

CAPÍTULO 2

COMPARTIR: LA SOLUCIÓN ESTÁ EN LAS INFRAESTRUCTURAS DE DATOS ESPACIALES

Paloma Abad Power¹, Miguel A. Bernabé², Antonio F. Rodríguez Pascual³,

^{1,3}Centro Nacional de Información Geográfica, IGN de España

²LatinGEO, Grupo de Investigación Mercator, Universidad Politécnica de Madrid, España.

¹pabad@fomento.es, ²ma.bernabe@upm.es, ³afrodriguez@fomento.es

Resumen. Para tomar decisiones adecuadas sobre el territorio, los gobiernos necesitan disponer de una IG actualizada y conocer sus características de calidad, accesibilidad y disponibilidad. Dar respuesta a esta cuestión y fomentar el uso de la IG en la industria y en la sociedad, ha potenciado el desarrollo de soluciones que aprovechan las posibilidades que ofrece Internet. La solución ha cristalizado en lo que se ha dado en llamar IDE, que es un conjunto de datos, tecnologías y acuerdos políticos que permiten a ciudadanos e instituciones acceder de forma ubicua a la IG almacenada en servidores institucionales y privados a través de Internet, con las limitaciones de acceso y uso que el propietario de la información disponga. Para que esto pueda ocurrir, (a) los datos deben estar documentados (con sus metadatos); (b) las tecnologías deben estar estandarizadas, de manera que sea cual sea el sistema informático que se utilice, se pueda acceder a los datos, gestionarlos y conjugarlos con el objetivo de obtener respuesta a preguntas espaciales; y finalmente (c) debe haber una voluntad política que anime y facilite la creación de tales infraestructuras. Las IDE, como nueva herramienta, cambian radicalmente el comportamiento social. Se ha evolucionado del decimonónico aforismo que afirmaba «el que quiera saber, que se vaya a Salamanca» al nuevo corolario que afirma que «si compartes siempre ganas». La clave diferencial de esta nueva herramienta es la cooperación. Algunos países como Estados Unidos, pionero de la iniciativa IDE, partían de una posición privilegiada para llevar a cabo este ideal, pues los formatos de sus archivos geográficos, plantillas y estándares geográficos eran comunes a todo el país; la puesta en marcha de su IDE era por lo tanto, sencilla. En el caso de Europa, con diferentes tipos de estándares cartográficos, hubo que unificar no sólo intereses, sino además homogeneizar las cartografías para que hubiese continuidad entre las de un país y las de sus vecinos. La Directiva INSPIRE, de obligado cumplimiento para todos los países de la Unión, aceleró el proceso. La mayoría de los países del planeta vieron la ventaja de disponer de sus datos y compartirlos a través de Internet, y la iniciativa se expandió por los cinco continentes. En el caso de Latinoamérica, al no existir una legislación regional que obligue a las naciones a poner en marcha sus IDE de manera homogénea, el proceso parece ser más lento que en Europa. Sin embargo, instituciones como el IPGH que fomenta la creación de IDE en los países de la zona; asociaciones como el CP-IDEA cuyo objetivo es promover el establecimiento de las IDE en todos los países miembros y fomentar el intercambio de información espacial y la colaboración; y algunos esfuerzos financieros como el de la Confederación Andina de Fomento (CAF) que apoya al proyecto GeoSUR, están conduciendo a que haya un movimiento bastante consolidado para el establecimiento de IDE nacionales y regionales. La puesta

en marcha de estas infraestructuras y su mantenimiento exigen un personal preparado técnicamente. Al basarse las IDE en un conjunto de conocimientos que rompe las barreras tradicionales de los contenidos propios de las carreras universitarias, se crea la necesidad de formar especialistas que conjuguen habilidades informáticas con conocimientos cartográficos y con tradiciones investigadoras de físicos y matemáticos. En los países de tradición anglosajona, menos constreñidos por las limitaciones de las asociaciones profesionales, hace tiempo que han aparecido especialidades como geoinformática, geomática, geovisualización, que toman ahora la delantera en las aplicaciones IDE. Es necesario que los países latinos tomen conciencia de la importancia de la creación de capacidades para las IDE. El capítulo termina con un acercamiento elemental al modelo cliente-servidor. Este modelo es el paradigma de las arquitecturas para las IDE y permite, mediante un programa denominado «cliente», hacer consultas desde un ordenador personal a través de Internet; la consulta llegará a otro ordenador que, equipado con un programa genéricamente llamado «servidor», será capaz de responder la pregunta y devolverla al usuario. Este modelo en el que se basan las IDE, es el que permite obtener respuestas cuando se pregunta desde programas cliente como los navegadores Mozilla, FireFox, Internet Explorer o Google Chrome.

Palabras clave: IDE, Compartir, Elementos de una IDE, Principios INSPIRE

2.1 ¿Qué es una IDE?

Cuando se dispone de datos georreferenciados, de cierta disponibilidad de recursos informáticos y se quiere o se tiene la necesidad de publicar la IG de la manera más eficaz posible, es necesario contar con una infraestructura que permita compartir, intercambiar, combinar, analizar y acceder a los datos geográficos de forma estándar e interoperable. Esta infraestructura no es más que el conjunto de recursos cartográficos disponibles en la red, sobre la que los datos mismos serán más útiles al formar parte de un todo más completo.

Pero ¿qué significa «de forma estándar e interoperable»?

Lo segundo es consecuencia de lo primero. Estándar significa simplemente que cumple unas reglas generales, que facilitan la adopción de soluciones genéricas y la posibilidad de gestionar todos los componentes del mismo tipo de la misma manera. Cuando se viaja a un país extranjero y se intenta cargar la batería del teléfono móvil, que el enchufe del hotel no sea compatible con la clavija del cargador, puede suponer una desagradable sorpresa. Es más, a veces no se puede pedir a alguien su cargador porque probablemente las clavijas de ambos teléfonos no sean compatibles entre sí. Algo parecido puede pasar al intentar sacar dinero en un cajero automático; no todas las tarjetas se pueden usar en todos los cajeros sin pagar una comisión añadida.

De forma análoga, para la gestión eficaz de IG, los estándares son fundamentales. Si un usuario descarga de una institución la descripción geográfica de un río en un formato y sistema de referencia determinados, lo ideal es que no encuentre problemas para cargarla y visualizarla en una aplicación SIG junto con el resto de sus datos.

La interoperabilidad se definirá y mostrará con más detalle en los capítulos 13, 14 y 17, pero se puede adelantar que se basa en la idea de aplicar la filosofía de los sistemas abiertos

a los SIG. Si se dispone de un conjunto de sistemas que gestionan IG, que mediante protocolos e interfaces estándares permiten acceder a los datos en remoto, es posible generar aplicaciones que integren esos datos y que aparezcan virtualmente frente al usuario como si fuesen un único sistema, sin necesidad de conocerlos en detalle, sólo basándose en información genérica sobre los estándares que cumplen todos y cada uno de ellos.

¿Y de qué estándares se trata? Los esenciales son los estándares aplicables a la IG: la familia de normas ISO 19100 [20] y las especificaciones del Open Geospatial Consortium (OGC) [21].

Así que una primera definición de IDE sería que es un SIG abierto implementado sobre la Red, con todo lo que ello conlleva: componentes distribuidos, interfaces estándares, interoperabilidad, coordinación, acceso a los datos, capacidad de análisis como objetivo, etcétera. Según el portal de la IDE de España [22]: «Una IDE es un sistema informático integrado por un conjunto de recursos (catálogos, servidores, programas, datos, aplicaciones, páginas Web,...) dedicados a gestionar IG (mapas, ortofotos, imágenes de satélite, topónimos,...), disponibles en Internet, que cumplen una serie de condiciones de interoperabilidad (normas, especificaciones, protocolos, interfaces,...) que permiten que un usuario, utilizando un simple navegador, pueda utilizarlos y combinarlos según sus necesidades».

La finalidad última es conseguir lo que se ha dado en llamar la democratización de la IG. Es decir, que todos los usuarios, tanto los especialistas como los que no lo son, puedan utilizar en la web la IG del modo más eficaz posible. Para ello sería necesario dar un paso más, que consistiría en facilitar no sólo que los sistemas se entiendan entre sí, sino que los usuarios entiendan y puedan usar fácilmente los sistemas, por lo que hay que hacer un esfuerzo considerable para aumentar la usabilidad y mejorar las interfaces de usuario. De eso se hablará en el cap. 31.

Sin embargo, hay que decir que en algo tan complejo y global como la IG, los componentes técnicos mencionados necesitan estar arropados por un marco legal, una organización y un conjunto de circunstancias que garanticen que una IDE sea, por un lado, sostenible en el tiempo, duradero; y por otro, adaptable a los cambios tecnológicos. En ese sentido, (GINIE, 2003) habla de una IDE como un «marco de políticas, disposiciones institucionales, tecnologías, datos y personas que hacen posible el compartir y usar IG de modo eficaz».

2.2 Los elementos de una IDE

Una definición más elaborada, basada en (Béjar *et al.*, 2009) y que servirá para definir más abajó las características de cada componente de la IDE es: «una IDE es un sistema de sistemas integrado por un conjunto de recursos muy heterogéneo (datos, *software*, *hardware*, metadatos, servicios, estándares, personal, organización, marco legal, acuerdos, políticas, usuarios...), gestionado por una comunidad de actores, para compartir IG en la web de la manera más eficaz posible».

En efecto, los elementos necesarios para que exista una IDE son:

- **Los datos**, que deben ponerse al alcance de los usuarios con las restricciones de uso que decida su propietario (sólo verlos, conocer sus características, tener acceso a ellos, compartirlos, etc.).
- **El *hardware* y *software*** que sirven de base para hacer pública la información a través de Internet. Una descripción de sus posibilidades puede verse en el cap. 25.
- **Los metadatos**, que son las descripciones de los datos y los servicios disponibles; es la documentación que permiten conocer al usuario las características de calidad, actualidad, disponibilidad, propiedad, etc. de los datos, y las capacidades técnicas de los servicios como: tipo de servicio, versión, información sobre la disponibilidad, tarifas, instrucciones de pago e incluso las restricciones (ver capítulos 10 y 11).
- **Las tecnologías** que permitan buscar, acceder y explotar los datos en remoto. Los correspondientes servicios están descritos en los capítulos 27, 28 y 29.
- **Los estándares** de datos y servicios que hacen posible la interoperabilidad. En particular las normas ISO 19100, que se describirán de manera global en el cap. 19, los estándares como los del OGC, que pueden verse en el cap. 20 y las recomendaciones propias de un país o región, como el caso del Núcleo Español de Metadatos (NEM, 2005) o el Perfil de Metadatos para Latinoamérica (LAMP, 2011).
- **Los acuerdos entre productores** de datos, tanto del sector público como particulares, de proveedores de servicios, usuarios, que crean redes de comunicación e intercambiando experiencias y buenas prácticas, y fomentan la creación de asociaciones amplias y omnipresentes, para que el desarrollo de una IDE sea potente y armonioso.
- **Los acuerdos** entre instituciones y organismos para compartir IG, sin que se dupliquen esfuerzos ni gastos.
- **El personal** que mantiene y hace funcionar los sitios web y los recursos informáticos que contribuyen a la IDE. A este respecto, las recomendaciones expuestas en el capítulo 9 del Cookbook del GSDI (GSDI, 2009) sobre creación de capacidades para la creación y mantenimiento de una IDE, han tenido mucho que ver en la redacción de buena parte de este libro.
- **El esquema organizativo** que coordina la IDE en un país, reparte responsabilidades y planifica esfuerzos.
- **El marco legal** que regula aspectos como qué información es oficial, qué ocurre con los derechos de autor y las licencias de uso, qué organismos públicos tienen la obligación de publicar una cartografía dada, en qué consiste el derecho de los ciudadanos a acceder a la IG generada por los organismos públicos..., etc.
- **Las políticas** definidas por los gobiernos para regular y fomentar el uso de la IG.
- **Los usuarios**, que gracias a la Web 2.0 (ver cap. 16 sobre información aportada por ellos) tienen la posibilidad de incorporar datos y opiniones, son igualmente una parte importante del sistema. Todos estos elementos son necesarios y la ausencia de cualquiera de ellos, puede hacer

que la IDE no esté equilibrada y no produzca los resultados esperados. Especial importancia tiene la comunidad de actores que se genera alrededor de una IDE y que la mantiene viva, entendiendo tal comunidad como el conjunto de organizaciones y personas que colaboran para conseguir un fin común, en este caso compartir IG del modo más eficiente posible. Esa comunidad es el alma de una IDE, donde las decisiones importantes deben acordarse, para que se genere un proyecto realmente cooperativo, abierto y de autoría colectiva.

2.2.1 Tareas que permiten las IDE

De esta forma, con la puesta en marcha de las IDE se consigue que un usuario, tanto experto en IG como inexperto, pueda realizar, si se cumplen los estándares, las diferentes tareas que ordenadas por cierto orden lógico se citan a continuación:

- **Buscar** la IG que hay disponible en una zona geográfica con descripción del formato, la manera de acceder a ella, el año en que se produjo, la calidad que ofrece, quién la ha elaborado, si existe un servicio que la publique y demás características relevantes.
- **Visualizar** y superponer mapas, ortofotos, MDT y datos geográficos en general de diferentes organismos, con diferentes sistemas de referencia, en distintos formatos y con propiedades heterogéneas.
- **Buscar** una entidad geográfica por su nombre y ver dónde se ubica sobre una cartografía.
- **Acceder** a las entidades geográficas en un formato estándar, así como a sus atributos, coordenadas, topología y geometría.
- **Realizar operaciones de análisis** básicas, como enrutamiento, cálculo de perfiles o análisis de superficies.
- **Realizar transformaciones** de un modelo de datos a otro diferente, si ambos están descritos de forma normalizada.
- **Descargar** los datos que se precisen para analizarlos en un SIG, si los servicios ofrecidos por la IDE no satisfacen las necesidades del usuario.

Con el establecimiento de las IDE se pretende eliminar los obstáculos que dificultan la disponibilidad y accesibilidad de la IG, que ocasionan problemas y pérdidas de tiempo, y que hacen muy difícil y costosa la reutilización de datos geográficos para un propósito diferente al original.

2.3 ¿Quién puede generar una IDE?

Como ocurre con otras infraestructuras básicas de un país o región (carreteras, ferrocarriles, aeropuertos, hospitales, alumbrado, etc.) parece lógico que sea la Administración Pública quien tenga la responsabilidad de implantar una IDE. Sin embargo, la construcción de una IDE implica un paso previo que consiste en un cambio de actitud de los interesados.

Si el objetivo es que todos puedan acceder a la IG, la sociedad no debe seguir articulándose en cajas cerradas y aisladas en las que se almacena la información, a menudo para

olvidarla después. El modelo debe basarse en la cooperación de un amplio conjunto de organizaciones que quieran publicar sus datos cartográficos y, en general, sus recursos cartográficos para su uso. Por ello, las IDE se basan en iniciativas colaborativas, que cuentan con las aportaciones de un amplio conjunto de actores del sector público y están abiertas a otros actores, como empresas privadas, universidades y ciudadanos. A menudo, el liderazgo lo desempeña el organismo responsable de la cartografía básica, como una extensión natural de su actividad tradicional, aunque no siempre es así.

2.3.1 El impulso en Europa

La propia naturaleza del medioambiente, en el que animales, lluvias ácidas, epidemias y otros agentes móviles son ajenos a aduanas y fronteras humanas, es lo que ha impulsado la cooperación entre países en un intento de homogeneizar su IG para poder tomar decisiones medioambientales transfronterizas. Por esa razón, la Agencia Europea de Medio Ambiente (*Environmental European Agency*) fue la que tomó la iniciativa de impulsar una Directiva Europea (INSPIRE, 2007) para la creación de una infraestructura para la Información Espacial en Europa. Esa Directiva, de obligado cumplimiento para todos los países miembro, guió el gran movimiento europeo hacia las IDE.

