

Sistemas de Información Geográfica e Infraestructuras de Datos Espaciales

Significados en el contexto del ordenamiento territorial

Indalecio Fructuoso BEZOS CIBULSKY
ibezos@santafe.gov.ar

Infraestructura de Datos Espaciales de la Provincia de Santa Fe (IDESF)
San Martín 2644 (3000) Santa Fe (SANTA FE)
idesf@santafe.gov.ar

Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas - Universidad Nacional del Litoral
Ruta 168 km 472,4 (3000) Santa Fe (SANTA FE)
URL: <http://fich.unl.edu.ar>

INTRODUCCIÓN

Tendencias actuales de las tecnologías de información

El fenómeno de la globalización vinculado a los procesos de transformación del territorio es hoy un hecho asumido en la esfera de las responsabilidades públicas proyectadas sobre el territorio. La globalización, como consecuencia del nuevo paradigma de la sociedad de la información y sus efectos en el desarrollo y transformación territorial, se traducen en nuevos elementos conceptualizados por varios autores, tales como *espacio de los flujos*, *redes especializadas*, entre otros.

Las TIC (Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones) están modificando muchos conceptos e ideas aplicadas al territorio y a su desarrollo. Puede argumentarse que constituyen un instrumento estratégico para el conocimiento del territorio, conocimiento que es la base para la adopción de decisiones sobre su evolución, en un entorno cada vez más complejo e interrelacionado. En definitiva, las propias TIC (origen de los fenómenos de globalización) que están provocando la transformación del territorio contribuyen, a su vez, a la solución de los problemas derivados de esta transformación.

Tanto la información geoespacial como la alfanumérica son importantes, pero en este caso la primera toma características especiales ya que la localización, la geometría y la universalidad del lenguaje gráfico, la hacen apta para ser compartida en un contexto distribuido.

Los recursos de información digitalizada disponibles sobre el territorio son abundantes. Pero el planteo no está dado en cuestiones de cantidad o calidad de estos recursos, sino en constatar que la información, que representa un modelo del territorio, se encuentra compartimentalizada entre varios productores de los datos. Cada productor de la información aporta una visión especializada sobre el territorio, quedando de esta manera almacenada la información en distintos organismos públicos o privados según sea su especialización. A modo de ejemplo podemos citar, la Secretaría de Transporte que se interesa en generar y procesar toda la información referida a las vías de comunicación ya sea terrestre, aéreas y fluviales; el Ministerio de la Producción que produce información referente a todo lo que sea producción agropecuaria, ganadera e industrial en todas sus especialidades; el Ministerio de Asuntos Hídricos en lo referido al uso del agua y las alertas sobre inundaciones. Como éstos podrían mencionarse infinidad de ejemplos. De este modo el paisaje real que percibimos como continuo se ve, en su modelo abstracto virtual, descompuesto en multitud de conjuntos de geoinformación, administrados individualmente por

los distintos actores del territorio. Ello implica una situación no deseable, que las TIC contribuyen a mejorar permitiéndonos integrar la información para obtener una visión más completa y ajustada a la realidad.

Lo expuesto precedentemente depara disfuncionalidades (tanto mayor conforme aumenta la complejidad y cantidad de los datos) al querer gestionar la información sobre el territorio. Con las TIC es posible construir una base de conocimiento global, a partir de la información distribuida. Y de esta manera lograr que la modelización digital del territorio se muestre con la continuidad de los objetos espaciales de donde se extrae la información.

Interoperabilidad para generar una base de conocimiento global

La clave para generar una base de conocimiento global es permitir que interactúen los sistemas que alojan la información, interacción que denominamos *interoperabilidad*, que se define como la capacidad de las entidades digitales distribuidas, autónomas y heterogéneas de comunicarse a fin de generar, conjuntamente, una información integrada a pesar de sus diferencias.

