosistema interoperable, abierto y centrado en el valor público de la información geoespacial.

- ✓ **Orientación al valor público:** La interoperabilidad de datos geoespaciales debe generar beneficios tangibles para la ciudadanía, priorizando el acceso a servicios digitales ágiles, eficaces y centrados en las necesidades del usuario final.
- ✓ **Escalabilidad e implementación proporcional:** Las soluciones deben responder a las capacidades y contextos de cada entidad, sin sobrecargar estructuras operativas ni tecnológicas, promoviendo una adopción progresiva y balanceada.
- ✓ **Protección de la información y gestión del riesgo:** La interoperabilidad debe ser implementada con garantías de seguridad, privacidad, calidad y preservación de los datos geoespaciales, mitigando riesgos y asegurando continuidad operativa.
- ✓ **Colaboración interinstitucional:** Fomentar una cultura de trabajo conjunto entre entidades públicas, privadas y la ciudadanía, bajo un esquema multinivel que permita la articulación de esfuerzos, el intercambio de datos y la generación conjunta de conocimiento.
- ✓ **Adopción de estándares abiertos:** Se promueve la implementación de estándares internacionales de interoperabilidad geoespacial —como los definidos por el OGC y la ISO— que faciliten la integración entre sistemas, plataformas y organizaciones.
- ✓ **Gobernanza interoperable:** Toda solución debe contar con una gobernanza clara, que asegure la alineación institucional, la toma de decisiones coordinada y la sostenibilidad del intercambio de datos y el flujo de información en el tiempo.

- ✓ **Reutilización inteligente:** La reutilización de datos, servicios, componentes y soluciones debe ser un principio estructurante, evitando duplicidades y promoviendo la eficiencia y el aprovechamiento de recursos existentes.
- ✓ **Transparencia técnica y documentación:** Se debe documentar las arquitecturas, flujos, herramientas y lineamientos técnicos haciendo uso de repositorios abiertos y/o catálogos de APIS, para garantizar la trazabilidad, interoperabilidad y replicabilidad de los desarrollos.
- ✓ **Optimización de recursos:** La interoperabilidad debe planearse desde una perspectiva de eficiencia técnica y económica, enfocada en generar impactos sostenibles con el uso racional de los recursos disponibles.
- ✓ **Adopción de buenas prácticas:** Se incentiva el uso de lineamientos, guías, metodologías y experiencias probadas que permitan orientar correctamente los procesos técnicos y organizativos para la integración de datos geoespaciales.
- ✓ **Datos abiertos por defecto:** Los datos geoespaciales gestionados desde por las entidades públicas deben publicarse de forma abierta por defecto, salvo cuando existan restricciones legales justificadas. Esto implica que los datos estén disponibles en formatos abiertos, con licencias que permitan su uso libre, reutilización y distribución; de esta forma se promueve la transparencia, la innovación y el acceso equitativo a la información, alineándose con los estándares de datos abiertos, la normativa nacional y las buenas prácticas internacionales.

2.3. Lineamientos

Los lineamientos establecidos en el presente marco se alinean con los cuatro dominios de interoperabilidad definidos por el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (MinTIC), asegurando una implementación coherente y transversal en las entidades públicas. En el **dominio político-legal**, se promueve la revisión y armonización normativa para garantizar que los mecanismos de interoperabilidad operen efectivamente a través de canales digitales. Este proceso prioriza la aplicación normativo y legal, orientada a facilitar la integración, el acceso y el uso eficiente de los datos geoespaciales en el marco institucional y jurídico vigente.

En cuanto al **dominio organizacional**, los lineamientos precisan las relaciones funcionales entre las entidades proveedoras y consumidoras de datos geoespaciales, estableciendo acuerdos claros sobre roles, responsabilidades y mecanismos de colaboración a modo de instancias. El **dominio semántico** asegura una comprensión compartida de los datos mediante modelos conceptuales formalizados y lenguajes de intercambio comunes y estandarizados, necesarios para garantizar la interoperabilidad entre distintos sistemas y

sectores. Finalmente, el **dominio técnico** aborda la infraestructura y los componentes tecnológicos necesarios para la integración, incluyendo consideraciones sobre la confidencialidad, el grado de madurez técnica y la capacidad de los sistemas para gestionar el intercambio efectivo de datos geospaciales. En el siguiente capítulo se profundizará en los lineamientos de cada uno de estos dominios.

2.4. Modelos de madurez

El modelo de madurez en interoperabilidad de datos geospaciales permite evaluar el nivel de avance de una entidad en la adopción e implementación de los lineamientos definidos en el presente marco. Este modelo facilita la identificación de brechas, la definición de estrategias de fortalecimiento institucional y el monitoreo del progreso hacia una interoperabilidad geoespacial efectiva. A continuación, se describen los cinco niveles de madurez:

- ✓ **Ausente:** La entidad no ha iniciado acciones dirigidas a implementar los lineamientos del marco de interoperabilidad de datos geospaciales. No existen capacidades organizacionales, normativas, tecnológicas ni semánticas orientadas a facilitar el intercambio de datos geospaciales con otras entidades.
- ✓ **Inicial:** La entidad ha comenzado a incorporar elementos del marco, realizando acciones puntuales como el diagnóstico de capacidades o la identificación de fuentes de datos geospaciales que podrían interoperarse. Sin embargo, estos esfuerzos aún son aislados y no se articulan en un enfoque institucional.
- ✓ **Intermedio:** La entidad ha implementado los lineamientos del marco en algunos de sus servicios de intercambio de datos geospaciales, utilizando estándares y mecanismos establecidos. Estos esfuerzos han permitido evidenciar resultados en interoperabilidad, aunque no están aún sistematizados ni extendidos a toda la organización.
- ✓ **Consolidado:** La implementación de los lineamientos se reconoce a nivel institucional, y existe una visión compartida sobre su importancia en el marco de la gestión de datos geospaciales. Sin embargo, persisten limitaciones para involucrar de manera efectiva a todas las áreas y actores clave en los procesos de interoperabilidad.
- ✓ **Institucionalizado:** La entidad ha logrado integrar plenamente los lineamientos del marco en todos sus procesos y servicios de intercambio de datos geospaciales. La interoperabilidad es un componente transversal de su arquitectura organizacional, respaldada por capacidades técnicas, normativas y de gobernanza sostenibles.

2.5. Tecnologías

El marco de interoperabilidad de datos geospaciales se concibe como tecnológicamente neutral, permitiendo que las entidades públicas y organizaciones vinculadas adopten las soluciones que mejor se ajusten a sus contextos, capacidades y requerimientos específicos.

No obstante, se promueve la alineación con estándares abiertos y ampliamente reconocidos, como los desarrollados por el Open Geospatial Consortium (OGC), cuya adopción favorece la interoperabilidad efectiva entre sistemas heterogéneos, facilita la integración de fuentes diversas de información geoespacial, y contribuye a la sostenibilidad y escalabilidad de las soluciones implementadas.

La aplicación de estos estándares permite que los servicios geoespaciales —tales como visualización, descarga, consulta o análisis— puedan ser consumidos y reutilizados por diferentes plataformas, infraestructuras y dominios institucionales, garantizando consistencia técnica, independencia de proveedor y mayor interoperabilidad semántica y sintáctica. Este marco reconoce dos grandes grupos de tecnologías y arquitecturas que habilitan este tipo de servicios:

Servicios web OGC clásicos: Estándares que definen las especificaciones técnicas de servicios web para:

- **WMS:** Visualización de mapas georreferenciados en formato imagen.
- **WMTS:** Exposición de mapas en teselas pre-renderizadas.
- **WFS:** Consulta y edición de entidades vectoriales geoespaciales.
- **WCS:** Acceso y descarga de datos ráster o modelos continuos.
- **CSW:** Publicación, búsqueda y acceso a catálogos de metadatos geoespaciales.
- **WPS:** Ejecución de geo procesamientos de forma remota.

OGC API: Estándares que definen las especificaciones técnicas de interfaces de programación (API) basadas en arquitecturas RESTful y formatos ligeros como GeoJSON, diseñados para mejorar la interoperabilidad web nativa, facilitando el desarrollo de APIs públicas y soportando mejor el acceso desde dispositivos móviles y servicios distribuidos.

Además, el marco reconoce la importancia de tecnologías complementarias que potencian la interoperabilidad, como:

- **APIs RESTful y OpenAPI:** Proporcionan una interfaz estandarizada para la comunicación entre sistemas a través de protocolos HTTP, facilitando el acceso y consumo de servicios geoespaciales mediante operaciones simples, predecibles y orientadas a recursos.
- **Contenedores (Docker) y orquestadores (Kubernetes):** Permiten el empaquetamiento, despliegue y gestión eficiente de servicios geoespaciales en entornos distribuidos, asegurando portabilidad, escalabilidad y consistencia operativa.
- **Entornos cloud o híbridos:** Habilitan infraestructuras flexibles y escalables para la publicación, integración y consumo de servicios geoespaciales, optimizando el rendimiento y la disponibilidad.

Estas tecnologías, implementadas bajo un enfoque modular, documentado y estandarizado, constituyen la base técnica de un ecosistema geoespacial interoperable y orientado al valor público.

3. Lineamientos de los dominios del marco de interoperabilidad de datos geoespaciales

La ICDE en cumplimiento con el compromiso de promover un entorno de datos espaciales abiertos, accesibles y colaborativos y entendiendo la importancia de la interoperabilidad como el pilar fundamental para el desarrollo de aplicaciones y soluciones digitales, presenta a continuación los lineamientos alineados a los dominios propuestos por MINTIC para la implementación de casos de interoperabilidad de datos geoespaciales. Estos lineamientos abordan los desafíos inherentes a este tipo de datos, tales como la heterogeneidad de formatos, las discrepancias en la semántica de los datos y la integración de datos en línea, con el fin de garantizar su interoperabilidad. Los lineamientos se encuentran codificados mediante una estructura alfanumérica siguiendo la siguiente nomenclatura: LI: Lineamiento; IDG: Interoperabilidad de datos geoespaciales; DPL: Dominio político legal; DO: Dominio organizacional; DS: Dominio semántico; DT: Dominio técnico; Número consecutivo del lineamiento.