En España, dentro del Consejo Superior Geográfico se creó un Grupo de Trabajo para la definición y desarrollo de la IDE de España (GT IDEE). Se trata de un grupo de carácter técnico abierto, integrado por representantes y expertos de los productores de IG, tanto de capas de referencia como de capas temáticas a nivel estatal, regional y local, en el que también participan las universidades y el sector privado.

2.3.2 El marco legal

Como ya se ha mencionado, una IDE debe estar respaldada por un marco legal que establezca unas mínimas reglas de juego y defina responsabilidades básicas. Es importante que el proceso de elaboración de ese marco sea lo más participativo posible. Los responsables de la coordinación general, en principio, son las administraciones y organismos del sector público, aunque lo ideal es que actúen como moderadores de la comunidad de participantes. Lo habitual es invitar al sector privado y a la universidad a que se sumen voluntariamente a la infraestructura.

En España, en el año 2010, mediante la Ley de las Infraestructuras y Servicios de IG (LISIGE, 2010), se transpuso a la legislación nacional la Directiva europea INSPIRE (Potti *et al.*, 2011; [23]), donde se recogen sus principios [24]:

- Los datos se deben capturar una única vez y mantener allí donde se logra la máxima efectividad.
- Debe ser posible combinar de forma continua los datos geográficos provenientes de diferentes fuentes de toda Europa, y compartirlos con todo tipo de usuarios y aplicaciones.
- Debe ser posible compartir a todos los niveles y a todas las escalas, la información cap-

turada a una escala y a un nivel determinado, de manera detallada para proyectos de investigación, y de manera general para propósitos estratégicos.

- La IG necesaria para la buena gobernanza, a todos los niveles, debe ser abundante y estar disponible de manera ágil y transparente.
- Debe ser fácil averiguar qué IG hay disponible, cómo puede utilizarse para satisfacer unas necesidades concretas y bajo qué condiciones puede adquirirse y usarse.
- Los datos geográficos deben ser fáciles de entender e interpretar, y la forma de seleccionarlos debe ser amigable.

En España participan en la IDEE una multitud de organismos incluyendo la Dirección General del Catastro, el Instituto Geográfico Nacional, los Gobiernos de las Comunidades Autónomas, el Instituto Nacional de Estadística, Correos, el Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, y una larga lista que incluye a casi todos los ministerios, un grupo de universidades destacadas, multitud de ayuntamientos y todo tipo de organizaciones. Lo fundamental es que cualquier organismo público que elabore cartografía en el ejercicio de sus funciones, publique dicha información mediante servicios estándares. Así, voluntariamente cualquier universidad, empresa privada o incluso cualquier ciudadano aficionado o profesional de la cartografía, puede contribuir al crecimiento de la IDE publicando sus propios servicios web o desarrollando servicios propios que puedan utilizar otros.

En Latinoamérica, los organismos que a escala regional están jugando un rol importante son: el programa GeoSUR, en el que en 2011 participaban una veintena de organismos entre Institutos Geográficos Nacionales y Ministerios de Medio Ambiente y Obras Públicas de diferentes países (ver cap. 37); el IPGH y el CP-IDEA, que cumplen un papel similar al de INSPIRE en Europa, impulsando la creación de IDE nacionales. Sin embargo, a diferencia de Europa, Latinoamérica todavía no dispone de una normativa legal regional de obligado cumplimiento.

2.4 ¿Quién puede usar las IDE?

Cualquier usuario puede utilizar los recursos que le ofrece la IDE de un país o región para satisfacer sus necesidades. Se describen a continuación algunos casos de uso, sabiendo que es prácticamente imposible ser exhaustivos.

2.4.1 Los ciudadanos

Cualquier internauta, sin necesidad de tener conocimientos cartográficos previos, puede explotar una IDE gracias a los recursos que proporciona una interfaz de uso fácil y cómodo para explotar la IG: visualizadores, clientes de nomenclátor, buscadores, etc.

Los ciudadanos que habitualmente usan la web, necesitan en algún momento acceder a la IG, ya sea para planificar una ruta turística, para llegar a una cita o consultar el área de una parcela. Una buena parte de las necesidades de IG del ciudadano se pueden satisfacer con los recursos que ofrecen las IDE sin coste adicional alguno, y con información actualizada y oficial.

2.4.2 Los intermediarios

Los intermediarios, o *brokers*, como en muchos sectores productivos maduros, juegan un papel importante en la difusión y uso de las IDE. Son los que utilizando los servicios básicos existentes en una IDE, por ejemplo, los Servicios Web de Mapas, Servicios de Nomenclátor y Servicios de Catálogo, construyen clientes, aplicaciones y geoportales adaptados a las necesidades de un grupo específico de usuarios finales, que se ajusten a su idiosincrasia y a cómo están acostumbrados a manejar la IG.

Un ejemplo es la IDE de Arqueología [25] iniciada en España, que presenta la información utilizando el vocabulario técnico de la especialidad y reproduce sus formas de trabajo. Otro ejemplo que se muestra en el cap. 33 es el prototipo de IDE aeronáutica [26] conforme con los requisitos de la OACI, que permitirá que los pilotos obtengan directamente de la web la cartografía oficial necesaria para un vuelo y las incidencias que instantáneamente se produzcan en cualquiera de los lugares de su interés (problemas en las pistas, cambios bruscos en la climatología, presencia de cenizas volcánicas, etc.)

2.4.3 Los desarrolladores

Son usuarios que poseen conocimientos de tecnologías de la información (TI) necesarios para poder utilizar los servicios web directamente. Pueden desarrollar clientes específicos que los exploten, o bien generar aplicaciones que incorporen los servicios web en remoto como parte de la lógica de la aplicación. Por ejemplo, si a un técnico se le encarga crear un visualizador a grandes escalas, un callejero, y que además se pueda calcular la ruta más corta entre dos puntos, tanto la visualización como el procesamiento se pueden realizar a través de servicios interoperables que siguen protocolos estandarizados. El Proyecto CartoCiudad [27] es un buen ejemplo de ello.

2.4.4 Los tomadores de decisiones

Los responsables políticos y gestores de alto nivel tienen que tomar a menudo decisiones en las que el componente geográfico es importante: la ubicación de un nuevo polígono industrial o de un equipamiento determinado; el diseño de una campaña electoral en función de la distribución de la intención de voto; el trazado de una nueva carretera; la planificación de todo tipo de infraestructuras (Gutiérrez, 2010).

Para ello, sería muy útil que los responsables de la toma de decisiones (políticas, económicas o sociales), a menudo ajenos al mundo geomático, dispusieran de aplicaciones que, basadas en servicios web y con una interfaz sencilla, amigable y de uso fácil, les permitieran consultar en cada momento la IG más actualizada y realizar las consultas específicas que les sirvieran como apoyo en dicha toma de decisiones.

2.4.5 Las organizaciones

Cualquier gran entidad, ya sea pública o privada, debe poder utilizar las IDE con varios objetivos de carácter estratégico:

- Tener visibilidad en la IDE nacional publicando algunos servicios web y mejorar así su imagen corporativa.
- Utilizar las IDE como un medio privilegiado de comunicación con sus usuarios o clientes, e informarles de dónde están sus oficinas y cómo pueden llegar hasta ellas, o de sus planes y proyectos, si son grandes infraestructuras (carreteras, puentes, urbanizaciones, obras municipales...), o de sus realizaciones y proyectos finalizados.
- Utilizar las IDE bajo la filosofía de la Web 2.0, invitando a los usuarios a crear contenidos geográficos y subirlos a una plataforma común para su posterior publicación. Son actividades que ya funcionan, como el informe de deficiencias en el mobiliario urbano de una ciudad, la información incluso con fotografías y videos sobre puntos negros en carreteras, las sugerencias, etc.

2.5 El modelo cliente-servidor

Las IDE se basan en el modelo de arquitectura informática denominado cliente-servidor. Esta tecnología es la que generalmente utilizan las aplicaciones de Internet-Intranet, donde un *software* llamado genéricamente cliente, que funciona en un ordenador local, se comunica y realiza una petición a un ordenador remoto que le responde con la información o el servicio solicitado (fig. 2.1).

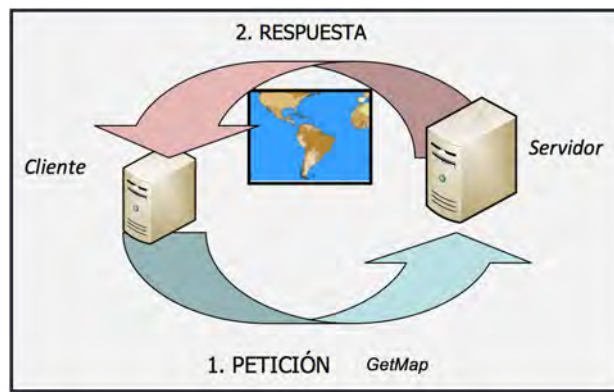


FIGURA 2.1. Esquema del modelo cliente-servidor. (Fuente: Elaboración propia)

Un único servidor suele servir a una multitud de clientes, ahorrando a cada uno de ellos el problema de tener la información almacenada localmente y verse obligado a actualizarla y gestionarla.

Originalmente, en el modelo cliente-servidor, las aplicaciones estaban distribuidas en los clientes locales y los datos se gestionaban de manera centralizada, de forma que la aplicación corría en el cliente y los datos se almacenaban en el servidor. Los servidores eran solamente servidores de datos. Sin embargo, el *software* se ha ido desplazando progresivamente hacia el servidor, y actualmente es frecuente que casi todo el proceso se ejecute en servidores cada vez más potentes y que éstos sirvan aplicaciones, además de almacenar los datos.

Grosso modo, la arquitectura y funcionamiento de las IDE se basan en el modelo cliente-servidor que se ha descrito. Hay una parte cliente, compuesta de un *hardware* cliente y un *software* cliente, que interroga en remoto al servidor; y una parte servidora, compuesta de *hardware* servidor y aplicación servidora, que responde a las peticiones que le llegan (fig. 2.2). En los capítulos 22 y 23 se muestra esta arquitectura con más detalle.



FIGURA 2.2. Esquema de peticiones del modelo cliente-servidor. (Fuente: Elaboración propia)

Esta arquitectura no es exclusiva de las IDE. Existen multitud de servidores en Internet como: los servidores de dominio (DNS), que responden con un número identificador (IP) cuando se les pregunta sobre una dirección textual; los de correo, que entregan los mensajes que el cliente envía; o los servidores de ficheros, que se encargan de entregar los ficheros que se piden a través de la Red. Son aplicaciones informáticas que están ejecutándose en un *hardware* accesible por el usuario desde Internet, preparadas para devolver una respuesta cuando le llega la petición adecuada.

Las IDE están basadas en este modelo y por ejemplo, un Servicio Web de Mapas, al recibir una petición en un lenguaje que el servidor entiende, como la petición GetMap ('dame un mapa'), devuelve una imagen del mapa de la zona solicitada. Si el formato de la petición es estándar y la respuesta está también estandarizada, el Servicio Web de Mapas será estándar e interoperable, y podrá integrarse en una IDE.

Si los servidores están estandarizados, desde un mismo cliente (usuario) se puede acceder a través de Internet a multitud de servidores de diferentes instituciones que proporcionarán la información en la que están especializadas (fig. 2.3).

En el cap. 22 se explica en detalle el modelo cliente-servidor y algunos detalles técnicos de cómo funciona en la práctica.



FIGURA 2.3. Acceso de un mismo cliente a diferentes servidores que proporcionarán diversos servicios dependiendo de su especialización. (Fuente: Elaboración propia)

2.6 Proyectos IDE en el mundo

Puede decirse que las IDE nacieron en el año 1994, con la Orden Ejecutiva 12906 del presidente de los EE. UU. Bill Clinton, que definía y ponía los recursos necesarios para la implementación de la IDE de ese país [28]. La IDE de Estados Unidos se convirtió en un proyecto muy orientado a la localización y descarga de datos geográficos, no desarrollando suficientemente el análisis y explotación de los datos en remoto. Varios países del entorno anglosajón siguieron esa línea de trabajo, definiéndose rápidamente, por ejemplo, las IDE de Canadá [29], Australia [30] y Nueva Zelanda [31].

En el mismo año, se formó el *Open GIS Consortium* (OGC), más adelante *Open Geospatial Consortium*, consorcio abierto dedicado a la definición de estándares de interoperabilidad, en el que cualquier institución podía ingresar como miembro. En el cap. 20 se desarrollarán con más detalle aspectos de ese consorcio.

En el ámbito europeo, el siguiente hito importante fue la aprobación en el 2007 de la Directiva INSPIRE (2007) por la que se establece una IDE en la Comunidad Europea [32], que obliga a los países miembros de la Unión Europea a implantar una IDE nacional. Bajo el amparo de INSPIRE se han desarrollado un buen número de iniciativas nacionales, como la IDE de Holanda [33], la IDE de Suecia [34], o la IDE de Alemania [35]. En España [36] se disfruta de una situación privilegiada, con una IDE nacional que inició su andadura en el año 2004 y agrupa a dieciséis IDE regionales de otras tantas Comunidades Autónomas y a más de mil nodos municipales.

Las IDE han florecido también en todo Latinoamérica. Una lista del año 2008 [37], incluía ya nueve proyectos de IDE nacionales bien asentados y en funcionamiento. En la actualidad, todos los países están involucrados en la implantación de una IDE nacional y ya hay varios proyectos transfronterizos y multinacionales en marcha.

En el ámbito supranacional, varias iniciativas de implantación de IDE tienen como ámbito de actuación una región, como por ejemplo: el Comité Permanente para la IDE de Asia y el Pacífico [38], el Comité Permanente para la IDE de las Américas (PC-IDEA) [39] o varias iniciativas en África [40]. Por último, la *Global Spatial Data Infrastructure* (GSDI) [32] es una organización que mantiene una serie de recursos y actividades (sitio web, foro y congreso anual) como punto de encuentro en el ámbito mundial de proyectos e iniciativas IDE.

2.7 Conclusiones

Resulta evidente que la IG es esencial para la toma de decisiones que afectan al territorio. El enorme valor de esa información, junto con la revolución que ha supuesto la Globalización, y su cara más visible, Internet, hace natural que los gobiernos la compartan utilizando los estándares disponibles. En los años 90, la tecnología SIG ofrecía un amplio abanico de soluciones para la gestión de datos geográficos y la sociedad estaba razonablemente convencida de la utilidad y pertinencia de su utilización. Sin embargo algunos problemas ensombrecían, dificultaban y encarecían su aplicación en la práctica: datos costosos, fuentes de información desconocidas e inaccesibles, modelos y formatos incompatibles... Por otro lado, las aplicaciones presentaban una complejidad excesiva, el proceso de aprendizaje para su utilización era ciertamente complicado y la necesaria personalización (*customization*) del producto exigía una labor de programación que no todos los usuarios podían permitirse.

Estas debilidades se han visto solucionados o al menos atenuadas, por la aplicación de la filosofía de los sistemas abiertos a los SIG, que han devenido no solo en disponer de SIG interoperables sino en la aparición de algo nuevo: las IDE basadas en servicios web encadenables.