Pueden considerarse diferentes tipos de interoperabilidad:

- Interoperabilidad técnica: definida como la habilidad de distintos sistemas de geoprocesamiento de interactuar a través de interfaces compartidos.
- Interoperabilidad semántica: referida a estándares que facilitan, en los sistemas, gestionar la información espacial producida por diferentes actores en función de sus requerimientos, a pesar que dos entidades geográficas iguales, pueden ser representados por diferentes nombres y geometrías según diferentes productores.

El proceso y desarrollo tecnológico en el ámbito de las Tecnologías de Información y las Comunicaciones (TIC) y los Sistemas de Información Geográfica (SIG) está actualmente focalizado hacia la interconexión de los sistemas de información espacial para generar IDEs (Infraestructuras de Datos Espaciales), con el fin de cubrir las expectativas de lograr información de acceso global, continuo y en tiempo real. Estas IDEs permiten a los usuarios gestionar de forma transparente, mediante el uso de Servidores de Catálogo de Metadatos y los Geoportales en la Web, la información que se encuentra en diferentes servidores de mapas. De modo que existiendo aún la segmentación física de la información nos permite contemplarla de forma continua y global.

INTERNET

Las consecuencias tecnológicas de la revolución que ha supuesto la aparición de Internet, de la mano de Tim Berners-Lee en 1991, y de la consecuente globalización con el advenimiento del concepto de Infosfera, antes Ciberespacio, parecen haber llegado por fin, al mundo de la Información Geográfica. Un sector de actividad al que arriban todas las revoluciones tecnológicas con notable retraso (la normalización, la calidad, la documentación, las ontologías) debido probablemente a la inercia que suponen los largos procesos de producción inherentes a la cartografía y a las enormes masas de datos implicadas. Está empezando a ser posible buscar, localizar, visualizar y combinar en la Red recursos relacionados con la Información Geográfica (IG) con una facilidad y potencia nunca vistas hasta ahora, ofreciendo funcionalidades y abriendo posibilidades tales que han transformado nuestro sector de actividad y nuestra manera de trabajar hasta hacerlos irreconocibles. El gabinete del cartógrafo nunca volverá a ser lo que era antes.

La Red

Internet es una red de redes a escala mundial de millones de computadoras interconectadas.

Hay quienes dicen que Internet es un acrónimo de INTERconnected NETworks (redes interconectadas). Para otras personas, Internet es un acrónimo del inglés *INTERNational NET*, que traducido al español sería *Red Mundial*.

Los servicios más comunes ofrecidos en la Internet son el acceso remoto a otras máquinas (Telnet), transferencia de archivos (FTP), correo electrónico (SMTP), boletines electrónicos (news ó grupos de noticias), transmisión de archivos (P2P, P2M, Descarga Directa), conversaciones en línea (IRC y chats), mensajería instantánea (MSN Messenger, ICQ, Skype) y la World Wide Web.

Muchos consideran a la WWW como un sinónimo de internet. La realidad es que la Web es un servicio más que brinda Internet. La Web es un sistema de información mucho más reciente (1995) que emplea Internet como medio de transmisión.

Internet y sociedad

Resulta evidente el impacto que Internet ha causado en el ocio, el conocimiento y el trabajo. En la actualidad muchas personas acceden de forma sencilla e inmediata a una gran cantidad de información en línea, gracias a la Web. A diferencia de las enciclopedias y bibliotecas tradicionales, la web permite tener los datos de manera descentralizada. Existen compañías e individuos que adoptaron el uso de los *weblogs*, que se utilizan en gran parte como diarios actualizables.

En los países desarrollados la penetración de Internet en los hogares y empresas es mucho más importante que en los países pobres. En este sentido se abre una brecha digital que conduce a un mayor desequilibrio social entre las naciones.

Si bien es cierto que hay países que pretenden controlar (censurar) la red, solo pueden hacerlo dentro de sus fronteras y hasta cierto punto. Lo bueno es que la red no puede ser controlada de manera global.