3.1. Dominio político legal

En el marco de la ICDE, con este dominio se busca que las entidades evalúen la coherencia normativa interna con el fin de habilitar jurídicamente los mecanismos de interoperabilidad sean funcionales a través de canales digitales, priorizando la formalización de acuerdos, el reconocimiento de actores clave y la disposición de los datos conforme a la misionalidad institucional, asegurando coherencia con las políticas de transparencia, datos abiertos y protección de la información que en este marco, facilitan la integración, el acceso y el uso eficiente de los datos geoespaciales. A continuación, se definen los lineamientos correspondientes a este dominio:

- **LI.IDG.DPL.01 Reconocimiento de actores clave:** Identificar las organizaciones y actores clave involucrados en el proceso de intercambio de información geoespacial para garantizar que estos permitan cubrir la necesidad de origen de interoperabilidad.
- **LI.IDG.DPL.02 Formalización de acuerdos legales:** Establecer instrumentos legales que permitan el uso o prestación de los servicios de interoperabilidad de datos geoespaciales; estos pueden ser: convenios, acuerdos de cooperación, contratos de interoperabilidad, protocolos de interoperabilidad, diseños técnicos, cartas de intención, entre otros, que estipulen de forma clara la responsabilidad legal de las Entidades, así como la necesidad, el alcance, las condiciones y los datos a intercambiar. La selección del instrumento adecuado dependerá de las políticas, procedimientos y niveles de formalización propios de cada entidad.

- **LI.IDG.DPL.03 Disposición de datos en función de la misionalidad:** Las entidades deben garantizar la disponibilidad de los datos geográficos alineados con su misionalidad, priorizando la publicación de servicios de interoperabilidad para datos maestros, de referencia y abiertos, conforme a los principios de transparencia, datos abiertos por defecto, acceso a la información y las normativas vigentes.

3.2. Dominio organizacional

En el marco de la ICDE, este dominio establece de manera precisa las relaciones funcionales entre las entidades que actúan como proveedoras o consumidoras de datos geoespaciales, formalizando los acuerdos de interoperabilidad, incluyendo sus alcances, responsabilidades y obligaciones respectivas, considerando además la generación de competencias necesarias y la habilitación de medios para facilitar la colaboración entre entidades. A continuación, se listan los lineamientos correspondientes a este dominio:

- **LI.IDG.DO.01 Alineación de procesos organizacionales con estándares geográficos:** Documentar, adaptar y optimizar los procesos, trámites, servicios y procedimientos administrativos internos organizacionales para que estos se alineen con los estándares geográficos técnicos y semánticos que en este marco se presentan.
- **LI.IDG.DO.02 Definición de roles y responsabilidades en la interoperabilidad:** Definir la relación entre las entidades estableciendo un marco claro que defina los alcances, roles y responsabilidades para cada parte dentro del proceso de intercambio de información geográfica mediante una matriz que las describa.
- **LI.IDG.DO.03 Fortalecimiento de competencias en interoperabilidad geoespacial:** Apoyar en el desarrollo de las competencias y habilidades necesarias para el consumo, implementación y prestación de servicios de intercambio de información geoespacial.
- **LI.IDG.DO.04 Formalización de acuerdos:** Establecer acuerdos formales, como memorandos de entendimiento, acuerdos de nivel de servicio, entre otros, que garanticen la colaboración interinstitucional y regular el intercambio eficiente y seguro de datos geoespaciales.
- **LI.IDG.DO.05 Análisis de impacto y mejora continua:** Evaluar los beneficios obtenidos y oportunidades de mejora derivadas de la implementación de la interoperabilidad de datos geoespaciales con el fin de fortalecer su funcionalidad en futuros intercambios.

3.3. Dominio semántico

En el contexto de la ICDE, este dominio tiene como objetivo asegurar la interpretación precisa y el significado consistente de los datos geoespaciales, mediante la adopción e implementación de un lenguaje común de intercambio adecuado para su interoperabilidad y uso en diversos entornos. En este marco, la representación de los datos geoespaciales,

dependiendo de su tipología, debe sustentarse en modelos conceptuales formalizados y en estándares de representación reconocidos. En la **Tabla 1** se relacionan los principales tipos de datos con los estándares semánticos a través de modelos conceptuales² y de representación³.

Tabla 1. Estándares semánticos por tipo de dato geoespacial

Tipo de Dato	Formato	Modelo Conceptual	Estándar de Representación
Vectorial	Shapefile, GeoJSON, GML, KML, WKB, WKT, GPKG, GDB, GeoParquet	ISO 19110:2016 (para catalogación y modelos de atributos), LADM (ISO 19152:2012, específico para catastro y administración de tierras), Modelo de Información de Agricultura (AIM) del OGC, PipelineML del OGC (específico para sistemas de oleoductos y gasoductos), Modelo conceptual de Puntos de Interés (POI) del OGC.	ISO 19107:2019 (Representación vectorial)
Ráster	GeoTIFF, IMG, NetCDF, HDF, Cloud Optimized GeoTIFF (COG)	ISO 19144-2:2023 (Cobertura de suelo - Land Cover Meta Language), ISO 19130:2018 (Sensores Remotos), ISO 19107:2019 (Geometrías del modelo de elevación)	ISO 19129:2009 (Especificación de coberturas), ISO 19123:2023 (Representación de datos de relieve)
Modelado urbano	CityGML	CityGML	OGC CityGML 3.0
LIDAR	LAS, LAZ, E57	ISO 19130:2018 (Sensores de Observación Remota), ISO 19141:2008 (Trayectorias Espaciales), Esquema ASPRS LAS	ISO 19107:2019 (Geometría Espacial), OGC LAS 1.4, OGC Point Cloud Encoding (OGC 22-011)
Redes de Transporte	GDF, GTFS, Network GML	ISO 19133:2005 (Seguimiento de Movimientos), ISO 19148:2021 (Redes de Transporte), OGC Network Model (OGC 19-027)	ISO 19107:2019 (Geometría Espacial), OGC CityGML Transportation Module
Metadatos Geospaciales	XML, RDF	ISO 19115:2014 (Metadatos geospaciales), ISO 19111:2019 (Sistemas de referencia espaciales por coordenadas)	ISO 19139:2019 (Codificación XML de Metadatos), OGC CSW (Catalog Service for the Web)