Una IDE puede definirse como un sistema de sistemas integrado por un conjunto de recursos muy heterogéneo (datos, *software*, *hardware*, metadatos, servicios, estándares, personal, organización, marco legal, acuerdos, políticas, usuarios...), gestionado por una comunidad de actores, para compartir IG en la web de la manera más eficaz posible

Las IDE han supuesto la superación de los principales problemas que lastraban el uso de los SIG: los datos se publican fácilmente en la Red y son accesibles mediante protocolos normalizados; se dispone de un formato universal de intercambio de datos, GML y acceder a la tecnología es considerablemente más fácil tanto para el usuario final, que puede solicitar servicios OGC en remoto desde un simple navegador mediante interfaces sencillas, como para los técnicos que implementan servicios e integran componentes.

La implantación y utilización de la tecnología que aportan las IDE supone un cambio de paradigma en la gestión y utilización de la IG, y deberá permitir alcanzar la «democratización» del uso de este tipo de información, conectando además fácilmente el mundo de la IG con el mundo de la gestión administrativa de datos alfanuméricos que incluyan una dirección postal como referencia geográfica.

Hasta ahora, como otras infraestructuras, las IDE están siendo lideradas y promovidas por los gobiernos, aprovechando las normas definidas por la ISO y por las entidades que definen estándares aplicables, esencialmente el OGC y el Consorcio World Wide Web (W3C).

Primero USA y su ámbito de influencia lingüística (Canadá, Australia, Nueva Zelanda), después Europa, con un enorme apoyo legal (Directiva INSPIRE) y los países de América Latina, espoleados por el IPGH y coordinados por el PC-IDEA, se afanan en la puesta en marcha de esas infraestructuras. Su perfeccionamiento supondrá la posibilidad de acceso a la IG y colaboración a unos niveles nunca antes conocidos, rompiendo viejas y cuestionables tradiciones de mantener la IG accesible sólo a unos pocos y con considerables obstáculos tecnológicos (formatos, modelos...) que vencer.

Por todo ello las IDE se perfilan como una herramienta básica de gestión de la realidad y como un potente motor de desarrollo, que apenas ha iniciado su ciclo de vida y que probablemente nos estará presente como tecnología puntera durante los próximos decenios.

CAPÍTULO 3

COMPONENTES DE UNA IDE

Alejandra S. Maganto¹, Antonio R. Pascual², Miguel A. Bernabé³.

^{1,2}CNIG, Instituto Geográfico Nacional de España, Madrid, España

³LatinGEO, Grupo de Investigación Mercator, Universidad Politécnica de Madrid, España

¹asmaganto@fomento.es, ²afrodriguez@fomento.es, ³ma.bernabe@upm.es

Resumen. En los capítulos anteriores ha quedado demostrada la importancia de la IG y la necesidad de desarrollar estrategias para permitir a los interesados acceder a ella, teniendo en cuenta los permisos y restricciones de uso y/o acceso establecidos por el propietario de la información. Para solucionar esta necesidad se han puesto en marcha en todo el mundo iniciativas conocidas con el nombre de IDE, que se definen como un sistema informático integrado por un conjunto de datos y servicios (descritos a través de sus metadatos), de tecnologías que permiten gestionarlos y manipularlos a través de Internet, de estándares que regulan y garantizan la interoperabilidad de los datos y de acuerdos políticos que permiten que un usuario, utilizando un simple navegador, pueda acceder y combinar la IG según sus necesidades, acercándola así a la sociedad. El ámbito territorial de esas iniciativas es muy variado. Hay iniciativas globales (como la iniciativa GSDI) que se encarga de fomentar la puesta en marcha de las IDE en todos los países del mundo; hay iniciativas regionales, como INSPIRE, que a nivel de Directiva promueve las IDE en Europa, o PC-IDEA, que a nivel de recomendación lo hace en las Américas; hay iniciativas nacionales, lideradas por los gobiernos de cada país; las hay provinciales, locales, institucionales, temáticas, etc. Para poner en marcha estas iniciativas se necesita (a) un componente político a nivel territorial que fomente esta iniciativa y asegure que los datos producidos por instituciones públicas se compartan por toda la administración y potencie su uso para los ciudadanos. Es necesario también (b) un componente tecnológico que garantice la comunicación efectiva entre los usuarios y las máquinas. Puesto que Internet es la herramienta de comunicación y transferencia de los datos, deberá utilizarse una estructura informática bien definida (una arquitectura informática conocida como arquitectura cliente-servidor) que permita al usuario, sentado delante de su ordenador y conectado a Internet, preguntar a otro ordenador y posibilitar que éste le responda, de manera que el usuario entienda la respuesta. Para ello, será también necesario utilizar lenguajes (XML, GML) para transmitir la IG a través de la red y que ésta se entienda tanto por las máquinas como por los usuarios. El objetivo que se persigue es que independientemente del tipo de ordenador del usuario o de la marca de su programa de gestión de datos geográficos o del navegador de Internet que utilice, las preguntas que el usuario realice, las operaciones que haga, los archivos que gestione y las salidas de información que genere, se entiendan por cualquier otro sistema de cualquier usuario; es decir, que el concepto de interoperabilidad esté presente en todo el proceso tecnológico. El encargado de elaborar todas las especificaciones necesarias para garantizar la interoperabilidad es el consorcio OGC. El componente tecnológico anterior permite la interoperabilidad del (c) componente geográfico compuesto tanto por los conjuntos de datos que recogen los diferentes proveedores de IG (que gracias a sus metadatos está completamente documentada), como por los servicios disponibles para la gestión de

esos datos geográficos. Los numerosos servicios que se ofrecen a través de la IDE, son similares a los que utilizan los usuarios de IG en el mundo ajeno a Internet. Por ejemplo, si un usuario necesita ver un mapa, las IDE responden con un estándar que se llama WMS. Incluso si quisiera ver el mapa solicitado con una apariencia determinada (líneas con colores, grosores y aspectos determinados, simbología propia, etc.), el estándar utilizado será el SLD. Si el usuario necesita una capa vectorial, la puede obtener a través del WFS. Si en vez de una entidad en formato vectorial el usuario necesita una cobertura raster, dispondrá de un WCS. También las IDE permiten localizar entidades geográficas por medio de un servicio llamado nomenclátor que ofrece la situación geográfica de una entidad. Para localizar un recurso, el sistema debe disponer de un servicio de catálogo (CSW), donde se informe al usuario tanto de los conjuntos de datos disponibles como de las direcciones URL donde podrá acceder al recurso deseado (que puede ser un servicio, una aplicación, unos datos, etc.). Finalmente, (d) el componente social, compuesto por los actores de las IDE (productores, generadores de servicios, colaboradores, intermediarios, usuarios finales) y comunidades de apoyo, fomentan el desarrollo, el uso, la difusión y, en consecuencia, el éxito de esta nueva iniciativa en la sociedad.

Palabras Clave: Componentes IDE, Consejo Superior Geográfico, marco legal, INSPIRE, interoperabilidad, OGC, normas, estándares, metadatos, servicios web, actores de las IDE, comunidades IDE, difusión.

3.1 ¿Cómo se organiza un proyecto IDE?

En una IDE, de cualquier ámbito espacial y temático (además del **componente geográfico** compuesto por los datos, los descriptores de esos datos -o metadatos- y los servicios que puedan llevarse a cabo), una parte fundamental es la **organización**, responsable de ordenar, regular, estructurar y armonizar el resto de componentes de una IDE (datos, metadatos, servicios, *hardware*, *software*, marco legal, etc.) para conseguir que todo funcione de manera armoniosa y eficaz.

La organización incluye un **componente político** que permita:

- La creación de un organismo colectivo, compuesto por el conjunto de actores implicados en las IDE y donde todos tengan voz y voto, que sirva como entidad responsable y dirigente de la IDE.
- La aprobación de un marco legal adecuado que promueva y regule la implantación de una IDE en el ámbito en cuestión.
- La definición de los convenios, alianzas y acuerdos de colaboración necesarios para aumentar la disponibilidad de datos y servicios espaciales, intercambiar experiencia y buenas prácticas, y compartir los desarrollos tecnológicos.
- Los acuerdos entre los productores de IG, principalmente entre los productores oficiales, para coordinar la generación y mantenimiento de la IG, sin huecos ni solapes, componente básico y esencial para generar el resto de recursos que componen la infraestructura.

Debe preverse en la organización un **componente tecnológico** capaz de:

- Establecer los estándares y normas necesarios para que los sistemas y servicios de datos espaciales puedan ser interoperables.
- Realizar la coordinación del conjunto de herramientas y mecanismos informáticos (*hardware, software, comunicaciones*) que permiten que la red sea operativa y se pueda buscar, consultar, acceder, obtener y usar datos geográficos.

Por último, hay que destacar el **componente social** o conjunto de actores que intervienen en una IDE (productores de datos, proveedores de servicios, desarrolladores, intermediarios, usuarios) cada uno de ellos con unas competencias, un rol y unas capacidades particulares e integrados en una comunidad colaborativa.

A continuación se hace una breve descripción de las componentes política, tecnológica, geográfica y social aunque a la componente geográfica, por su importancia, se la dedicarán además varios capítulos.

3.2 El componente político

Una IDE es un proyecto colectivo en el que participan una gran diversidad de actores, y necesita iniciativas y actuaciones legales que establezcan y regulen su desarrollo.

3.2.1 Necesidad de un organismo colectivo

En un proyecto IDE intervienen la Administración, la empresa privada, la universidad y los usuarios, cada uno con intereses y necesidades bien diferentes. Parece muy importante que sus iniciativas y actuaciones, estén coordinadas, armonizadas e integradas en un contexto más amplio, con pleno reconocimiento ante terceros interesados y con efectos jurídicos y técnicos de conformidad con la normativa aplicable en el ámbito territorial. Pero, ¿quién o qué organización tiene autoridad para esta labor de regulación? Una solución sería que ese papel lo desempeñara un organismo colectivo, en el que todos los actores relevantes estuvieran representados, cuya organización y burocracia no fuera demasiado pesada y en el que todos los implicados se sientan cómodos.

La solución organizativa óptima depende de la cultura de cada país o región y de los medios de que se disponga. Para el caso concreto de España, el organismo colectivo es el Consejo Superior Geográfico (CSG), órgano dependiente del Ministerio de Fomento que ejerce la función consultiva y de planificación de la IG y de la cartografía oficial. Las funciones a desarrollar por el CSG en relación con la IDE de España aparecen descritas en el REAL DECRETO 1545/2007.

3.2.2 La importancia de la existencia de un marco legal

El establecimiento de un marco común y la necesidad de coordinación entre todos los agentes implicados, son las circunstancias que hacen necesario el marco legal para sostener el proyecto IDE dentro de una comunidad. Por un lado, al ser una IDE una infraestructura

básica, es lógico que la Administración lidere su implementación, y para coordinar las distintas iniciativas gubernamentales, lo más eficaz es una norma legal.

El marco legal establece las competencias, el régimen jurídico, los requisitos de colaboración entre organismos públicos, la política de datos general a adoptar, en el ámbito de la cartografía y de la IG de los organismos implicados. En España, por ejemplo, se han aprobado diferentes normas legales tanto en el ámbito nacional (LEY 14/2010) como en ámbitos regionales: Andalucía (DECRETO 141/2006), Aragón (RESOLUCIÓN de 1 de junio de 2010), Cataluña (LEY 16/2005), Castilla y León (DECRETO 82/2008), etc., conforme a su división administrativa. También en Latinoamérica una buena mayoría de países tienen sus normativas aprobadas, como es el caso de Colombia a través del DECRETO 208/2004.

3.2.3 La importancia de la Directiva INSPIRE en Europa

El marco legal que fija las normas generales para el establecimiento de una infraestructura de información espacial en la Comunidad Europea es la Directiva INSPIRE [41], orientada a la aplicación de las políticas comunitarias con una incidencia, directa o indirecta, en el medio ambiente. INSPIRE establece los principios para crear una IDE a nivel europeo basándose en las infraestructuras establecidas y gestionadas por cada uno de los Estados miembros.

Los principios fundamentales que esta Directiva establece pueden resumirse en:

- Los datos deben recogerse una sola vez y deben gestionarse allí dónde puedan mantenerse del modo más efectivo.
- Debe ser posible combinar, de forma coherente, datos espaciales de diversas fuentes en toda la Comunidad, más allá de las fronteras y compartirlos con muchos usuarios y aplicaciones.
- Se compartirán los datos espaciales recogidos por las administraciones en todas las escalas y a todos los niveles de detalle, ya sea desde un alto grado de detalle para fines de investigación, como a un nivel general para propósitos estratégicos.
- La IG necesaria para una buena gestión a todos los niveles debe estar disponible, ser fácilmente accesible, ser fácil de entender y deben conocerse bajo qué condiciones puede adquirirse y utilizarse.

El avance en la transposición de esa Directiva a cada uno de los países de la UE puede consultarse en la página web informativa de la Unión Europea.

La directiva INSPIRE ha impulsado un movimiento de tal magnitud, que a fecha de 2011 ya hay disponibles más de 1000 servicios web de IG en Europa y casi todos los países miembros tienen un geoportel nacional.

3.3 El componente tecnológico

En los proyectos IDE, la arquitectura por excelencia es la denominada arquitectura cliente-servidor, en la que una serie de clientes (navegadores web) solicitan una serie de servicios a

ordenadores-servidores remotos. Estos últimos procesan las peticiones de los navegadores (realizadas según el protocolo HTTP) y devuelven respuestas que se ven en páginas HTML.

3.3.1 Lenguajes de transferencia y comunicación

La estructura principal de las páginas que se muestran a través de Internet es una estructura de etiquetas, en la que a cada una se le asigna un valor. Dentro de los lenguajes de etiquetas, en el ámbito de las IDE es importante destacar dos lenguajes:

- XML: es un metalenguaje extensible de etiquetas desarrollado por el W3C [42]. La puesta en práctica de este lenguaje se puede encontrar, por ejemplo, en los registros de metadatos.
- GML: es un dialecto de XML para el modelado, transporte y almacenamiento de la IG. Un ejemplo práctico de uso de este lenguaje se encuentra en la descarga de datos de un WFS.

3.3.2 Concepto de interoperabilidad. Normas y estándares

Uno de los objetivos de las IDE es que se pueda compartir la IG procedente de diversas fuentes a través de Internet. Para eso, técnicamente es necesario que los sistemas se entiendan entre sí y además, que los datos que se compartan sean inteligibles y comparables por cada uno de los sistemas que los usan. Para lograrlo, se establecen los estándares que facilitan la interoperabilidad necesaria para que los datos, servicios y recursos de una IDE puedan utilizarse combinados y compartidos. Aquí se hará únicamente una introducción, ya que el tema se ampliará más adelante (ver cap. 17).

Según el Real Decreto 4/2010, la **interoperabilidad** es la capacidad de los sistemas de información y de los procedimientos a los que éstos dan soporte, de compartir datos y posibilitar el intercambio de información y conocimiento entre ellos.

La norma ISO 19119 sobre servicios web define el concepto de interoperabilidad como la capacidad para comunicar, ejecutar programas, o transferir datos entre varias unidades funcionales sin necesitar que el usuario conozca las características de esas unidades. La obligación de lograr la interoperabilidad conduce a la necesidad de abordar la creación y adopción de estándares.

Los propósitos de los estándares en el campo de la IG son:

- Proporcionar una buena especificación semántica (tener bien definido el significado de los datos que se quieren intercambiar).
- Proporcionar formatos definidos. Se reducirán costes y no se perderá la calidad al no tener que convertir formatos para que sean interoperables.
- Reducir costes en la implementación y mantenimiento del *software*.
- Reducir costes al evitar duplicaciones. Cada productor de datos se encarga de mantener sus datos actualizados.
- Mejorar la colaboración entre instituciones y clientes entre sí.