Tecnología de Internet

Internet incluye aproximadamente 5.000 redes en todo el mundo y más de 100 protocolos distintos basados en TCP/IP, que se configura como el protocolo de la red. Los servicios disponibles en la red mundial de PCs han avanzado mucho gracias a las nuevas tecnologías de transmisión de alta velocidad, como DSL y Wireless, y se ha logrado unir a las personas con videoconferencia, ver imágenes por satélite, observar el mundo por webcams, hacer llamadas telefónicas gratuitas, o disfrutar de un juego multijugador en 3D, leer un buen libro en PDF, o ver álbumes y películas para descargar.

La World Wide Web es un sistema de documentos de hipertexto y/o hipermedios enlazados y accesibles a través de Internet. Un usuario visualiza los sitios web con un navegador y puede ir por las diferentes páginas a través de los hiperenlaces. A la acción de seguir hiperenlaces se le suele llamar "navegar" por la Web o "explorar" la Web.

La Web fue creada alrededor de 1989 por el inglés Tim Berners-Lee y el belga Robert Cailliau mientras trabajaban en el CERN en Ginebra (Suiza) y publicado en 1992. Desde entonces, Berners-Lee ha jugado un papel activo guiando el desarrollo de estándares Web (como los lenguajes de marcado con los que se crean las páginas Web) y en los últimos años ha abogado por su visión de una Web Semántica. La intención original era hacer más fácil el compartir textos de investigación entre científicos y permitir al lector revisar las referencias de un artículo mientras lo fuera leyendo. Un sistema de hipertexto enlazaría todos los documentos entre sí para que el lector pudiera revisar las referencias de un artículo mientras lo fuera leyendo. El nombre original del prototipo era "*Enquire Within Upon Everything*".

El correcto funcionamiento de la Web se basa en los estándares. Los tres mas básicos son:

- URL (*Localizador Uniforme de Recursos*), es un sistema universal para referenciar recursos en la Web.
- HTTP (*Protocolo de Transferencia de Hipertexto*), especifica de que manera se realiza la comunicación entre el cliente y el servidor.

- HTML (*Lenguaje de Marcado de Hipertexto*), define la estructura y contenido de un documento de hipertexto.

La W3C es el organismo que regula los estándares Web, permite asegurar el acceso universal a la información y la constantes mejoras en los servicios.

LAS TIC

La velocidad de gestión de la información se ve aumentada en gran medida gracias a las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC), lo que permite y estimula la expansión de redes entre las empresas brindando un mayor dinamismo en la organización de la producción. Es imposible imaginar la globalización y el aumento de las transacciones a escala mundial sin estas tecnologías. Las TICs demandan, a las organizaciones públicas y/o privadas la adaptación a nuevas formas de competencia y de organización del trabajo.

El gran uso de las TIC han posibilitado que se difundan por todo el sistema económico, particularmente por su impacto en la reducción de costos. Esto hace que adquieran una gran importancia no solo en aquellas industrias y servicios que producen las TIC, sino también en las industrias tradicionales (que las utilizan como bienes de capital y como bienes intermedios) y modernizan determinadas actividades del sector servicios (banca, servicios a empresas, transporte, educación, entre otros).

Las TIC son un conjunto de servicios, redes, software y dispositivos que tienen como fin la mejora de la calidad de vida de las personas dentro de un entorno, y que se integran a un sistema de información interconectado y complementario. Esta innovación servirá para romper las barreras que existen entre cada uno de ellos. Tecnologías de la Información y la Comunicación son un solo concepto en dos vertientes diferentes como principal premisa de estudio en la ciencias sociales donde tales tecnologías afectan la forma de vivir de las sociedades. Su uso y abuso exhaustivo para denotar modernidad ha llevado a visiones totalmente erróneas del origen del término.

La Ciencia Informática se encarga del estudio, desarrollo, implementación, almacenamiento y distribución de la información mediante la utilización de hardware y software como recursos de los sistemas informáticos. Más de lo anterior, no se encargan las tecnologías como tal.