² Los modelos conceptuales son una representación abstracta que define el significado y las relaciones de los atributos de los datos geospaciales. Permite una interpretación coherente en distintos contextos mediante la unificación de términos y descripciones. Su propósito es hacer que los datos sean comprensibles y utilizables de manera uniforme en diversos entornos.

³ Los estándares de representación son normas establecidas que definen cómo se representan los datos geospaciales, independientemente de su tipología. Su objetivo es garantizar un conocimiento unificado sobre la estructura, codificación y semántica de los datos para su interpretación y uso consistente.

A continuación, se listan los lineamientos correspondientes a este dominio:

- **LI.IDG.DS.01 Modelo conceptual y representación estandarizada de datos geospaciales:** Los datos geospaciales a interoperar deben estar respaldados por un modelo conceptual estructurado y una representación estandarizada que permitan una interpretación precisa y una coherencia semántica de estos. El modelo conceptual establecido debe estar alineado con la arquitectura de información definida por la entidad expositora.
- **LI.IDG.DS.02 Certificación del lenguaje común de intercambio de datos:** El lenguaje común de intercambio de los datos geospaciales compuesto por el modelo conceptual estructurado y la representación estandarizada debe estar debidamente certificado por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi – IGAC.
- **LI.IDG.DS.03 Criterios para la elección de formatos de datos:** La selección de formatos de datos para el proceso de interoperabilidad debe garantizar el cumplimiento de los estándares internacionales citados en este marco, priorizando aspectos como la compatibilidad, la eficiencia en el intercambio de información y la preservación de la integridad semántica de los datos.
- **LI.IDG.DS.04 Monitoreo de adopción de estándares:** Se deben adoptar procesos de verificación y auditoría para garantizar la correcta aplicación de los modelos conceptuales y estándares de representación en los datos geospaciales a interoperar.
- **LI.IDG.DS.05 Evaluación continua de actualización de formatos de datos:** Es recomendable implementar revisiones periódicas para evaluar la viabilidad de utilizar formatos de datos geospaciales que optimicen los procesos de interoperabilidad.

3.4. Dominio técnico

En el contexto de la ICDE, este dominio comprende las aplicaciones e infraestructuras tecnológicas necesarias para la integración y la interoperabilidad de sistemas de información, mediante recursos especializados en el intercambio de datos geospaciales. En este dominio se consideran tres aspectos fundamentales: el nivel de confidencialidad de los datos, el grado de madurez técnico y las capacidades de la infraestructura tecnológica disponible.

En el primer aspecto, evalúa si los datos geospaciales contienen información alfanumérica que pueda permitir la identificación directa o indirecta de sujetos. En caso afirmativo, se consideran dos enfoques: (i) implementar mecanismos de transmisión segura, que garanticen la privacidad y confidencialidad de la información, o (ii) aplicar técnicas de anonimización que eliminen cualquier riesgo de identificación, permitiendo así su

exposición sin restricciones a través de servicios web. En caso de que los datos no presenten riesgos de identificación, podrán ser publicados libremente mediante servicios en la web sin restricciones adicionales.

Una vez evaluado el primer aspecto, se deben considerar las tecnologías y estándares disponibles para la interoperabilidad de datos geoespaciales. En este sentido, los mecanismos como VPN site to site, FTP y XROAD⁴, constituyen soluciones que aseguran el cumplimiento de los lineamientos nacionales en materia de intercambio seguro de información. Por otra parte, existen los estándares definidos por el OGC, los cuales, según el nivel de complejidad de la interoperabilidad y la madurez técnica de las entidades, pueden implementarse a través de servicios web especializados como WMS, WMTS, WFS, WCS, CSW o WPS o tecnologías a la vanguardia como las OGC API.

En cuanto a los servicios definidos por el OGC (**Figura 2**), se han desarrollado estándares específicos para la implementación de servicios orientados a la visualización de datos geoespaciales, como el Servicio de Mapas Web – WMS (OGC, 2006) y el Servicio de Mosaicos de Mapas Web – WMTS (OGC, 2010). Por su parte, para la descarga de datos geoespaciales, cuenta con estándares para el desarrollo de Servicios de Características Web – WFS para datos vectoriales (OGC, 2005) y Servicios de Coberturas Web – WCS diseñado para datos ráster (OGC, 2018). En el ámbito de la búsqueda, el OGC definió estándares para la implementación de Servicios de Catalogo Web – CSW para facilitar la localización y consulta de catálogos de metadatos geoespaciales (OGC, 2016). Mientras que para el procesamiento tiene estándares para el desarrollo de Servicios de Procesamiento Web – WPS, que proporcionan una interfaz estándar para acceder a procesos y algoritmos geoespaciales en entornos distribuidos (OGC, 2007).