En el proceso de estandarización existen dos clases de actuaciones:

- Los procesos formales (*de iure*) se caracterizan por desarrollarse por un organismo de normalización oficial, altamente consensuado y legalmente aceptado. Como resultado se elaboran normas con respaldo legal. Las organizaciones ISO [43], CEN [44], AENOR [45], etc. son ejemplos conocidos de organismos que llevan a cabo estos procesos.
- Los procesos más prácticos (*de facto*) liderados por organismos que no tienen como misión la elaboración de normas (típicamente asociaciones de empresas y/o de grandes usuarios) que, con los necesarios consensos, producen documentos de aplicación voluntaria sin respaldo legal. Por ejemplo, en el área de la IG pueden citarse las conocidas **especificaciones** elaboradas por OGC y que posteriormente, la mayoría de ellas están siendo consideradas por ISO para la elaboración de sus normas.

3.4 El componente geográfico

La descripción geográfica de un territorio y de los fenómenos que sobre ella ocurren, exige la existencia de conjuntos de datos de los que además se conozcan sus características de calidad, actualidad, procedencia, etc. Con esos datos se puede pensar en la elaboración de servicios para en su publicación en Internet.

3.4.1 Los datos

Los datos geográficos que se utilizan en las IDE pueden clasificarse, según el tipo de información que representan, en:

- Datos de referencia: son los datos fundamentales que sirven de base para construir o referenciar cualquier otro conjunto de datos temáticos. Cumplen la misma función que la cartografía básica y son de propósito general. Ejemplos de este tipo de datos son: el sistema de coordenadas, las unidades administrativas, las redes de transporte, hidrografía, relieve, ortofotos, etc.
- Datos temáticos: son los elaborados a partir de datos de referencia, a los que se añade otras informaciones, que describen determinados temas concretos que ocurren sobre el territorio, como por ejemplo la hidrografía, la geología, el medioambiente, la climatología, etc.

Como se verá en el cap. 7, a su vez los datos digitales también pueden clasificarse según su estructura de una manera más general como datos raster o vectoriales. Por ejemplo, una ortofoto o un modelo digital de elevación pueden clasificarse como raster, mientras que una red de carreteras sería vectorial.

3.4.2 Los metadatos

Los metadatos informan a los usuarios sobre las características de los datos y de los servicios geográficos:

- Metadatos de datos, son los que describen las características de conjuntos de datos geográficos. Así, en un mapa topográfico, producido por un organismo cartográfico,

su registro de metadatos incluiría: la escala, el sistema de referencia por coordenadas, la fecha de creación, la fecha en que la información fue recogida, su autor, el ámbito espacial que cubren, etc.

- Metadatos de servicio, que describen las características del servicio. En este caso, un servicio de visualización de una organización (WMS) incluiría la siguiente información en su registro de metadatos: su dirección URL, la organización que lo proporciona, el ámbito espacial que cubre, el tiempo de respuesta, etc.

Sin embargo, de nada sirve que haya muchos datos y que estén muy documentados si no se sabe dónde están ubicados. Uno de los pilares fundamentales en el que se sustenta una IDE es el servicio de catálogo para la web (CSW). Este servicio permite a los usuarios la búsqueda, localización, acceso y selección de los datos geográficos almacenados en diferentes servidores. Para que los catálogos puedan ser interoperables y admitan búsquedas distribuidas, es necesario disponer de registros de metadatos que cumplan determinadas normas y estándares. En la actualidad, la norma ISO 19115:2003 *Geographic Information Metadata* es la norma internacional en materia de metadatos para datos. ISO 19119:2005 *Services* es la norma que incluye la descripción de los metadatos de servicios. Sobre metadatos se hablará con posterioridad en los capítulos 10 y 11 de este Libro.

3.4.3 Los servicios

La definición técnicamente rigurosa de «servicio» es la que aparece en la Norma ISO 19119:2005 que afirma que «servicio es una parte distinguible de la funcionalidad proporcionada por una entidad a través de una interfaz». En un lenguaje más próximo a nuestro entorno geomático se puede decir que un servicio web no es más que una aplicación que está ejecutándose continuamente en un ordenador (servidor), accesible desde Internet, que cuando recibe una petición en el formato adecuado, proporciona la respuesta correspondiente.

Una IDE se basa en un conjunto de servicios web que ofrecen una serie de funcionalidades útiles para la comunidad de usuarios. Este conjunto de funcionalidades resultan accesibles desde un simple navegador a través de Internet y consisten principalmente en la visualización, consulta, análisis y descarga de datos geográficos. En las IDE, el concepto fundamental alrededor del que gira toda la concepción del sistema, es el servicio y no los datos como ocurre en un SIG. Quien mejor ha dado una lección en ese sentido ha sido Google Earth, seguido de otros Globos Virtuales que, con datos de fecha desconocida, problemas de resolución, errores de cientos de metros en ocasiones y otros problemas, ha tenido un éxito espectacular debido a que la calidad del servicio es excelente.

El organismo encargado de elaborar los documentos técnicos de cada uno de los servicios web que se pueden implementar en una IDE es OGC. A continuación, se describe brevemente las características principales de los servicios más importantes especificados por este consorcio. Con posterioridad, en los capítulos 27, 28, 29 y 30, se describirán los servicios con mayor profundidad.

a) Servicio Web de Mapas (WMS)

Su principal objetivo es visualizar la IG almacenada en los servidores de datos de las organizaciones que integran la IDE. Esta especificación define mapa como una representación de la IG en forma de imagen digital, adaptada para la visualización en una pantalla de ordenador. El mapa es una imagen de los datos almacenados en los servidores.

Este servicio se solicita a través del navegador web del usuario que envía una petición en forma de URL. Esta petición se recibe y procesa por el servidor WMS que, como respuesta, devuelve al usuario una imagen en formato JPEG, GIF, PNG, etc. La definición de un formato u otro garantiza la transparencia de las capas de información, permitiendo la combinación de capas procedentes de diferentes servicio WMS. Este servicio permite también opcionalmente consultar los atributos alfanuméricos de la información que se visualiza [46].

Los mapas generados por los WMS pueden visualizarse a través de un navegador web (también llamados clientes ligeros), como Internet Explorer, Mozilla Firefox, Opera, Google Chrome, etc., o a través de algún *software* (llamados clientes pesados) que deben instalarse en el ordenador del usuario. En ambos tipos de clientes los visualizadores incluyen operaciones sencillas de visualización como: activar y desactivar capas, cambiar el orden y transparencia de las mismas, acercar y alejar, desplazarse sobre el mapa, vuelo panorámico, etc.

b) Descriptor de Estilos de Capa (SLD)

Es una extensión de la especificación WMS que permite a los usuarios utilizar estilos de simbolización propios, permitiendo definir cómo se va a representar la IG a través de la web. En [47], OGC define las características del lenguaje necesario para crear cada uno de los estilos de simbolización particulares que se definan.

c) Servicio Web de Fenómenos, entidades u objetos (WFS)

Este servicio permite acceder y consultar los atributos de un objeto (*feature*) geográfico como un río, una ciudad o un lago, representado en modo vectorial. Un WFS permite no sólo visualizar la información tal y como lo permite un WMS, sino que también permite acceder a la información y descargarla.

Este servicio dispone de operaciones obligatorias y optativas. Entre las primeras se encuentra la que permite descargar los datos geográficos y entre las segundas se encuentra la que permite manipular (editar, borrar, crear) la información almacenada en la base de datos (sólo a los actores autorizados) [48].

Hay discrepancias dentro de la comunidad geográfica en admitir el término “*fenómeno*” como el equivalente español del concepto inglés “*feature*”, aplicado a la información geográfica. No es de extrañar por lo tanto, que en algunas publicaciones se refieran al WFS como “servidor de entidades” o “servidor de objetos”.

d) Servicio de Nomenclátor (WFS-G)

Es un caso específico del servicio WFS ya que ofrece la posibilidad de localizar un objeto geográfico de

nombre dado y consultar los atributos que tenga asociados. Es un servicio web muy importante, ya que es el modo más natural de seleccionar la zona que el usuario quiere ver o consultar [49].

e) Servicio Web de Coberturas (WCS)

Es el servicio análogo al WFS pero en lugar de trabajar con datos en formato vectorial, lo hace con datos raster. Permite no sólo visualizar información raster, como lo permite un WMS, sino además permite consultar el valor del o los atributos almacenados en cada píxel [50].

f) Servicio de Catálogo para la Web (CSW)

Permite la publicación y búsqueda de información que describe datos, servicios, aplicaciones y en general, todo tipo de recursos de la IDE. Los servicios de catálogo, que están basados en el acceso a los metadatos de los datos y los servicios, son necesarios para proporcionar capacidades de búsqueda y solicitud de los recursos existentes dentro de una IDE [51].

g) Otros estándares en las IDE

Además de las ya citadas, existen otras organizaciones que han definido estándares que se aplican y utilizan en una IDE. Tal es el caso del W3C que ha definido entre otros el estándar SOAP [52], que es una forma general de definir servicios en la Red mediante una petición y una respuesta estandarizadas; el estándar FTP para la descarga de ficheros; o el estándar RDF [53] para la descripción semántica de recursos.

3.5 El componente social

La parte humana de las IDE se compone de actores interesados en su puesta en marcha, ya sea por el hecho de producir datos, pertenecer a la cadena de distribución, ser usuarios o simplemente pertenecer a comunidades de difusión y apoyo.

3.5.1 Los actores de una IDE

La experiencia dice que para que un proyecto IDE tenga éxito, es necesaria la participación de un conjunto de actores, cada uno con su rol específico:

- **Productores de datos:** son organismos y organizaciones públicas y privadas que se encargan de producir datos. En la mayoría de los proyectos IDE, este papel lo desempeñan inicialmente organismos públicos.
- **Proveedores de servicio:** son organizaciones que asumen la implementación, puesta en producción y mantenimiento de servicios web. Lo más natural y eficaz es que el organismo que ha producido unos datos sea el que se encargue de proporcionar el servicio web correspondiente, garantizando así que la información que muestre el servicio esté actualizada.
- **Desarrolladores de software:** son individuos, organismos y organizaciones públicas o privadas que crean las aplicaciones que intervienen en una IDE, ya sean las aplicaciones que proporcionan los servicios, las aplicaciones cliente que los explotan, o los geoportales que son la puerta de entrada a una IDE y que presentan toda la información. Este papel con frecuencia lo desempeñan empresas privadas y universidades.

- **Colaboradores en la definición de estándares y normas:** son organismos públicos, universidades y empresas privadas que colaboran en el desarrollo de los borradores y contribuyen a la creación de las versiones finales de estos documentos.
- **Intermediarios (*brokers*):** normalmente son empresas y organizaciones que aprovechando los recursos básicos que hay disponibles en una IDE (servicios, *software* compartido, datos, metadatos...) los integran, adaptan y generan servicios de valor añadido.
- **Usuarios finales:** son ciudadanos, organismos públicos o privados, empresas, universidades y cualquier otra persona física o jurídica que definen las necesidades de la IDE. Colectivamente son el actor más importante para el desarrollo de un proyecto IDE, y suelen organizarse en comunidades.

3.5.2 Las comunidades IDE

Para que una IDE sea un proyecto con éxito, que permanezca y se consolide con el paso del tiempo, es necesario llevar a cabo un conjunto de actividades de difusión y formación de la filosofía de las IDE en la sociedad. Como consecuencia se genera y consolida una comunidad IDE, formada por una variedad de actores de todo tipo que colaboran y cooperan en las IDE. En algunas ocasiones surgen de un modo natural pero en la mayoría de los casos son las instituciones públicas las que las promueven y en ocasiones patrocinan, como parte de su papel de liderazgo.

En España, existe la comunidad de la IDEE que está constituida por empresas privadas, administraciones, universidades, particulares y que contribuyen a la difusión del proyecto IDEE tanto dentro de España como en los países vecinos y naciones relacionadas (Iberoamérica, Europa...).

Hay que destacar como una labor muy importante para la difusión de las IDE en una comunidad, la realización de cursos de formación y congresos en los que se ven implicados tanto organizaciones públicas como privadas. También hay que señalar el papel de las universidades formando y transmitiendo sus experiencias tanto a organizaciones como a los propios usuarios finales.

En este apartado, deben citarse por su importancia, las comunidades virtuales que se generan en Internet basadas en listas de distribución como la lista IDEE de RedIRIS [54], los boletines de noticias como el blog IDEE [55], el boletín sobre IDE [56] o el Newsletter IDE Iberoamérica [57].

3.6 Conclusiones

Una IDE se define como un sistema informático integrado por (a) un conjunto de datos y servicios (descritos a través de sus metadatos), (b) de tecnologías que permiten gestionarlos y manipularlos a través de Internet, (c) de estándares que regulan y garantizan la interoperabilidad de los datos y (d) de acuerdos políticos que permiten que un usuario, utilizando un simple navegador, pueda acceder y combinar la IG según sus necesidades, acercándola así a la sociedad.

Para poder poner en marcha estos sistemas es necesario disponer de:

- Un **componente político**, responsable de fomentar esta iniciativa y que determine las actuaciones legales que establezcan el marco y regulen su desarrollo.
- Un **componente tecnológico** para que este sistema funcione a través de Internet. Para ello, es necesario que exista una comunicación efectiva entre los usuarios y los servidores por medio de una arquitectura conocida como “cliente-servidor”, en la que se intercambie información en un determinado formato (GML, XML, etc.).
- Un **componente geográfico**, formado por los conjuntos de datos y servicios web geográficos que se proporcionan a través de una IDE, así como los registros de metadatos que los describen.
- Un **componente social**, que se corresponde con un conjunto de actores, cada uno de ellos con un rol determinado, interesados en su puesta en marcha, ya sea por el hecho de ser productor de datos, de *software* o por pertenecer a las comunidades de difusión responsables de formar en la filosofía IDE. Este componente es necesario para que una IDE permanezca y se consolide con el paso del tiempo y en consecuencia, consiga el éxito de esta iniciativa en la sociedad.

CAPÍTULO 11

METADATOS DE LA INFORMACIÓN GEOGRÁFICA: NORMATIVAS, IMPLEMENTACIÓN Y PUBLICACIÓN

Alejandra Sánchez-Maganto¹, Antonio F. Rodríguez²

^{1,2}Centro Nacional de Información Geográfica, IGN de España

¹asmaganto@fomento.es, ²afrodriguez@fomento.es

Resumen. En capítulos anteriores se ha visto cómo modelar el mundo real y generar un conjunto de datos geográficos que lo describa; se ha explicado la importancia de la interoperabilidad para lograr un funcionamiento eficaz de las IDE; se ha puesto de manifiesto la oportunidad de disponer de iniciativas IDE en la sociedad y el papel tan relevante que juegan en la toma de decisiones al permitir combinar la IG de distintos organismos y acceder a multitud de servicios. En ese contexto, para poder acceder a los conjuntos de datos y a los servicios de los diferentes proveedores, es necesario que tanto unos como otros se encuentren adecuadamente descritos e indexados; de ahí la importancia de tales descripciones, llamadas metadatos, y el papel esencial que juegan en las IDE. La descripción de la información geográfica es una tarea complicada y compleja, debido a las características de la IG que hace que sea difícil de gestionar. El uso de normas, perfiles y guías de metadatos ayudan a lograr la normalización de los metadatos y la aplicación de criterios comunes, haciendo posible que, por un lado, los productores de datos puedan gestionar y organizar mejor la información que producen; y por otro, que los usuarios puedan localizar, acceder, adquirir y utilizar esa información de un modo más eficiente. En el ámbito internacional, las normas ISO 19115, ISO 19115-2, ISO 15836 e ISO 19119 fijan los criterios sobre la estructura, el contenido y el modelo de metadatos a aplicar; e ISO/TS 19139, el formato de intercambio en archivos XML. En el ámbito europeo, la Directiva INSPIRE ha establecido unas normas de ejecución destinadas a garantizar que los registros de metadatos sean compatibles y utilizables en un contexto comunitario y transfronterizo. Por último, muchos países o comunidades han definido sus conjuntos de metadatos mínimos recomendados basándose en las normas ISO, como ocurre con el Núcleo Español de Metadatos (NEM). Para facilitar la creación de los registros de metadatos, existen herramientas que cumplen con las normas, como por ejemplo CatMDEdit, ServiCube, Geonetwork e incluso el prototipo desarrollado por INSPIRE. Para que un proyecto IDE de una comunidad o sociedad se consolide y dure en el tiempo, es necesario que los metadatos se conviertan en un elemento más en el ciclo de producción, mantenimiento y actualización de la IG. Por ello, es recomendable establecer actividades que favorezcan el conocimiento en metadatos y los beneficios que su generación y publicación pueden proporcionar en la sociedad. El acceso a los registros de metadatos en un geportal IDE se realiza a través del catálogo, componente básico de las IDE, ya que permite recuperar los registros de metadatos y, gracias a éstos, responder a las consultas y necesidades de los usuarios.