Como concepto sociológico y no informático se refieren a saberes necesarios que hacen referencia a la utilización de múltiples medios informáticos para almacenar, procesar y difundir todo tipo de información con diferentes finalidades, como la formación educativa, la organización y gestión empresarial, la toma de decisiones en general, entre otros.

Las TIC son herramientas teórico conceptuales, soportes y canales que procesan, almacenan, sintetizan, recuperan y presentan información de la forma más variada. Los soportes han evolucionado en el transcurso del tiempo, desde el telégrafo óptico, el teléfono fijo, los celulares, la televisión, y más recientemente, en esta Era, podemos hablar de la computadora y de la Internet. El uso de las TICs representa una variación notable en la sociedad y a la larga, un cambio en la educación, en las relaciones interpersonales y en la forma de difundir y generar conocimientos.

Las TIC, ventajas

Es común también comprender las TIC en relación a su magnitud (Internet). Las TIC tienen por objeto aportar claridad para conceptos aún más abstractos como la sociedad del conocimiento la cual se asume fue acuñada por Peter Drucker. Internet está transformando las posibilidades de acceso a la información en el mundo entero, cambiando nuestra manera de comunicar y también las rutinas diarias en los ámbitos de trabajo. Las ventajas que ofrecen las TIC a las organizaciones son:

- Comunicación fácil y a bajo costo.
- Espacios de difusión.

- Presencia mundial en el sector.
- Mayor respuesta y velocidad a sus fines.
- Coordinación central y distribuida para la mejor toma de decisiones.
- Mayor impacto.
- Mejor respuesta.

Hay organizaciones que han sacado gran partido a estas herramientas. Sin embargo, pese a la gran cantidad de tecnología y herramientas disponibles hay organizaciones que están quedando al margen de ella y es lo que se conoce como *Brecha Digital*.

Circunstancias que limitan la expansión de las TIC

Las TIC, fruto del desarrollo científico, influyen a su vez en su evolución, contribuyendo al desarrollo socioeconómico y modificando el sistema de valores vigente. Aunque, como dice Sáez Vacas (1995), "la tecnología cambia rápidamente hasta la forma como vivimos, pero en cambio nuestras propias concepciones del mundo se modifican con pereza".

Por otra parte, aún queda camino por recorrer hasta que las TIC constituyan un instrumento "convivencial", en el sentido que lo enuncia Ivan Illich, como un instrumento que se puede manipular sin dificultad, sin constituir el monopolio de una única clase de profesionales, respetando la autonomía personal y no degradando el entorno físico.

La expansión de las TIC en todos los ámbitos y estratos de nuestra sociedad se ha producido a gran velocidad y es un proceso que continúa ya que van apareciendo sin cesar nuevos elementos tecnológicos. La progresiva disminución de los costes de la mayoría de los productos tecnológicos, fruto del incremento de los volúmenes de producción y de la optimización de los procesos fabriles, se deja sentir en los precios y nos permite disponer de más prestaciones por el mismo dinero, facilitando la introducción de estas potentes tecnologías en todas las actividades humanas y en todos los ámbitos socioeconómicos.

No obstante, a pesar de estas magníficas credenciales que hacen de las TIC instrumentos altamente útiles para cualquier persona y por supuesto imprescindibles para toda empresa, existen diversas circunstancias que dificultan su más amplia difusión entre todas las actividades y capas sociales:

- Problemáticas técnicas. Incompatibilidades entre diversos tipos de ordenador y sistemas operativos, el ancho de banda disponible para Internet (insuficiente aún para navegar con rapidez y visualizar vídeo de calidad on-line), la velocidad aún insuficiente de los procesadores para realizar algunas tareas (reconocimiento de voz perfeccionado, traductores automáticos, otros).
- Falta de formación. La necesidad de unos conocimientos teóricos y prácticos que todas las personas deben aprender, la necesidad de aptitudes y actitudes favorables a la utilización de estas nuevas herramientas (alfabetización en TIC).
- Problemas de seguridad. Circunstancias como el riesgo de que se produzcan accesos no autorizados a los ordenadores de las empresas que están conectados a Internet y el posible robo de los códigos de las tarjetas de crédito al comprar en las tiendas virtuales, frena la expansión del comercio electrónico y de un mayor aprovechamiento de las posibilidades de la Red.
- Barreras económicas. A pesar del progresivo abaratamiento de los equipos y programas informáticos, su precio aún resulta prohibitivo para muchas familias. Además, su rápido proceso de obsolescencia aconseja la renovación de los equipos y programas cada cuatro o cinco años.