⁴ La Agencia Nacional Digital cuenta con una guía de instalación de un geoadaptador que permite el consumo de geoservicios a través del ecosistema de XROAD (Agencia Nacional Digital, 2023).

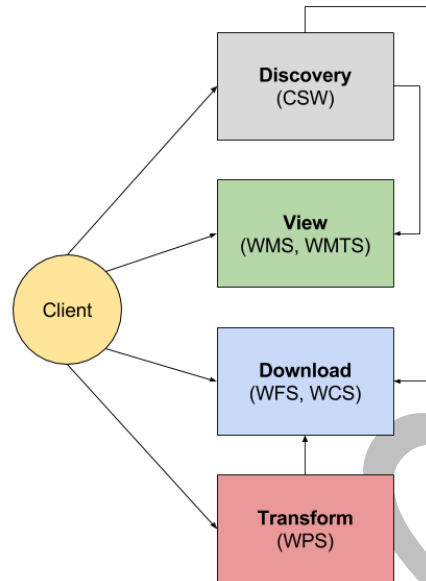


Figura 2. Servicios Web estandarizados por el OGC

Por su parte, las OGC API estandarizadas en la (ISO, 2020b), son una familia de estándares para Interfaces de Programación de Aplicaciones (API) Geoespaciales que permiten que diferentes programas y aplicaciones se comuniquen entre sí y compartan datos de manera estandarizada a través de la Web. El estándar base que contiene los diferentes componentes que definen el conjunto de prácticas comunes y requisitos compartidos que han surgido del desarrollo de arquitecturas orientadas a recursos y API Web de OGC se denomina API Común (en inglés API Common⁵).

Su estructura se basa en una arquitectura modular conocida como “Bloques de Construcción” (en inglés *building blocks*), diseñada para segmentar y organizar los estándares de la API, lo que permite la reutilización eficiente de componentes. Además, utiliza OpenAPI para definir los bloques de construcción de API reutilizables con respuestas en JSON y HTML. La **Figura 3** ilustra la estructura de los componentes de la API Common, destacando las relaciones de dependencia y derivaciones utilizadas por las demás especificaciones de las OGC API.

⁵ El OGC gestiona un repositorio oficial para las especificaciones de las OGC API - Common, el cual está disponible en el siguiente enlace: <https://github.com/opengeospatial/ogcapi-common>.

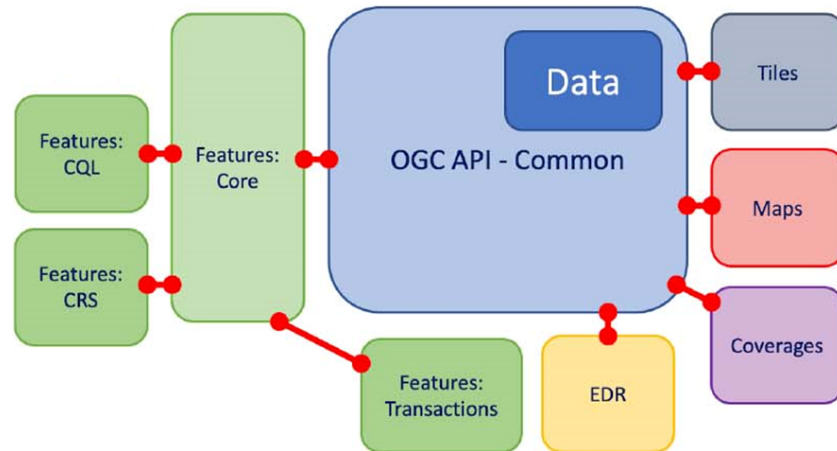


Figura 3. Arquitectura de la OGC API Common y OGC API derivadas.

Los módulos principales de esta arquitectura se describen a continuación:

- ✓ El módulo **data** define la estructura base para exponer recursos de datos en la API, establece cómo se accede a los datos y cómo se describen.
- ✓ El módulo **features core** proporciona métodos para acceder y consultar datos geospaciales representados como entidades.
- ✓ El módulo **features transactions** extiende las capacidades de las features core al permitir realizar operaciones transaccionales en las entidades geospaciales y es clave para aplicaciones de edición colaborativa y mantenimiento de bases de datos geospaciales.
- ✓ El módulo **features CQL** (*Common Query Language*) introduce un lenguaje de consulta común para realizar búsquedas avanzadas en entidades geospaciales.
- ✓ El módulo **features CRS** (Coordinate Reference Systems) permite especificar y trabajar con diferentes sistemas de referencia de coordenadas.

A partir de esta arquitectura modular se derivan diversas OGC API, las cuales se detallan en la **Tabla 2**.