Palabras Clave: Documentación, Metadatos de datos y de servicios, ISO 19115, ISO 19119, Perfiles, Catálogo, CSW.

11.1 Introducción

Los datos geográficos digitales modelan el mundo real para su visualización y análisis a través de medios muy diversos (GDSI, 2009). Esta visión que se da del mundo real tiene unas características «propias» que quedarán reflejadas a través de los metadatos.

Los metadatos, datos sobre los datos, (Rajabifard, 2009) son descripciones de las características de los datos (calidad, propietario, fecha de actualización, usos permitidos, precios, etc.), que permiten a un productor de datos de IG describir las características del conjunto de datos que produce; y a un usuario, utilizarlos adecuadamente. Por ejemplo, para que en una hoja de un Mapa Topográfico Nacional se pueda conocer a través de los metadatos en qué sistema de referencia se encuentra, qué organismo lo ha producido, qué fecha de creación tiene, etc.

Pero los metadatos no sólo existen en el ámbito de la IG, sino que cualquier recurso tiene asociado un registro de metadatos. Por ejemplo, una imagen JPEG o un simple fichero de texto word tienen sus propios metadatos que rara vez se eliminan cuando se comparten a través de Internet, pudiéndose así conocer el editor del archivo, su fecha de creación, etc. Por un lado, esto supone un riesgo en función de la privacidad que se quiera o se deba mantener respecto a una información dada, y una garantía sobre su autenticidad. Por otro lado, el acceso electrónico de los ciudadanos a los servicios públicos necesita que las administraciones dispongan de registros de metadatos para cada uno de los documentos publicados, garantizando así su interoperabilidad.

Pero, ¿qué es un registro de metadatos? Pues bien, en última instancia es un archivo en formato XML que contiene la información mínima necesaria para identificar unos datos; describe los atributos y contenidos de un producto principal (Manso *et al.*, 2009), para lo cual es necesario dar respuestas a preguntas del tipo: ¿cuál es el nombre del recurso?, ¿de dónde proviene?, ¿quién es el responsable de la información?, ¿qué extensión geográfica tiene?, ¿cuál es su fecha de creación? , etc.

Dentro del contexto de las IDE, los metadatos juegan un rol fundamental (Nogueras Iso *et al.*, 2004) porque permiten que los usuarios accedan a través de los catálogos a los conjuntos de datos y a los servicios, a los que se extiende también la descripción mediante metadatos para que se entiendan, compartan y exploten de manera eficaz.

En este capítulo se profundiza sobre el proceso de construcción de los metadatos geográficos en el contexto de las IDE, describiendo: a) las principales normas y perfiles que permiten cumplir los objetivos de normalización y documentación de los conjuntos de datos y servicios geográficos, b) ejemplos de herramientas para su creación y c) un conjunto de sugerencias para su implementación. Finalmente se incluye una descripción del servicio de catálogo y su relación con los metadatos.

11.2 Conceptos básicos

Un buen ejemplo para tener una idea clara sobre qué son los metadatos y qué tipo de información pueden contener, es el de la información marginal que rodea el marco de hoja de un mapa clásico en papel. Se describe el autor, fecha, escala, proyección cartográfica y todos los detalles que definen el contexto mínimo que permite interpretar correctamente la cartografía en cualquier circunstancia. Esta es la idea esencial de los metadatos, y en [97] puede verse un ejemplo que cumple ISO 19115.

Al generalizarse la producción de datos geográficos digitales, apareció una primera concepción de los metadatos como «datos sobre los datos» (ISO 19115). Con la llegada de las IDE basadas en servicios, se amplió el concepto y se habló de metadatos como «datos sobre datos y servicios» [98]. Pero la última evolución del concepto de metadatos consiste en utilizarlos para documentar cualquier recurso (ISO 15836), ya sea un fichero, un documento, un proyecto, un autor o cualquier otra cosa.

Del mismo modo que los datos geográficos presentan diversos grados de detalle según su resolución, la generación de los correspondientes metadatos se puede realizar a diferentes niveles. Así puede crearse un registro de metadatos de una serie cartográfica de todo un país o de un simple conjunto de datos como podría ser una ortofoto. Pero también se pueden crear metadatos de una base de datos geográficos, de un único objeto geográfico e incluso de un servicio web, como pueden ser los de mapas (WMS), de *Features* (WFS) o de procesamiento (WPS). Esos servicios forman parte de una IDE, y como su acceso se realiza a través de Internet, requieren buscarse y recuperarse mediante registros de metadatos.

La generación de metadatos geográficos persigue tres objetivos (que a su vez son beneficios) principales [99]:

- Organizar y mantener la inversión en datos realizada por una organización. Los metadatos fomentan la reusabilidad de datos sin tener que recurrir al equipo humano que se encargó de su creación inicial.
- Publicitar la existencia de IG a través de sistemas de catálogo. A través de este medio, las organizaciones pueden encontrar datos para usar, otras organizaciones con las que compartir datos y esfuerzos de mantenimiento, y ofrecer esos datos a usuarios potenciales.
- Proporcionar información que ayude a la transferencia de datos. Los metadatos deberían acompañar siempre a los datos pues facilitan un acceso, adquisición y utilización más eficaz, lográndose la interoperabilidad de la información cuando procede de diversas fuentes.

Puesto que los metadatos describen datos, servicios, y en general recursos, la tarea de su creación corresponde a los propios organismos productores de recursos de IG, que deben a su vez, crear los registros de metadatos asociados. Así, por ejemplo, cada WMS publicado y cada Modelo Digital del Terreno (MDT) deberían tener su fichero de metadatos.

11.3 Los metadatos geográficos en el marco de las IDE

Una IDE puede definirse como un sistema informático integrado por un conjunto de datos, servicios, aplicaciones, normas, estándares y acuerdos institucionales para facilitar el acceso y la explotación de la IG (Rodríguez *et al.*, 2006). Para poder acceder y explotar la IG a través de una IDE del modo más eficiente, es necesario tener documentados los datos y servicios mediante metadatos geográficos. A continuación se describen las principales normas aplicables, se mencionan algunos ejemplos de herramientas para la generación de metadatos y se incluyen una serie de sugerencias para la implementación de metadatos en una IDE.

11.4 Normas de metadatos

Los metadatos resultan realmente útiles y eficaces cuando se generan conforme a una norma, lo que permite mezclar en una consulta metadatos procedentes de diferentes fuentes de información y, en general, que haya interoperabilidad para los metadatos.

11.4.1 ISO 19115: descripción de datos geográficos

El Comité Técnico 211 de ISO, titulado «Geomática-Información Geográfica», desarrolló y aprobó en 2003 la norma internacional ISO 19115:2003, «Información geográfica. Metadatos» (AENOR, 2003). En el año 2006, se publicó un corrigiendo de dicha norma en ISO 19115:2003/Cor 1:2006.

La norma ISO 19115 original estaba destinada principalmente a documentar IG digital, aunque era fácilmente extensible a productos cartográficos analógicos. Por otro lado, la mayoría de sus elementos estaban pensados para información vectorial. Por ello, la norma resultaba insuficiente para una completa y adecuada documentación de la información raster, por lo que en el año 2009 se publicó una extensión para establecer los metadatos para la información raster: ISO 19115-2:2009 «Información geográfica. Metadatos. Parte 2: Extensiones para imágenes y datos malla» (AENOR, 2011).

ISO 19115 proporciona un modelo y establece un marco común de terminología, definiciones y procedimientos de aplicación, que permiten describir IG. Es aplicable a la catalogación de diferentes niveles de información tales como conjuntos de datos geográficos, series de conjunto de datos o fenómenos geográficos individuales, entre otros [99]. También proporciona información sobre la identificación, calidad, extensión geográfica y temporal, el sistema de referencia, la distribución de datos espaciales y muchos otros aspectos de IG.

La norma presenta un modelo de metadatos, descrito en UML, estructurado en paquetes, en el que cada uno de ellos puede contener varias entidades de metadatos (clases UML), que pueden estar o no relacionadas entre sí. De este modo, por ejemplo, existe el paquete «Identificación» (MD_Identification), que contiene como entidades: el título del recurso, resumen, propósito, punto de contacto, etc. Las entidades, a su vez, contienen los elementos o ítems individuales de metadatos y cada elemento de metadatos se define a través de tablas con la siguiente información:

- Nombre (*Name*): etiqueta asignada a la entidad o al elemento de metadatos.
- Nombre corto (*Short Name*): nombres definidos para cada elemento, para la posterior implementación en XML.
- Definición (*Definition*): descripción del elemento o entidad de metadatos.
- Obligación/condición (*Obligation/Condition*): establece si la inclusión del elemento es obligatoria, opcional o condicional.
- Ocurrencia máxima (*Maximum Occurrence*): número máximo de instancias que la entidad o el elemento de metadatos puede tener.
- Tipo de dato (*Date Type*): cadena de texto, clase, asociación, etc.
- Dominio (*Domain*): texto libre, enumeración, valores concretos, etc.

Esta norma define un conjunto muy extenso de elementos (casi 300 ítems), e incluye 27 listas controladas, por lo que catalogar cada conjunto de datos por medio de esos 300 elementos descriptores es enormemente trabajoso (Manso *et al.*, 2010). Para agilizar dicha tarea, la norma incluye un conjunto mínimo de metadatos, el llamado núcleo o core, que facilita la localización, acceso, transferencia y utilización de datos. Este núcleo está formado por elementos obligatorios y opcionales, que se consideran los más frecuentemente usados y esenciales. Cualquier organización que quiera elaborar un perfil propio basado en ISO 19115 debe incluir, como mínimo, los elementos definidos en dicho núcleo, que se recogen en la Tabla 11.1.

TABLA. 11.1. Núcleo de metadatos que define ISO 19115. Los elemento pueden ser: Obligatorios (O), Opcionales (Op) y Condicionales (C). (Fuente: Elaboración propia)

Título del conjunto de datos (O)	Tipo de representación espacial (Op)
Fecha de referencia de los datos (O)	Sistema de Referencia (Op)
Parte responsable de los datos (Op)	Linaje (Op)
Localización geográfica (C)	Localización geográfica (C)
Idioma de los datos (O)	Identificador del archivo de metadatos (Op)
Conjunto de caracteres de los datos (C)	Nombre de la norma de metadatos (Op)
Categoría del tema de los datos (O)	Versión de la norma de metadatos (Op)
Resolución de los datos (Op)	Idioma de los metadatos (C)
Resumen de los datos (O)	Conjunto de caracteres de los metadatos (C)
Formato de distribución (Op)	Punto de contacto de los metadatos (O)
Información adicional de la extensión de los datos (vertical y temporal) (Op)	Fecha de creación de los metadatos (O)

11.4.2 Perfiles de metadatos

El núcleo de ISO 19115 puede resultar insuficiente en muchos ámbitos de actuación específicos o comunidades de interés, por lo que la norma establece el concepto de «perfil» como aquel conjunto de elementos que se adapta a las necesidades de una organización en

particular, conservando la interoperabilidad y estructura de la base original. Un perfil de metadatos debe contener como mínimo los elementos del *core* o núcleo de ISO 19115, más un conjunto de elementos adicionales.

La norma ISO 19106:2004 «Información geográfica. Perfiles», determina las reglas a seguir para establecer un perfil. Dos perfiles de metadatos de interés para la comunidad hispanohablante son el NEM y el LAMP que se describen someramente a continuación:

- El NEM (Núcleo Español de Metadatos) es un perfil formado por elementos de ISO 19115 (Sánchez *et al.*, 2005), compuesto por un conjunto mínimo de elementos de metadatos recomendados en España para describir conjuntos de datos. Se ha generado por consenso entre los productores de datos en España y se adecúa a las normas de ejecución de metadatos de INSPIRE [100], (NEM 1.1, 2010).
- El Perfil de Metadatos Geográficos para Latinoamérica (LAMP) se ha desarrollado de la mano de tres organizaciones clave: GSDI, Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) y el IPGH. Es un perfil de ISO 19115, en fase de aprobación (septiembre de 2011), que se compone de once secciones. Ocho de ellas se consideran secciones principales (referencia de los metadatos, identificación, calidad, representación espacial, sistema de referencia, contenido, distribución, extensión de los metadatos). Las tres restantes se consideran secciones de soporte (mención, contacto, información de la fecha).

11.4.3 ISO/TS 19139: un formato para los metadatos

La norma internacional ISO 19115 define un conjunto de elementos para documentar los datos, pero no establece un formato físico para intercambiarlos o almacenarlos. De ello se ocupa la especificación técnica ISO/TS 19139, que define los esquemas XML necesarios para generar metadatos conforme a ISO 19115 en formato XML. Esos esquemas XML se han generado a partir los modelos UML definidos en ISO 19115, y aplicando las reglas de codificación definidas en la norma «Información geográfica. Codificación» (ISO 19118:2005), para transformar los esquemas conceptuales UML descritos en cualquiera de las normas de la serie ISO 19100 en esquemas XML.

11.4.4 Normas de ejecución de metadatos de INSPIRE

La Directiva 2007/2/CE [98] establece reglas concretas para la creación de una IDE en la Comunidad Europea. Tiene seis principios generales, uno de los cuales tiene mucho que ver con los metadatos: «que sea posible localizar los datos espaciales disponibles, evaluar su adecuación para un determinado propósito y conocer las condiciones de uso». Para garantizar su cumplimiento, se ha aprobado el Reglamento (CE) N° 1205/2008 [101], también llamado normas de ejecución de metadatos, que definen un conjunto mínimo de elementos obligatorios para documentar los conjuntos de datos espaciales, las series y los servicios espaciales correspondientes a los temas indicados en los anexos I, II y III de la Directiva. Este conjunto mínimo no excluye que las organizaciones productoras de información documenten sus recursos con elementos adicionales procedentes de normas internacionales o proce-

dimientos locales. Los elementos de metadatos se extraen de las normas ISO 19115 e ISO 19119. Todas las características técnicas de cada uno de dichos elementos aparecen descritas en un documento de Directrices [102]. Las normas de ejecución INSPIRE en realidad no son normas, en el sentido de normalización¹, sino disposiciones legales que forman parte del marco jurídico europeo y son de obligado cumplimiento en toda la Unión Europea.