Barreras culturales. Los idiomas dominantes, el inglés y el chino, en los cuales se presenta el mayor volumen de referencias e informaciones de Internet son desconocidos para una gran parte de los usuarios [1]; también resulta inexistente, en muchos países poco desarrollados, una tradición en el uso de instrumentos tecnológicos avanzados.

Probable evolución de las TIC

A partir de las tendencias actuales la evolución de las TIC en los próximos años puede estar caracterizada por los siguientes aspectos:

- Progresivo aumento de los sistemas informáticos portátiles.
- Progresiva difusión de las pantallas planas (TFT).
- Implantación de las tecnologías inalámbricas: teclado, impresoras y redes LAN.
- Omnipresencia de los accesos a Internet.
- Uso generalizado de los sistemas de banda ancha para las conexiones a Internet.
- Telefonía móvil de tercera generación UMTS, con imagen y conexiones gráficas a Internet.
- Suministros de software a través de Internet (se pagará según consumo, como la electricidad).
- Multiplicación de las actividades que realizaremos desde el ciberespacio: telebanco, telemedicina, ocio.
- Generalización de la "pizarra digital" en las aulas presenciales.

INFRAESTRUCTURA DE DATOS ESPACIALES

“Existe un reconocimiento cada vez mayor de que los desafíos más importantes de la sociedad moderna, tales como la protección del entorno, el incremento de la seguridad, la mejora del transporte, el desarrollo socialmente justo y la ampliación de servicios para los ciudadanos, requieren que quienes toman decisiones identifiquen dónde es más acuciante la necesidad y los medios para intervenir allí del modo más efectivo, monitorizar resultados y evaluar impactos. Para todas estas tareas, la información geográfica es crucial. Dicha información no sólo debe existir, sino que además debe ser fácil el identificar quién la tiene, si es apropiada o no para el propósito que se persigue, cómo se puede acceder a ella, y si puede o no ser integrada con otra información” (GINIE. Informe Directivo “Infraestructuras de Datos Espaciales: de lo local a lo global. Recomendaciones para entrar en acción, 2004).

Los Sistemas de Información Geográficos

A partir de la idea que casi toda la información en las bases de datos almacenadas en las administraciones son susceptibles de ser georreferenciadas, la Información Geográfica (IG) junto a los Sistemas de Información Geográfica (SIG) han adquirido una importancia nunca antes vista.

Los SIG son herramientas (locales) que permiten realizar análisis geoespaciales a partir de la información almacenada en las bases de datos del ordenador y mostrar el resultado de forma gráfica.

La información alfanumérica en correlación con la información geográfica proporcionada por los SIG brinda la ayuda, en los procesos de toma de decisión para la gestión del territorios, de una manera clara y sencilla ya que permite ver el resultado global sobre un mapa de manera gráfica.

El apoyo de los SIG en la toma de decisión proporciona una seguridad que se transforma en ganancia de tiempo y dinero. Esto es posible gracias a la posibilidad de visualizar múltiples circunstancias que afectan al territorio y analizar las consecuencias de cada decisión teniendo en cuenta todas esas circunstancias.

Sin embargo, la gran variedad de formatos de los datos, la diversidad de sistemas operativos y los diferentes sistemas de gestión de los datos, hacen que compartirlos sea una tarea muy laboriosa y en algunos casos imposible. En tal sentido es necesario que trabajemos para lograr la interoperabilidad en el campo de la Información Geográfica. Organizaciones como ISO, OGC y otras se dedican a establecer normas y especificaciones para lograr este objetivo.