Tabla 2. Aspectos clave de las OGC API derivadas de la OGC API Common

OGC API / Repositorio	Propósito	Aspectos clave	Homólogo a
OGC API Features / https://github.com/opengeospatial/ogc-api-features	Proporcionar acceso a datos geospaciales vectoriales (<i>features</i>), permitiendo su consulta, recuperación y manipulación.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Utiliza REST y JSON para integración en aplicaciones web. ✓ Permite realizar consultas sobre características geográficas específicas. ✓ Facilita acceso a datos geospaciales vectoriales de manera rápida y eficiente. 	Web Feature Service (WFS)
OGC API Tiles / https://github.com/opengeospatial/ogc-api-tiles	Facilitar el acceso de la información geoespacial en forma de teselas (<i>tiles</i> ⁶). Es especialmente útil para aplicaciones que demandan una visualización ágil y eficiente de productos geospaciales, como mapas de uso del suelo o cartografía geológica.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Acceso estandarizado a mosaicos de mapas. ✓ Carga y visualización de mapas optimizada en aplicaciones web. ✓ Compatibilidad con aplicaciones que requieren navegación interactiva y visualización detallada de mapas. 	Web Map Tile Service (WMTS)
OGC API Maps / https://github.com/opengeospatial/ogc-api-maps	Proporcionar mapas electrónicos georreferenciados, ya sean estáticos o renderizados dinámicamente, de manera independiente del sistema de almacenamiento de datos subyacente.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Acceso a mapas electrónicos, ya sean estáticos o generados dinámicamente. ✓ Compatibilidad con diversos entornos y sistemas de almacenamiento de datos. ✓ Formatos (GeoTIFF, KML, GeoJSON) y protocolos modernos (HTTP/REST, OpenAPI) para asegurar la compatibilidad y el rendimiento. 	Web Map Service (WMS)
OGC API Coverages / https://github.com/opengeospatial/ogc-api-coverages	Suministrar acceso a datos geospaciales en forma de ráster (imágenes satelitales, orto imágenes, Modelos Digitales de Elevación (MDE), Modelos Digitales del terreno (MDT) o de superficies (MDS).	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Acceso y análisis de datos ráster de forma eficiente. ✓ Formatos (GeoTIFF) y protocolos modernos (HTTP/REST con JSON, XML o GeoJSON) para asegurar la compatibilidad y el rendimiento. ✓ Acceso a grandes conjuntos de datos de coberturas para aplicaciones como teledetección y modelado ambiental. 	Web Coverage Service (WCS)
OGC API EDR / https://github.com/opengeospatial/ogc-api-environmental-data-retrieval	Proporcionar acceso a datos ambientales meteorológicos, atmosféricos, hidrológicos, entre otros). Ideal para aplicaciones que dependen de datos ambientales en tiempo real.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Acceso a datos ambientales en tiempo real. ✓ Consultas específicas sobre diferentes parámetros ambientales. ✓ Estándares modernos (HTTP/REST con JSON, XML o GeoJSON) para asegurar la compatibilidad y la eficiencia. 	Sensor Observation Service (SOS) & Sensor Web Enablement (SWE)

⁶ Los Tiles o Teselas son subdivisiones regulares de una superficie geográfica, organizadas en una estructura de cuadrícula para representar datos espaciales. Estas subdivisiones permiten dividir mapas o imágenes en pequeñas unidades rectangulares (generalmente cuadrados) que pueden ser cargadas y procesadas de manera independiente.

<p>OGC API Processes / https://github.com/opengeospatial/ogc-api-processes</p>	<p>Ejecutar y gestionar procesos geoespaciales mediante servicios web para el análisis y transformaciones de datos geoespaciales en entornos basados en la nube.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Ejecución de procesos complejos de análisis geoespacial. ✓ Integración de capacidades de procesamiento en aplicaciones web. ✓ Estándares y protocolos modernos para asegurar la compatibilidad y el rendimiento de los geoprocesamientos. 	<p>Web Processing Service (WPS)</p>
<p>OGC API Records / https://github.com/opengeospatial/ogc-api-records</p>	<p>Facilitar la creación, modificación y consulta de metadatos geoespaciales, estandarizando la exposición y consulta de los registros asociados a estos recursos, para mejorar su descubrimiento y gestión.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Estandarización de la exposición de metadatos. ✓ Acceso y consulta a información descriptiva sobre recursos geoespaciales mediante interfaces web estandarizadas. ✓ Extensibilidad para la integración de capacidades adicionales como la gestión avanzada de registros y consultas complejas, según las necesidades. 	<p>Catalogue Service Web (CSW)</p>

Las OGC API buscan modernizar los estándares previos del OGC como WMS, WMTS, WFS, WCS, CSW y WPS, con un enfoque más flexible y basado en tecnologías web más actuales como REST y JSON. A su vez que proporcionan un enfoque más estandarizado y modular para el acceso y manipulación de datos geoespaciales a través de APIs más fáciles de integrar. Es importante aclarar, que esto no implica que los primeros sean inferiores, sino que la elección entre uno u otro dependerá de diversos factores, como el nivel de complejidad requerido para garantizar la interoperabilidad, la volumetría de los datos, el grado de madurez técnica de las entidades en este ámbito y la infraestructura tecnológica disponible.