11.4.5 ISO 19119: metadatos de servicio

Las IDE se basan en la Arquitectura Orientada a Servicios, y los servicios son el concepto fundamental que orienta toda su concepción (Rodríguez, 2006). En ese sentido, la descripción de servicios para su gestión eficaz parece una tarea tan esencial o más que la documentación de conjuntos de datos. Para cubrir ese aspecto, el Comité Técnico 211 ha elaborado la norma internacional ISO 19119:2005 «*Geographic Information-Services*». Esta norma establece un modelo para describir los servicios web de IG y representa una extensión de la norma 19115, ya que incluye elementos y tipos de datos específicos para describir adecuadamente servicios (AENOR, 2007; Nogueras et al., 2009). Se plantea así un registro de metadatos de servicio formado, por un lado, por elementos que proceden de ISO 19115, como el título del servicio y el autor; y por otro lado, por elementos específicos definidos en ISO 19119, como el tipo de operaciones que ofrece.

Para poder obtener información de las propiedades de un servicio y completar su registro de metadatos, lo habitual es consultar su autodescripción, es decir, su fichero de «capacidades», ‘*capabilities*’ — mediante la operación *GetCapabilities*, definida en la correspondiente especificación OGC, lo que permite recuperar, por ejemplo: el nombre del servicio, el estándar OGC que cumple, la versión, quién publica el servicio, la zona que cubre, las restricciones de uso, un punto de contacto, el sistema de referencia, las capas que incluye, etc.

Las «capacidades» permiten completar la mayoría de los ítems de metadatos que definen ISO 19115 e ISO 19119, el resto será necesario documentarlos por otros medios. De ahí que una de las tareas fundamentales a acometer cuando se implementa un servicio web sea completar el fichero de «capacidades» de manera cuidadosa y completa, para tratar que la descripción tenga la máxima calidad posible. [104]

11.4.6 Dublin Core

La iniciativa de Metadatos *Dublin Core* (ISO 15836: 2003), nacida en Dublín en 1995, es una organización dedicada a la promoción y difusión de normas sobre interoperabilidad de metadatos y el desarrollo de vocabularios especializados en metadatos para la descripción de recursos, de manera que el usuario pueda realizar búsquedas y recuperar información de una manera rápida y eficiente (Duval *et al.*, 2002; Kresse y Fadaie, 2004).

(¹) Una norma es un documento de aplicación voluntaria que contiene especificaciones técnicas basadas en los resultados de la experiencia y del desarrollo tecnológico. Las normas son el fruto del consenso entre todas las partes interesadas e involucradas en la actividad que constituye su objeto. Deben aprobarse por un organismo de normalización reconocido, como ISO, CEN en Europa o AENOR en España [104]

Dublin Core define sólo quince elementos muy básicos para describir cualquier tipo de recurso, pudiéndose documentar un fichero, servicio, publicación, programa, página web, autor, fuente, organización, etc. Este esquema de metadatos se utiliza mucho a nivel mundial y su independencia semántica permite que se pueda estructurar de un modo muy sencillo en formato XML, por lo que se está convirtiendo en una infraestructura de desarrollo muy importante en la Web Semántica, y una de las claves para la interoperabilidad (Duval, 2002). Esta iniciativa ha adquirido el rango de norma internacional, al aprobarse como la norma ISO 15836:2003 «*Information and Documentation- The Dublin Core Metadata Element Set*». Los ítems del *Dublin Core* son muy similares a los elementos más utilizados de ISO 19115. La pasarela entre ambos modelos de metadatos se ha completado hace tiempo (CWA 14856:2003).

En el ámbito de la IDE, los elementos de *Dublin Core*, se utilizan para definir uno de los perfiles de acceso a los datos en el servicio de catálogo de OGC (CSW).

11.5 Herramientas para la gestión de metadatos

Una vez determinado el perfil de metadatos a implementar, es necesario disponer de una herramienta que ayude en el proceso de generación de metadatos. Existen diversas opciones en el mercado para crear metadatos de datos y de servicios, de entre las que pueden destacarse:

- CatMDEdit: herramienta *software* libre de edición de metadatos que facilita la documentación de los recursos. Permite crear registros de metadatos conforme a ISO 19115, ISO 19119, ISO 19538 (*Dublin Core*), INSPIRE, NEM y perfiles personalizados.
- Geonetwork [105]: aplicación de catálogo para administrar los recursos espaciales. Proporciona edición de metadatos tanto para datos como para servicios y las funciones de búsqueda, así como un visualizador que permite incluir servicios web de mapas. Actualmente se utiliza en numerosas iniciativas de IDE en todo el mundo.
- ServiCube [106]: aplicación web *software* libre que permite documentar y buscar servicios web mediante registros de metadatos.
- Editor de metadatos INSPIRE: editor web en línea que permite crear y validar metadatos de datos y servicios conforme al perfil de metadatos INSPIRE.

El grupo de trabajo de metadatos del FGDC, con la colaboración de NOAA-NGDC, ha llevado a cabo en 2009 un estudio comparativo de once herramientas capaces de generar metadatos conforme a la norma ISO 19115. Este estudio consta de dos partes: una primera parte que recoge información sobre las características técnicas de las herramientas, y una segunda parte que recoge las observaciones de voluntarios del grupo de trabajo de metadatos del FGDC. El resultado de este estudio está disponible en el portal web del FGDC, en su sección de metadatos [107].

11.6 Ideas clave para implementar metadatos

Uno de los factores que hacen posible que un proyecto IDE emergente se consolide y dure en el tiempo en una comunidad o sociedad, es la creación de equipos de personas multidisciplinares que se especialicen en metadatos: en el conocimiento de las normas, su evolución y novedades, en el proceso de gestión, control y mantenimiento de los registros de metadatos y, por último, en su publicación a través del catálogo de IDE.

Para que el equipo responsable de los metadatos de un proyecto IDE disponga de dichos equipos, es necesario que en el momento de producir IG, la unidad productora de datos y servicios establezca como requisito indispensable generar también un registro de metadatos; de tal modo que «dato más metadatos» se convierta en un único elemento en la cadena de producción, desde la toma de datos hasta su explotación. Para ello, se aconseja que la autoridad de la organización defina políticas de gestión de metadatos, tanto para llevar a cabo estos trabajos con personal interno como con personal externo, mediante la redacción de contratos que incluyan un apartado destinado a los metadatos.

Uno de los dilemas que se pueden plantear a la hora de generar metadatos es si es más eficaz abordar esa tarea con personal propio o, por el contrario, es mejor contratar su elaboración a personal externo. La experiencia acumulada en el IGN de España durante el despliegue de la IDEE (2004-2011) manifiesta que el equipo encargado de la producción y mantenimiento de datos es quien debe abordar la generación de los metadatos correspondientes, por dos motivos. Primero, son quienes mejor conocen los datos geográficos a catalogar y segundo, son quienes están en mejor posición para mantenerlos actualizados en un futuro. Por lo tanto, si se contrata con personal externo la toma de datos, ésta debe incluir la elaboración de los metadatos correspondientes, y si esa toma de datos se aborda con personal propio, lo mismo ha de hacerse con los metadatos. En el caso del IGN ha resultado muy eficaz la contratación de una asistencia técnica con una empresa externa especializada en metadatos, para cubrir la formación del personal interno, la elaboración de un plan de acción y de un primer conjunto de registros de metadatos, labores de asesoría y la correspondiente transferencia de conocimiento, para que a continuación el personal interno pudiera hacerse cargo de la producción y mantenimiento de metadatos

También es conveniente que las organizaciones productoras inviertan recursos en la organización de cursos, talleres, jornadas, seminarios u otros eventos sobre metadatos, para fomentar su generación y divulgación. El objetivo que se persigue es intentar poner medios para vencer la falta de conocimiento en metadatos, consiguiendo que se conozcan los beneficios que su creación y puesta a disposición pública pueden proporcionar a la sociedad .

11.7 Publicación de metadatos: el catálogo

La finalidad de un registro de metadatos es que lo consulten los usuarios de la IG, y que cumpla con sus objetivos: la localización de datos y servicios geográficos, el análisis de sus

características, así como su acceso y uso eficientes, admitiendo diferentes criterios de búsqueda: espaciales (ámbito geográfico) y temáticos (palabras clave, organismos, fechas, etc.).

Los catálogos de metadatos se pueden también implementar y usar internamente en una organización, con el fin de integrarlos en flujos de trabajo, o de tener información relevante para planificar tareas y tomar decisiones.

En una IDE, la publicación de metadatos se realiza a través de servicios web que ofrecen una interfaz estándar para facilitar la interoperabilidad (Nogueras *et al.*, 2005). En particular, es importante destacar la especificación CSW propuesta por el OGC (Nebert *et al.*, 2007) y la necesidad de ajustarse a las normas de ejecución definidas por INSPIRE para metadatos (Nogueras-Iso *et al.*, 2009). En el cap. 27 se ampliará sobre CSW.

Sería muy interesante que el catálogo estándar de una IDE fuese distribuido, de manera que se propagase por una serie de servicios de catálogo en red una consulta hecha en uno de ellos. Esta solución ideal presenta ciertas complicaciones tecnológicas. ¿Cómo mezclar y ordenar los resultados? ¿Qué ocurre si un catálogo no contesta?, etc. Sin embargo ya hay disponibles varias soluciones al problema. Una de ellas es un *software* diseñado para la consulta de varios catálogos, el *Catalogue Connector* [108], un cliente múltiple capaz de realizar una misma consulta simultáneamente a varios catálogos, para devolver la respuesta de cada uno en una pestaña diferente.



FIG. 11.1. El catálogo de una IDE permite acceder a la IG a través de servicio CSW. (Fuente: Elaboración propia)

(?) El portal de metadatos del IGN tiene como objetivo la difusión y formación en materia de metadatos: <http://metadatos.ign.es/metadatos>

11.8 Conclusiones

Los metadatos, definidos en principio como «datos sobre los datos», describen las características básicas de los datos, sean o no de IG. El concepto se puede extender a datos sobre servicios web, e incluso a otros recursos.

Disponer de metadatos en una organización facilita que los usuarios puedan localizar, acceder, evaluar, adquirir y utilizar su información, por lo que los metadatos y los servicios de catálogo son un componente clave y esencial en la organización de una IDE.

Una base de datos de metadatos, en el ámbito de la IG, es un conjunto de ficheros, habitualmente en formato XML que da respuestas a preguntas como: ¿cuál es el nombre del recurso?, ¿de dónde proviene?, ¿quién es el responsable de la información?, ¿qué extensión geográfica tiene?, etc.

Para garantizar la interoperabilidad de los metadatos se ha definido una norma, la ISO 19115, de propósito general sobre metadatos, que establece un conjunto común de terminología, definiciones y procedimientos de aplicación que permite describir IG.

Por otro lado, ISO/TS 19139 es la especificación técnica que define el esquema XML a implementar para cada base de datos de metadatos. Dentro del proceso de implementación de la norma ISO 19115, puede ser conveniente crear perfiles que se adapten a las necesidades de un sector de aplicación particular, conservando la interoperabilidad y estructura de los elementos obligatorios. Un ejemplo a nivel europeo de implementación de la norma ISO 19115 es la norma de ejecución de INSPIRE, y en la comunidad española, el perfil NEM. Un ejemplo en Latinoamérica es el perfil de Metadatos geográficos para Latinoamérica (LAMP), en proceso de aprobación.

Hay que destacar que los metadatos son un recurso clave en los proyectos IDE; para favorecer que esos proyectos se consoliden y duren en el tiempo se recomienda: crear equipos de profesionales especializados en metadatos (Crespo *et al.*, 2010), incluir la creación de los metadatos en el proceso de producción de la organización, impartir curso o talleres para acercar los beneficios de los metadatos a los usuarios y controlar su calidad (ver cap. 10).

Gracias a las normas de metadatos geográficos y las especificaciones de catálogo, hoy en día es posible catalogar y compartir la información de forma estandarizada. La posibilidad de realizar búsquedas a través de los servicios de catálogo de las IDE establecidas por diferentes organismos, o incluso empresas privadas, es cada vez mayor a medida que cada responsable de generar información se preocupa de su correcta catalogación y su puesta a disposición de los usuarios.

Por último, es interesante destacar que los metadatos contribuyen a reducir los gastos de los gobiernos para producir IG, al tener un control de lo producido con recursos públicos. Además, en el marco de los procesos de gobierno y administración electrónica, se consolidan los servicios de consulta de información pública por los ciudadanos y la sociedad en general.

CAPÍTULO 26

LOS GEOSERVICIOS MÍNIMOS DE UNA IDE

Virginia Fernández Ramos¹, Valenty González², Carlos López-Vázquez³

¹Departamento de Geografía, Facultad de Ciencias, Universidad de la República, Uruguay

²Asociación gvSIG – América Latina y Caribe

³Laboratorio LatinGEO del Servicio Geográfico Militar y la Universidad ORT, Uruguay

¹vivi@fcien.edu.uy, ²vgonzalez@gvsig.com, ³carlos.lopez@ieee.org

Resumen. La puesta en marcha de una IDE es un esfuerzo político y técnico considerable, que requiere de apoyos sólidos. Sin embargo, más allá de algunas excepciones que puedan encontrarse, sigue siendo cierto que los primeros pasos son los más difíciles. Este capítulo apunta a orientar las primeras acciones de los promotores de la IDE (generalmente personas inquietas que trabajan en instituciones aisladas), para poder armar un prototipo con sabor local que pueda ilustrar sus argumentaciones. Sin una guía específica, esa tarea puede verse dificultada enormemente por la variedad de conocimientos que se requiere (sobre datos, comunicaciones e informática, etc.). En lo que a datos se refiere, sin perjuicio de los datos propios que puedan manejarse desde un principio, se señala como una ventaja para las primeras etapas, la existencia creciente de información tanto internacional como local creada por organizaciones supranacionales así como por individuos. La utilidad de una IDE depende de los datos que sirve, pero fundamentalmente, de los servicios asociados. Hay una variedad apabullante de posibilidades para ofrecer, por lo que también, y dependiendo del alcance esperado, se formulan sugerencias en relación a los geoservicios mínimos requeridos. También hay disponibles soluciones basadas en tecnologías de virtualización que permiten usar para una prueba realista máquinas de escritorio corrientes trabajando sin alterar sus contenidos. Se da así la posibilidad de hacer pruebas sin arriesgarse a consecuencias negativas y de esta forma, en lo que a *hardware* se refiere, se verá que ya no es necesario disponer de *hardware* dedicado por varias semanas para montar una demostración. Si bien útiles, todas estas soluciones serán anticuadas en poco tiempo y se sustituirán por otras más eficaces-eficientes, por lo que se dan algunas direcciones URL en las que se espera ofrecer una actualización permanente por parte de los autores.

Palabras Clave: Infraestructura de Datos Espaciales, Geoservicios Web, Interoperabilidad, Estándares, Servidor de Mapas.

26.1 La necesidad de definir un conjunto de servicios mínimos

Se puede afirmar que en la actualidad los diversos niveles de decisión son conscientes de la importancia de la IG tanto en la etapa de proyecto como en la planificación y la gestión. Las diversas disciplinas científicas, en diferentes grados de avance, también van integrando sistemáticamente a sus estudios la variable espacial como un factor fundamental de análisis. En esta situación donde la demanda de la IG es más frecuente y la tecnología ofrece medios más eficientes de acceso a la información, la implementación de una IDE acorde a las necesidades de ámbitos específicos se vuelve un requisito esencial en la Sociedad de la Información. El problema abordado en este capítulo es el lado tecnológico del «cómo».

El modelo sociocultural emergente está caracterizado por compartir la información generada por diferentes productores, promoviendo la comunicación inmediata y convirtiendo al planeta en una inmensa red de transferencia de datos. Estas circunstancias colocan al decisor, al gestor y al ciudadano en una actitud de solicitud permanente de información actualizada, de acceso sencillo y rápido.