Actualización y accesibilidad de la IG

Ya sea por la acción del hombre o por causas naturales, la IG sufre transformaciones de forma muy

dinámica. Para una correcta toma de decisión es necesario disponer de datos actualizados. Conseguir la IG por lo general tiene un alto costo. Considerando lo antes dicho inferimos que realizar la toma de decisión sobre un SIG que provee información actualizada resulta un gasto considerable.

En el caso de situaciones críticas, en las cuales la toma de decisión debe ser instantánea, es necesario que la información pueda ser accesible de igual forma. En otras palabras, la información debe estar al alcance de las manos de quien debe tomar la decisión, en el momento en que ésta es necesaria.

La solución a esos dos inconvenientes sería la de acceder instantáneamente a la información más actual. Esta información está en manos de quien la produce o la distribuye (instituciones, organismos, empresas, universidades) y el acceso más rápido, generalizado y ubicuo es el que se realiza por medio de las redes de Internet. De este modo, la accesibilidad a la IG actualizada se optimiza accediendo directamente a la información proporcionada por el productor, a través de Internet.

Poder acceder directamente a los datos, sin importar donde éstos se encuentren almacenados, demanda de un mínimo de compatibilidad entre los sistemas (usuario-productor) de modo que nos permita alcanzar la información requerida sin mayor esfuerzo. Esto depara otro inconveniente relacionado con el concepto de Interoperabilidad.

Dificultades para alcanzar la interoperabilidad

Poder unir o comparar en un visualizador diferente capas de IG correspondientes a un mismo territorio pero almacenadas en diferentes organismos (según su competencia) es la solución más acertada. Sin embargo, es necesario solucionar ciertas características asociadas a la IG para que pueda ser compartida.

La IG que se carga en un SIG es capturada de diversas formas generando una cantidad de datos almacenados en diferentes formatos.

Estos datos se pueden obtener mediante algunos de estos medios:

- Mediante levantamientos topográficos.
- Por medio de levantamientos fotogramétricos.
- Utilizando imágenes de satélite.
- Mediante medidas realizadas con GPS.
- Por medio de sensores.
- Mediante informes escritos, tablas ó listas.

Estos métodos tienen su particularidad al almacenar los datos, la cual varía según los fabricantes de los diferentes equipos y los diferentes métodos de procesamiento de los datos.

Para que la información sea utilizable en un SIG debe estar homogeneizada a fin de poder ofrecer resultados a los requerimientos del usuario. Los procesos de homogeneización de la información también son variados y adecuados a cada formato de los datos. Por lo general estos procesos demandan mucho tiempo, esfuerzo y, en algunos casos, pérdida de información ocasionando un escollo para la interoperabilidad.

Por otra parte el software que hace funcionar a un SIG puede desempeñarse sobre diferentes Sistemas Operativos ó, por el contrario, pueden exigir estar instalados en plataformas concretas (Unix, por ejemplo). En este caso la exportación de los archivos de programas entre diferentes plataformas presentan un grado de dificultad de diferente consideración. Además, la información recogida debe ser referenciada al sistema geodésico correspondiente a la región y así, los datos pasan por procesos de transformación. Si en las colecciones de datos existen varios datum es probable que un punto real de la superficie de la Tierra tenga una latitud y longitud distinta dependiendo del datum al que se haga referencia.

Interoperabilidad

Lograr que la gestión de la IG no tenga limitaciones debido a las restricciones impuestas por los sistemas

de captura, proceso, almacenamiento, distribución o visualización, es un paso muy importante para que las organizaciones puedan compartir la información.

La interoperabilidad tiene que ver con la integración de recursos heterogéneos cuando se tiene el objetivo de optimizar el intercambio y reutilización de información y brindar servicios coherentes a los usuarios (Arms y col., 2002). Las páginas Web son, en la actualidad, una muestra fehaciente de interoperabilidad. No importa cual sea el sistema operativo o equipo utilizado todos pueden acceder y leer el mismo tipo de información.