A continuación, se listan los lineamientos correspondientes a este dominio:

- **LI.IDG.DT.01 Gestión de la confidencialidad de los datos:** En conformidad con la Ley 1712 de 2014, se debe evaluar el nivel de confidencialidad de los datos geoespaciales para determinar si contienen información susceptible de identificación directa o indirecta. En caso de que se confirme que contienen información confidencial se deberá considerar dos enfoques: (i) utilizar mecanismos de transmisión segura o (ii) aplicar técnicas de anonimización y generalización cartográfica o agrupamiento que eliminen cualquier riesgo de identificación, permitiendo así su exposición sin restricciones a través de servicios web.
- **LI.IDG.DT.02 Medidas de seguridad en servicios web:** En caso de utilizar servicios web como mecanismo de interoperabilidad, se deberán implementar medidas de seguridad que garanticen la protección de los datos geoespaciales durante su intercambio y consulta, conforme con los estándares OGC aplicables. Esto incluye el uso de protocolos

seguros como HTTPS y la actualización periódica de certificados SSL para proteger la transmisión de datos entre el endpoint y el navegador.

- **LI.IDG.DT.03 Implementación de la infraestructura tecnológica:** Se debe implementar la infraestructura tecnológica que garantice el intercambio y procesamiento eficiente⁷ de datos geospaciales, asegurando su alineación con los requisitos y directrices derivados de la evaluación establecida en el lineamiento LI.IDG.DT.01.
- **LI.IDG.DT.04 Diseño y configuración de la arquitectura de solución:** Se debe diseñar la arquitectura de la solución considerando la complejidad del caso de uso, el grado de madurez técnica de las entidades y las capacidades de la infraestructura disponible, asegurando entre otras cosas mecanismos para la medición del consumo de los servicios expuestos y una adaptación óptima a los requerimientos de interoperabilidad y al intercambio eficiente de información geoespacial. Este diseño debe ser documentado mediante un diagrama técnico que represente la arquitectura de la solución.
- **LI.IDG.DT.05 Evaluación de integración y escalabilidad:** Realizar pruebas de intercambio de los servicios y la infraestructura para asegurar su integración y eficiencia, incluyendo pruebas de estrés para validar su desempeño ante un número concurrente de usuarios.
- **LI.IDG.DT.06 Documentación de la solución:** La solución implementada debe ser documentada de manera integral mediante artefactos técnicos que abarquen todas sus etapas, desde el diseño y la implementación hasta el despliegue y su transición a producción. Además, se deberá documentar tanto la exposición de los datos como su consumo.
- **LI.IDG.DT.07 Monitoreo y alertas para el mantenimiento de la arquitectura:** Efectuar artefactos que permitan realizar un monitoreo efectivo del rendimiento de la arquitectura de solución y que brinde alertas cuando un mantenimiento sea requerido.
- **LI.IDG.DT.08 Evaluación continua de innovaciones en interoperabilidad geoespacial:** Realizar revisiones periódicas para evaluar la integración de tecnologías emergentes en el ámbito de la interoperabilidad de datos geospaciales.
- **LI.IDG.DT.09 Medición del consumo de los servicios expuestos:** Se deben efectuar mecanismos de monitoreo en los servicios geospaciales publicados para medir su consumo e identificar atributos relevantes.

⁷ Si la solución es un servicio web, se recomienda la asignación de instancias dedicadas en el servidor para cada uno de estos, con el fin de optimizar el rendimiento y garantizar una mayor estabilidad en la ejecución de las solicitudes.

Nota: Implementación del marco de interoperabilidad de datos geospaciales

Para la implementación del marco de interoperabilidad de datos geospaciales, la ICDE diseñó el ***Protocolo para la interoperabilidad de datos geospaciales (Anexo 1)***, el cual establece de manera estructurada las fases del proceso, desde la identificación y formulación hasta la implementación de casos de interoperabilidad. Este protocolo tiene como propósito garantizar un intercambio de datos geospaciales eficiente, seguro y alineado con estándares internacionales, promoviendo la interoperabilidad entre las entidades participantes. Asimismo, **define los artefactos técnicos que respaldan y documentan cada fase de la implementación.**

BORRADOR

Bibliografía y o referencias

Agencia Nacional Digital. (2023). Guía de instalación Geoadaptador.

Congreso de la República. (2014). Ley 1712 de 2014: Ley de Transparencia y del Derecho de Acceso a la Información Pública Nacional.

Departamento Nacional de Planeación. (2019). CONPES 3958 del 2019: Estrategia para la implementación de la política pública de catastro multipropósito. <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Económicos/3958.pdf>

European Commission. (2017). European Interoperability Framework (EIF). https://ec.europa.eu/isa2/sites/default/files/eif_brochure_final.pdf

Federal Geographic Data Committee. (2015). Geospatial Interoperability Reference Architecture. <https://www.fgdc.gov/what-we-do/develop-geospatial-shared-services/interoperability/gira.pdf>

Infraestructura Colombiana de Datos Espaciales. (2024). Plan Estratégico de Información Geográfica Nacional. <https://www.icde.gov.co/peign>

Infraestructura Colombiana de Datos Espaciales. (2025). Plan Estratégico de Información Geográfica Nacional. Estrategia de mejora y optimización para la producción, mantenimiento y actualización de datos geospaciales.

Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (2020). Modelo Extendido de Catastro Registro del Modelo LADM_COL. <https://igac.gov.co/catastro-multiproposito/ladmcol>

ISO. (2003). ISO 15745:2003: Industrial automation systems – Integration of industrial systems. <https://www.iso.org/standard/30418.html>

ISO. (2005a). ISO 19128:2005: Geographic information — Web map server interface. <https://www.iso.org/standard/32546.html>

ISO. (2005b). ISO 19133:2005 Geographic information — Location-based services — Tracking and navigation. <https://www.iso.org/standard/32551.html>

ISO. (2008). ISO 19141:2008 Geographic information — Schema for moving features. <https://www.iso.org/standard/41445.html>

ISO. (2009a). ISO 16100:2009: Industrial automation systems and integration — Manufacturing software capability profiling for interoperability. <https://www.iso.org/standard/53378.html>

ISO. (2009b). ISO 19129:2009 Geographic information — Imagery, gridded and coverage data framework. <https://www.iso.org/standard/43041.html>

ISO. (2012). ISO 19152-1:2012: Geographic information — Land Administration Domain Model (LADM). <https://www.iso.org/es/contents/data/standard/08/12/81263.html>

ISO. (2013). ISO 19157:2013: Geographic information — Data quality. <https://www.iso.org/standard/78900.html>

ISO. (2014). ISO 19115:2014 Geographic information — Metadata. <https://www.iso.org/standard/53798.html>

ISO. (2015). ISO/IEC 2382: Information technology — Vocabulary. <https://www.iso.org/standard/63598.html>

ISO. (2016a). ISO 19110:2016 Geographic information — Methodology for feature cataloguing. <https://www.iso.org/standard/57303.html>

ISO. (2016b). ISO 19119:2016: Geographic information — Services. <https://www.iso.org/standard/59221.html>

ISO. (2018). ISO 19130:2018 Geographic information — Imagery sensor models for geopositioning. <https://www.iso.org/standard/66847.html>

ISO. (2019a). ISO 19107: 2019: Geographic information — Spatial schema. <https://www.iso.org/es/contents/data/standard/06/61/66175.html>

ISO. (2019b). ISO 19111:2019 Geographic information — Referencing by coordinates. <https://www.iso.org/standard/74039.html>

ISO. (2019c). ISO 19139:2019 Geographic information — XML schema implementation. <https://www.iso.org/standard/67253.html>

ISO. (2020a). ISO 19136-1:2020: Geographic information — Geography Markup Language (GML). <https://www.iso.org/standard/75676.html>

ISO. (2020b). ISO 19168-1:2020: Geographic information — Geospatial API for features. <https://www.iso.org/standard/32586.html>

ISO. (2021). ISO 19148:2021 Geographic information — Linear referencing. <https://www.iso.org/standard/75150.html>

ISO. (2023a). ISO 19123: 2023 Geographic information — Schema for coverage geometry and functions. <https://www.iso.org/es/contents/data/standard/07/07/70743.html>

ISO. (2023b). ISO 19144-2:2023 Geographic information — Classification systems Part 2: Land Cover Meta Language (LCML). <https://www.iso.org/es/contents/data/standard/08/12/81259.html?browse>

ISO. (2025). ISO - International Organization for Standardization. <https://www.iso.org/es/home>

Ministerio de Tecnologías de la Información y Comunicaciones de Colombia. (2022). Decreto 767 del 2022: Política de Gobierno Digital.

- OGC. (2005). Web Feature Service Implementation Specification. https://portal.ogc.org/files/?artifact_id=8339
- OGC. (2006). OpenGIS Web Map Server Implementation Specification. https://portal.ogc.org/files/?artifact_id=14416
- OGC. (2007). OpenGIS Web Processing Service. https://portal.ogc.org/files/?artifact_id=24151
- OGC. (2010). OpenGIS Web Map Tile Service Implementation Standard. https://portal.ogc.org/files/?artifact_id=35326
- OGC. (2012). OGC Geography Markup Language (GML) — Extended schemas and encoding rules. https://portal.ogc.org/files/?artifact_id=46568
- OGC. (2016). OGC Catalogue Services 3.0 - General Model. <https://docs.ogc.org/is/12-168r6/12-168r6.html>
- OGC. (2018). The OGC Web Coverage Service. <https://www.ogc.org/publications/standard/wcs/>
- OGC. (2023). OGC API - Common - Part 1: Core. <https://docs.ogc.org/is/19-072/19-072.html>
- OGC. (2025). OGC: Advancing Geospatial Standards and Technology. <https://www.ogc.org/>
- ONC. (2018). Trusted Exchange Framework and Common Agreement (TEFCA). <https://www.healthit.gov/topic/interoperability/policy/trusted-exchange-framework-and-common-agreement-tefca>
- United Nations Committee of Experts on Global Geospatial Information Management (UN-GGIM). (2020). Strategic Pathway 4 (Data): First draft. UN-GGIM. https://ggim.un.org/meetings/GGIM-committee/9th-Session/documents/IGIF_SP4-Data_FIRST_DRAFT.pdf



icdecolombia



@ICDE_Colombia



@ICDE_Colombia



icde@igac.gov.co



icde

Infraestructura Colombiana
de Datos Espaciales

www.icde.gov.co