Ahora, una vez adoptada la decisión de tener una IDE, es posible preguntarse:

- ¿Cuál debería ser el conjunto mínimo de recursos que se espera encontrar en un geoportal?
- ¿Cuáles son los geoservicios web básicos a la hora de implementar una IDE?
- ¿Cómo implementar un geoportal y sus servicios básicos?
- ¿Deberían ser los mismos, o es necesario-conveniente priorizar algunos de estos componentes según el alcance y área temática de la infraestructura que se quiere crear?

Dependiendo del alcance, la respuesta puede ser diferente. Hoy existe un conjunto de herramientas que contribuyen a crear una plataforma IDE rápidamente con una interfaz muy familiar a los habituales navegantes de Internet.

Una IDE nacional necesariamente debería conformarse sobre un conjunto de datos fundamentales que sirvan de plataforma común para la construcción de sistemas de otra dimensión, tanto territorial como referente a temáticas. Su objetivo, por tanto, contempla reducir la duplicación de esfuerzos entre los organismos, garantizar la calidad de los datos y reducir los costes de creación y actualización. Con la finalidad de lograr esa coordinación con las instituciones a nivel regional y otros, un aspecto de particular relevancia es el establecimiento de acuerdos y protocolos con unidades administrativas menores, instituciones académicas y el sector privado. Una estrategia inclusiva buscará realizar una conveniente reorientación cuando la IG demandada sea de escala local o referente a una temática específica. Esto se vuelve decisivo para aumentar la disponibilidad de los datos, así como integrar el desarrollo de aplicaciones sencillas que permitan a usuarios no expertos encontrar con simplicidad al conjunto de datos y de servicios.

Las IDE locales se dirigen principalmente a orientar sobre situaciones fragmentadas pero de mayor detalle, y atienden a dar soluciones concretas a demandas de la población

local. Es posible afirmar que responden a lo cotidiano, utilizando IG de alto nivel de detalle, de gran variedad temática y que, en algunos casos, requieren de aplicaciones más complejas y específicas que las del nivel nacional. Un ejemplo interesante es el del Gobierno Departamental de Montevideo que hoy se encuentra consolidando una IDE, iniciada a instancias de la inquietud de sus técnicos, y que actualmente es un aporte importante para el nivel nacional. Además de las diversas capas de IG generadas por el organismo (cartografía de base, transporte, aspectos sociales y culturales, ordenación del territorio, medio ambiente, servicios públicos, entre otros) los ciudadanos utilizan su portal debido al desarrollo de la herramienta denominada «cómo ir». Esta es una aplicación sobre un visualizador de IG que brinda información en línea sobre todas las combinaciones de buses posibles para ir de un punto a otro de la ciudad, con los horarios y frecuencias de cada servicio. Asimismo, estos datos se utilizan ampliamente por otros organismos, empresas privadas, la academia y el público en general, hecho que le brinda no sólo un valor en sí mismo sino también en los productos derivados que se pueden elaborar de ellos.

Las IDE regionales son de suma importancia para el estudio de problemas o eventos transfronterizos. En este sentido, se destaca el apoyo que significan para actividades de monitoreo ambiental, movimientos migratorios, transporte de productos y el desarrollo de emprendimientos conjuntos realizados por más de un país. La posibilidad de compartir e intercambiar IG a nivel supranacional se apoya en los acuerdos de estándares, criterios y categorías, como el de establecer el uso de un catálogo de objetos geográficos único. Un mecanismo de integración regional de este tipo es la Infraestructura de Datos Espaciales de la Comunidad Andina (IDECAN). Este grupo de países se ha puesto como reto la creación de un mecanismo para compartir experiencias, orientar actividades y proyectos locales hacia el logro de objetivos con impacto regional. Tienen especialmente en cuenta la necesidad de apoyo para la solución de problemas que no se circunscriben a los límites geográficos nacionales, tales como la pobreza, los riesgos naturales y la contaminación.

Las IDE corporativas articulan la información que gestiona una empresa, instituto u organismo hacia el interior de la organización, haciendo más eficiente su uso por múltiples usuarios. Los servicios de una IDE simplifican la distribución y acceso actualizado a los datos, así como la seguridad sobre los mismos. Actualmente en Uruguay, el Sistema Nacional de Emergencias (SINAE) se encuentra desarrollando una *extranet* para compartir de forma segura la información y especialmente la IG útil para las fases de prevención, operativa, de evaluación y de recuperación de las situaciones de emergencia. Atendiendo a lo local, y a su vez para dar una solución a la organización, se creó un repositorio de archivos vectoriales y raster con una codificación única para que la utilizaran los centros departamentales distribuidos por todo el país. Con tareas de capacitación se optimiza el uso de esta herramienta, el propio uso de la información así como el relevamiento y actualización de otra, que tras su validación, se devuelve al repositorio. Dos visualizadores de mapas, uno orientado a toda la ciudadanía y otro con herramientas para los usuarios internos vinculados a la gestión del

riesgo, equipados con servicios estándar WMS e información de registro de desastres y de interés para su atención, complementan este sistema de nivel corporativo.

Los casos mencionados intentan dar ejemplos de IDE implementadas para diferentes ámbitos. Si bien esta clasificación define espacios para las IDE, es necesario comprender que, como sistemas dinámicos, no conforman recintos estancos, y sus dominios son flexibles y evolutivos. Sin embargo, algunas condiciones destacan por su presencia y trascendencia en el uso de datos. Particularmente, se estima que los geoservicios web son significativos en este contexto, especialmente en lo que involucra a la interoperabilidad y acceso a los metadatos. El establecimiento de una IDE, a nivel corporativo, local, nacional o regional requiere del acuerdo de casi todos los productores, integradores y usuarios de datos espaciales del ámbito territorial en el que se establece. Este acuerdo debe considerar también las IDE definidas (o en definición) en ámbitos territoriales superiores, hacia las cuales deberá converger.

26.2 Los datos mínimos

Las IDE se desarrollan para permitir un fácil acceso a la información espacial que apoya a la toma de decisiones a diferentes escalas y con múltiples propósitos. Teniendo en cuenta su funcionalidad, se puede decir que:

- Cuando se construyen a nivel corporativo y local, congregan datos más específicos y están orientadas a una utilidad operativa buscando el uso efectivo y eficiente de los recursos para la ejecución de tareas concretas.
- Cuando se consideran a nivel nacional y regional, los datos son de interés general, con escalas y niveles de generalización diferentes a los anteriores. Su objetivo es a nivel de gestión, con la adquisición y utilización eficiente de los recursos para alcanzar los objetivos que se definan.

En este sentido, la definición de cual será la IG mínima que debe disponer cada IDE es uno de los pasos determinantes para poder cumplir con las funciones requeridas. Podría hablarse de «datos básicos» imprescindibles, entre los que no puede faltar la cartografía base. No es necesario discutir sobre la importancia de la IG en la toma de decisiones, de su alta presencia en informes y de su coste de relevamiento y mantenimiento. Frecuentemente, el no contar con una información básica para comenzar a implementar un servidor de mapas e intercambiar información, frena la iniciativa de una organización para integrarse a esta fase de desarrollo. Esos datos básicos o fundamentales son los que precisa cualquier nivel: red vial, hidrografía, topografía y división administrativa. Otros datos dependerán del público objetivo y la temática que se abarque. En la actualidad, se encuentra disponible un conjunto de herramientas y datos espaciales que permiten, a cualquier región con infraestructura informática y de comunicaciones adecuadas, poner al menos un mínimo de IG a disposición de los usuarios en forma eficiente, tomando los datos de fuentes públicas. Entre los más conocidos se pueden mencionar:

- *Google Earth*, que es hoy quizá el servicio informático con herramientas básicas de SIG más conocido. Permite visualizar imágenes satelitales de resolución y fecha variadas

de los diferentes lugares del planeta, combinando esta funcionalidad con mapas y un motor de búsqueda. Esta utilidad de Google es gratuita y da la posibilidad de integrar muchas de sus características a un sitio web así como consumir su IG como servicio.

- Para aplicación a escala local, se puede considerar la cartografía que ofrece *OpenStreetMap* (OSM), un proyecto colaborativo para crear mapas de acceso libre y editables ya comentado en el cap. 16. La cartografía está elaborada con datos provenientes de GNSS móviles, fotografías aéreas e imágenes, y se distribuye bajo licencia de *Creative Commons*, lo que asegura su uso irrestricto. Estos datos y tecnologías ya han tenido varios éxitos, como el ocurrido tras el terremoto de Haití [235].
- Aunque son ejemplos muy exitosos, los anteriores no son los únicos. *WikiMapia*, utiliza las imágenes y mapas de *Google Earth* como base, permitiendo a los usuarios añadir información en forma de notas a cualquier región o localidad del planeta. Es un ejemplo más de la tecnología de *wiki* (un término hawaiano que significa ‘rápido’). Técnicamente una *wiki* puede describirse como un sitio web con páginas editables por múltiples voluntarios a través de un navegador estándar. Todos los contribuyentes editan o corrigen de manera anónima y no hay un mecanismo supervisor o disciplinario aplicable a los usuarios, lo que en teoría no permitiría garantizar la calidad del producto.
- Con el fin de acceder a información topográfica, se puede considerar al *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM - Misión topográfica de radar a bordo del transbordador). Esta es una misión coordinada entre la Agencia Nacional de Inteligencia Geoespacial (NGA), y la Administración Nacional de la Aeronáutica y del Espacio (NASA) de los EE. UU., cuyo fin fue obtener un modelo digital de elevación de gran parte del globo terráqueo. Los modelos de elevación derivados de los datos del SRTM se pueden utilizar mediante un SIG e integrar a un servidor de mapas, y puede accederse gratuitamente por medio de Internet.
- Si no se dispone de nomenclátor, *GeoNames* [236] es una base de datos global que cubre todos los países y en la que hay más de ocho millones de topónimos. Su acceso es igualmente gratuito.

Si bien es necesario destacar la importancia de asegurar la calidad de los datos, también es preciso reconocer que contar con IG de calidad es una tarea que puede demandar un tiempo extenso, y ello puede ser incompatible con las urgencias de echar a andar una IDE. La existencia de datos públicos y *software* libre adecuado permitirá, como se verá más adelante, construir un prototipo de IDE mínima con fines de divulgación, demostración y, por qué no, también de producción.

26.3 Los geoservicios mínimos

La incorporación de esta información lleva a trabajar con servicios web, protocolos y estándares que definen las reglas de transmisión de IG y permiten que la IG se pueda compartir,

difundir y utilizar de manera interoperable en distintas plataformas tecnológicas. Por ejemplo, la Infraestructura Colombiana de Datos Espaciales (ICDE) los asume como uno de los componentes más importantes en la construcción de las IDE, ya que permiten de manera práctica, que las instituciones participantes de una infraestructura compartan y usen la IG en el marco de estándares y políticas específicas. En el marco de la OGC, los geoservicios se han definido a través de especificaciones, destacándose aquí el nomenclátor, CSW y WMS. Sus detalles se han descrito superficialmente en capítulos previos de este libro y se desarrollarán en el cap. 27; aquí solamente se les propondrá integrando un conjunto mínimo requerido para considerar operativa una IDE.

Para un usuario experto, el nomenclátor implementado como WFS es un servicio estándar que ofrece una interfaz de comunicación que permite consultar y obtener objetos geográficos (que representan hechos físicos con posición geográfica dotados de atributos como nombre, forma o localización), desde múltiples servicios remotos e interactuar con los mapas a consumir, siendo el WFS-T (*WFS Transactional*) el que agrega las funciones de creación, eliminación y actualización de estos elementos geográficos del mapa. A pesar de su utilidad potencial, el WFS no es aún un servicio muy utilizado. Sin embargo es ineludible porque representa la vía de acceso a los datos vectoriales del mapa que se obtiene vía WMS, haciéndolo imprescindible para aplicaciones dentro del área de los SIG.

Además, como se verá en el cap. 28, el WFS toma una importancia añadida pues los servicios de nomenclátor se pueden implementar siguiendo varios estándares como el perfil *Gazetteer* de *Web Feature Service* (WFS-G) [237], siguiendo las recomendaciones de OGC y de ISO (ISO 19112). En este perfil se definen los nombres y atributos mínimos de los tipos de datos que se ofrecen (*FeatureType*)

Por otro lado, el CSW es el estándar de servicio de catálogo diseñado por OGC y que define una interfaz común para la búsqueda, localización y consulta de metadatos relacionados a datos, servicios y recursos geográficos. El catálogo de metadatos forma parte de uno de los servicios fundamentales que debe existir en una IDE, ofreciendo un buscador de datos geográficos existentes en una organización. Para más detalles sobre los metadatos se remite al lector a los capítulos 10 y 11.

Entre las ventajas de integrar WMS a una IDE se pueden citar: el acceso inmediato y conjunto de IG (en el sentido de varias capas superpuestas) procedente de varios servidores remotos, acceso a datos siempre actualizados a través de un navegador de Internet y el ahorro de descargas e impresión sobre papel de la IG. El WMS es el último servicio del que podría prescindirse.

26.4 El *software* mínimo, del lado del servidor

Es notorio que en este libro el término «servicio» siempre aparece al referirse a maneras eficaces de compartir IG. Por tanto, se necesitan aplicaciones que tengan la capacidad de «servir» la IG. Además, los servicios de tipo estándar e interoperables resultan intrínsecos

a una IDE, convirtiéndose en la forma idónea de compartir datos, mientras los visores de mapas se tornan en clientes de servicios.

De tal manera que cuando se plantea la pregunta de cuál sería el conjunto de *software* mínimo requerido para disponer de un servidor de IG, la respuesta va enlazada a definir qué servicios ofrecerá el servidor. Es necesario especificar un mínimo de servicios. Para hablar de IDE es necesario al menos disponer de tres servicios mínimos:

- El servicio de nomenclátor.
- Un servicio de metadatos, que siguiendo el estándar OGC sería de tipo CSW.
- Un servicio de mapas, que tenderá a ser de tipo WMS,

Entendiendo entonces por servicios mínimos los de tipo nomenclátor, CSW y WMS, ¿qué *software* se necesita? En cuanto al servicio de nomenclátor, la tendencia actual es servir esta opción mediante un servicio de tipo WFS-G para la capa que contenga la información que se usará como nomenclátor. Normalmente se trata de una capa que contiene el nombre y los valores de sus coordenadas en (X, Y). Por tanto, al tener un servidor de mapas como *Mapserver* o *Geoserver* (ver más abajo), también se tendrá la capacidad de servir WFS-G y por tanto tener servicio de nomenclátor.

Si algo ha enseñado el trabajar con mapas en la web es la necesidad de publicar metadatos. Esos metadatos que anteriormente se manejaban de forma interna en las organizaciones ahora han de ser públicos para que la IG que se ofrece se use de manera correcta conforme a sus características. A nivel de *software* se dispone de *Geonetwork*, una aplicación gratuita de amplia difusión y uso. Este proyecto que nació por iniciativa de la FAO-ONU y ahora tiene vida propia, está concebido como un portal de metadatos. Además de prestar el servicio de catálogo (CSW) de todos los metadatos que en él se almacenen, tiene la capacidad de ofrecerlos en una página web que incluye incrustado un navegador de mapas que permite hacer búsqueda de metadatos por texto, por regiones geográficas predeterminadas o directamente haciendo selecciones sobre mapas. Los metadatos se almacenan en concordancia con la norma ISO respectiva y tiene un sistema de validación de cumplimiento de esta norma.

La necesidad de servicio de mapas no tiene respuesta única. Es posible tener uno o más de los servicios de mapas estándares OGC de tipo WMS, WFS, WFS-T, WMST o WCS; sin embargo, el servicio WMS normalmente es el elegido por dos de sus características. La primera es que puede servir datos de tipo vectorial y raster, y la segunda es que la salida de datos entrega una imagen georreferenciada normalmente en un formato de tamaño menor al original (PNG, JPEG, GIF, etc.), por lo que consume menos recursos a nivel de conexión de red, ventaja que se mejora aún más utilizando WMST. Además de proporcionar servicios y compartir IG, es un incentivo para los entes que se inician en la filosofía de trabajo, porque este servicio entrega al usuario una «vista» de la cartografía pero no sirve la cartografía en sí, la cual está incluida con servicios de tipo WCS y WFS.

Para prestar servicios de tipo WMS se necesita un «servidor de mapas». A nivel de *software*, los servidores de mapas gratuitos y libres de mayor uso son *Mapserver* y *Geoserver*.

Mapserver es un *software* con más de 15 años de existencia, pionero en muchos sentidos en la publicación de mapas web y con excelentes resultados de desempeño superando en muchos casos a otras alternativas de pago. *Geoserver* por su parte es más reciente, y por ello incorpora otras tecnologías que evolucionan rápidamente en una concepción de servidor de mapas con interfaz de administrador también operada vía web. Ambos servidores tienen capacidad de prestar servicios WMS, WCS y WFS. Informalmente, se considera que el desempeño de ambos es adecuado en WMS, y que *Geoserver* tiene mejor desempeño en servicios WFS mientras que *Mapserver* se destaca en WCS. Ambos *software* tienen dos características de alto valor para la interoperabilidad: el acceso a orígenes de datos en múltiples formatos digitales (en realidad, la casi totalidad de formatos digitales usados en IG) y la capacidad de realizar «reproyecciones de coordenadas al vuelo», tomando datos en un sistema de coordenadas y sirviéndolos en otro sin requerir duplicarlos. Estas características han derribado barreras tradicionales para que los organismos públicos puedan compartir IG, tales como la existencia de cartografía en diferentes proyecciones o formatos digitales que requerían altos presupuestos de procesamiento y/o migración para establecer un centro de almacenamiento de datos centralizado, presupuestos que, por ser necesarios para tareas ajenas a las propias de cada organización, no estaban disponibles en muchos casos.

Una vez definidos los servicios mínimos a nivel de *software*, se comentarán algunas opciones disponibles para que el usuario, sin necesidad de ser un experto, pueda aproximarse a estas tecnologías usando para ello aplicaciones de uso gratuito y libre.

La primera opción es usar las distribuciones de CD o DVD «en vivo», que consisten en archivos que contienen almacenadas, bajo ciertas reglas, una máquina con su sistema operativo y aplicaciones. Estas distribuciones se pueden descargar y copiar en disco removible (CD o DVD). Al insertarlo en la unidad lectora de discos del ordenador, cuando éste se reinicia, lo que se iniciará será esta «máquina virtual». Una «máquina virtual» es, a todos los efectos, equivalente a un nuevo ordenador conectado a la red local. Según cómo se configure, tendrá dirección IP propia, usuarios, etc. En uno de sus modos de operación, el ambiente funcionará totalmente en memoria RAM del equipo, por lo que las modificaciones que se hagan sobre el disco virtual se perderán al apagar la máquina (se libera la memoria RAM). Por tanto, el disco duro verdadero (físico) así como su sistema operativo y ficheros, están exentos de alterarse. Esta máquina «volátil» es útil para hacer demostraciones, uso en contexto de desastres o emergencias, etc. pero no es una solución práctica si se desea trabajar sobre la misma alterando contenidos. Alternativamente, es posible copiar el contenido en el disco físico (como un fichero más), logrando así que los eventuales cambios que se hagan en la máquina virtual sean permanentes. En esta modalidad, las máquinas virtuales deben usarse con un *software* de virtualización, como por ejemplo *VirtualBox OSE*.

Algunas de las distribuciones más usadas, «en vivo», de acceso gratuito, que contienen configuraciones especializadas para servidores de IG son:

- **Live-DVD OSGeo.** Esta es una excelente recopilación anual de las últimas tendencias en las aplicaciones más usadas entre los servidores y clientes de IG libres y gratuitos. Posee unas guías de acceso rápido que resultan de gran ayuda — presentadas en español y otros idiomas— que orientan al usuario sobre cómo usar los *software* que están contenidos en la distribución.
- **Live-DVD gvSIG.** También es una distribución actualizada anualmente que ofrece lo más reciente del *software* gvSIG, y contiene bases de datos espaciales libres y servicios OGC para poder probarlos funcionando e interactuando con gvSIG.
- **Faunalia SIG-WEB.** Es una distribución de aplicaciones libres y gratuitas a nivel de servidor que se actualiza con cierta periodicidad. Esta distribución tiene como característica particular que está hecha para usarse vía USB, mediante accesorios del tipo *Pen-Drive* o memorias Flash. Colocando la imagen en una unidad de las mencionadas, la distribución Faunalia se cargará al reiniciar el ordenador. Es muy práctico para llevarlo consigo y usarlo en equipos que no poseen unidad lectoras de discos.
- **GISVM.** Es otra distribución para CD o DVD con tres presentaciones para ejecutarse bajo VMWARE. La primera es una máquina virtual con aplicaciones de geomática libre para escritorio, basada en UBUNTU. La segunda, contiene algunas aplicaciones de geomática libre para servidor, y está diseñada para extenderse por el administrador. La tercera versión es para servidor, y ya viene preconfigurada con *UBUNTU Server*.
- **Click2try.** El servicio que ofrece este sitio [238] consiste en servir máquinas virtuales vía Web. Usando este servicio, se instaló en la web una distribución previa del Live-DVD de OsGeo que se llamó Arramagong-GISVM. Esto permite que cualquier usuario de forma gratuita se suscriba al servicio y ejecute la máquina virtual vía Web sin tener que instalar ninguna aplicación local, ni siquiera ejecutar máquinas virtuales o distribuciones en vivo. El uso de esta solución puede ser el primer paso para un usuario que no haya frecuentado aún ninguna de las tecnologías y alternativas mencionadas.
- **OpenGeo Suite.** Finalmente, se señala la existencia de un paquete que en su conjunto permite poner una IDE en funcionamiento. Se trata de la plataforma *OpenGeo Suite* [239] que permite desplegar un almacén de datos PostGIS [240], servidor de aplicaciones *GeoServer* (que incluye WFS, WCS y WMS), *GeoWebCaché* [241], así como clientes integrados y herramientas de ayuda con la definición de estilos de visualización. Al presente le falta únicamente el catálogo de metadatos y su interconexión para lo que podría utilizarse, por ejemplo, *GeoNetwork*. Se ofrece en una versión con soporte y otra sin soporte.

La oferta tecnológica es muy dinámica, y hará inevitablemente obsoleto los contenidos de un libro. Por ello, se ha habilitado una página Web en la que se actualizará regularmente el listado de soluciones mencionado. La misma reside en <http://creativa-consultores.com/libro_ide/es/en_vivo>.

26.5 El *software* mínimo, del lado del cliente

Los clientes de IG pueden clasificarse en tres grupos: liviano, medio y pesado. Hay diferentes requisitos de *software* cliente para cada uno de los grupos.

Un cliente liviano, que normalmente requiere consultar alguna información de un elemento o de su ubicación espacial, o las características específicas de la IG y la ubicación de la misma para acceder a ella (metadatos). Con las tecnologías actuales, el primer cliente de IG resulta ser el navegador web. Con él, el usuario puede acceder a un portal de metadatos (por ej. *GeoNetwork*), a un geoportal (con diferentes capacidades según su diseño e implementación), o también directamente a los servicios OGC usando peticiones estándares.

A nivel medio, entrarían las aplicaciones que se requieren instalar en el ordenador, con capacidad de conectarse a servicios IG por la web, pero que no necesariamente tienen capacidades SIG incorporadas. Este es el caso de *Google Earth* que, si bien puede ser cliente de servicio de tipo WMS y posee herramientas de navegación y medición, no tiene herramientas de geoprocreso.

El nivel de clientes pesados está orientado a usuarios más avanzados que requieren no sólo visualizar la IG y consultarla, sino procesarla y generar cartografía derivada a partir de los procesos aplicados. Para ellos se necesitan programas que tengan simultáneamente características de SIG y cliente IDE, incluyendo las capacidades tradicionales de un SIG (navegar, medir, editar, georreferenciar, ejecutar geoprocresos, realizar impresión de mapas, etc.), pero agregando la capacidad de acceso a datos mediante estándares OGC. En el caso de aplicaciones libres y gratuitas, la lista es extensa. Se mencionarán varios de los *software* SIG con el riesgo de obviar alguno de forma involuntaria: gvSIG, QuantumGIS, Udig, OpenJump, Kosmo.

26.6 El prototipo de geoportal

La amplia y oportuna disponibilidad de la IG favorece el conocimiento del entorno y mejora las acciones que se proyectan sobre el territorio. Un geoportal aporta un nuevo canal de difusión y ofrece utilidades para su estudio. Según se maneja en la IDE de España, un geoportal es «un sitio Internet que incluye al menos una aplicación cliente de geoservicios»; y según INSPIRE, un geoportal proporciona los medios para buscar conjuntos y servicios de datos espaciales, así como las restricciones de acceso, visualización y descarga. Tait (2005) y Van Oort (2008) definen como geoportal a «un sitio web que presenta un punto de entrada a geo-productos en la web». En todo caso, algunos componentes parecen ser fundamentales en la estructura de un geoportal.

26.6.1 Componentes fundamentales de un geoportal IDE

La necesidad mínima de las IDE consistente en localizar la IG de interés y visualizarla, conduce a la existencia de herramientas que lo permitan: una que facilite la búsqueda de los datos y otra para visualizarlos.

La herramienta para buscar los datos es el **catálogo de metadatos**. Un catálogo de metadatos es una utilidad que permite realizar al usuario la búsqueda de los datos geográficos que necesite y conocer su ubicación y otros detalles acerca del contenido, su calidad, las fechas asociadas, la extensión geográfica que cubren, su política de distribución, las restricciones de seguridad y legales que puedan existir, así como la frecuencia de su actualización.

El **visualizador cartográfico** deberá ofrecer un acceso ágil a la IG a los usuarios no avelados en la temática. Es aconsejable que la extensión territorial, al inicio, esté circunscripta a la zona de interés (regional, nacional, local) pero que mediante las herramientas de acercamiento y alejamiento pueda reconocerse como una parte de un espacio mayor. El conjunto inicial de datos espaciales que muestre el visualizador permitirá reconocer a primera vista bien la temática o el objetivo de la aplicación.

26.6.2 Herramientas para la creación de un geoportal

A nivel de *software* de acceso gratuito, y en este caso también de licenciamiento libre, existen dos aplicaciones concebidas como *framework* para personalización e implementación de geoportales. Un *framework* es un entorno de desarrollo donde un usuario dispone de herramientas preconfiguradas que le facilitan de gran manera la generación de un producto personalizado. En el caso de geoportales se citarán dos aplicaciones: *Mapbender* [242] e *i3geo* [243].

Mapbender es un *software* original de Alemania con grandes capacidades de creación de un geoportal y una fuerte orientación a IDE por ser un cliente de servicios estándares OGC. El usuario puede generar su propio geoportal agregando funciones de navegación, medición, conversión, metadatos, nomenclátor, servicios OGC tipo WMS, WFS y WFS-T, servicios WFS-G, que permiten generar el nomenclátor y también editar vectores en forma remota a través del mismo geoportal. En otras palabras, un usuario puede digitalizar vectores en remoto por medio del navegador web y el geoportal, directamente contra un origen vectorial de datos y por supuesto, personalizar la imagen, logos, encabezados, créditos, y la plantilla de mapas ya que se puede imprimir mapas a formato PDF. Este *software* está en constante evolución y su desarrollo va estrechamente ligado a la evolución de los estándares OGC y de las tendencias de las aplicaciones libres. En [242] hay una buena colección de recursos para su aprendizaje. *Mapbender* se usa ampliamente en proyectos en diversos países y de las más variadas dimensiones y complejidades. Algunos de los casos de éxito documentados pueden accederse en [244].

i3geo es un *software* brasileño reciente que permite generar un geoportal de forma muy rápida y disponer de un producto con funcionalidades avanzadas. Para acceder a toda la documentación, instaladores y código, debe suscribirse al repositorio de *Software* Público de Brasil [243] y unirse a la comunidad *i3geo*. Este *software* trabaja de forma estrecha con el servidor de mapas *Mapserver*, pero posee capacidades diversas como lectura de archivos shape, importar-exportar KML, usar servicio de mapas base desde WMS, *OpenStreetMap* o *GoogleMaps*; tiene capacidades de geoproceto «en línea» (calcula áreas de influencia, intersecciones, etc.), puede conectarse a servicios de fotos como Picasa, también cargar GeoRSS,

y está integrado con el potente *software* de estadística R. Este programa está en constante desarrollo y lo usan muchos ministerios nacionales del estado brasileño. En [245] puede verse una guía de las capacidades de i3Geo, y si se prefiere acceder al *software* e interactuar directamente con él, puede hacerse accediendo a [246].

Con las herramientas señaladas, para cualquier organización o persona es factible generar rápidamente un geoportal con funciones medias y avanzadas, sin costes de licenciamiento, con desempeños excelentes y en casos de uso de *framework* como los mencionados, sin tener que hacer líneas de código ni saber lenguajes de programación.

26.7 Conclusiones

Los esfuerzos para impulsar una IDE en cierto contexto (nacional, local, corporativo, etc.) pueden naufragar si no se puede mostrar un prototipo funcionando. La rapidez con que sean expuestos al público, y la pertinencia o la importancia de los servicios ofrecidos pueden ser decisivas al momento de obtener respaldo para una iniciativa más estable. En este capítulo se ha realizado una propuesta sobre los datos básicos e imprescindibles que debe mostrar una IDE. También, y lo que parece de interés más general, se hacen recomendaciones sobre cuáles de los servicios web típicamente disponibles en una IDE sería prioritarios según el caso.

Para apoyar la implementación se han mencionado fuentes públicas e internacionales de datos básicos. La aparición de proyectos del tipo Web 2.0, y la participación de voluntarios subsiguiente, más la popularización a nivel gubernamental de los conceptos de IDE hace que esa lista de datos deba necesariamente revisarse cuando quiera utilizarse, debiendo tener en cuenta además las realidades locales.

La oferta de *software* se ha enriquecido sustancialmente con el desarrollo del *software* libre, existiendo en la actualidad una sólida comunidad de usuarios que ofrece, de hecho, un soporte que rivaliza con los del *software* privativo. Al presente, todos los requisitos de los servicios OGC pueden satisfacerse con *software* tanto privativos como de dominio público, ya sea para el cliente como para el servidor. El proceso de instalación de *software* libre, que constituía un obstáculo significativo para administradores no expertos, se ha ido simplificando y se han incorporado conceptos como los de máquinas virtuales y CD en vivo que hacen que, al menos en etapa de pruebas, la instalación de un nodo de una IDE pueda realizarse en menos de un día. Es a través de este progreso por donde se visualiza una significativa mejora de los servicios al usuario final, promoviendo además menores costes operativos (Lawrence, 2008).

Este capítulo se ha redactado para facilitar el primer paso de aquellos interesados en difundir IG con las mejores tecnologías del momento, independientemente del rol y lugar que se ocupe. Hoy existen diversas herramientas para construir una IDE de forma eficiente y así contribuir a más precedentes de tomas de decisión a diferentes niveles administrativos y políticos. Beneficiarse de estas utilidades es un comienzo que permite reducir la brecha digital, específicamente en el acercamiento y uso de la IG.