En los procesos de gestión de la IG debe existir interoperabilidad por medio de:

- Normas que definan los procesos y acoten sus características de calidad.
- Especificaciones de los procesos que describan las posibilidades y los resultados esperados.
- Formalización de los descriptores de los datos mediante modelos de información.
- Estándares de bases de datos que definan los esquemas de los datos.
- Protocolos que permitan la utilización de diferentes plataformas o hardware.
- Redes definidas por protocolos universales (HTML, XML, FTP/IP).
- Interfaces que garanticen que cualquiera que sea el sistema utilizado para el acceso a la información ésta se visualice de la misma manera.

Además debe existir interoperabilidad institucional en todos los niveles. Esta interoperabilidad requiere del acuerdo entre productores y usuarios de datos espaciales, posiblemente más difícil de conseguir que la interoperabilidad técnica.

El Open Geospatial Consortium (OGC) es una organización internacional compuesta por más de 300 instituciones comerciales, gubernamentales, académicas, entre otras, dedicadas a proporcionar un consenso de colaboración mediante el desarrollo de especificaciones que garanticen la interoperabilidad de contenidos y servicios de la Información Geográfica.

Las infraestructuras de datos espaciales (IDE)

Atendiendo a las pautas de interoperabilidad que permiten unificar los procesos relacionados con la IG para brindar accesibilidad a través de Internet, y a fin de compartir información entre las instituciones, se puede definir una Infraestructura de Datos Espaciales (IDE) como:

Una iniciativa que reúne acuerdos políticos, tecnologías, datos y servicios estandarizados que permiten el acceso e intercambio a diferentes niveles de uso de información geográfica.

Desde una óptica tecnológica se define una IDE como un sistema integrado por un conjunto de recursos técnicos (catálogos, servidores, programas, datos, aplicaciones, páginas Web, entre otros) dedicados a gestionar la Información Geográfica (mapas, ortofotos, imágenes de satélite, topónimos), disponibles en Internet, que cumpla con una serie de condiciones de interoperabilidad (normas, especificaciones, protocolos, interfaces). Este sistema debe permitir que un usuario, utilizando un simple navegador, pueda utilizarlos y combinarlos según sus necesidades y licencias de uso.

Según el alcance para la que una IDE es construida de modo de brindar IG de un municipio, de una provincia, o de un país, ésta será definida como local, provincial o nacional. Puede ocurrir también que una IDE se construya sobre una característica especial transadministrativa o transorganizacional. En todo caso, cada IDE debe poder integrarse (gracias a los estándares de los que dispone) dentro de otra IDE superior hasta llegar a una regional (por ejemplo CP – IDEA, Comité Permanente para la Infraestructura de Datos Espaciales de las Américas) ó a una mundial (GSDI, a nivel Global).

El establecimiento de una IDE, a nivel institucional, local, regional, estatal o global, requiere del acuerdo de 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 proceso de definición, en otros

ámbitos territoriales superiores, hacia las cuales pretende converger.

Con anterioridad se ha hablado de la necesidad de disponer de la IG existente de manera ubicua. La justificación del establecimiento de una IDE esta ligada fundamentalmente a dos ideas:

- Se debe acceder fácil, cómoda y eficazmente a los datos geográficos existentes.
- La Información Geográfica debe poder reutilizarse una vez que ha servido para el proyecto para el que ha sido adquirida.

Todas las iniciativas para el establecimiento de una IDE incluyen unos principios comunes:

1. **Marco Institucional.** El establecimiento de acuerdos entre los productores de información geográfica, especialmente entre los productores oficiales, para generar y mantener los datos espaciales fundamentales para la mayoría de las aplicaciones basadas en sistemas de información geográfica.
2. **Estándares.** El establecimiento de normas a las que deberá ajustarse la información geográfica, los intercambios de ésta y la interoperación de los sistemas que la manejan.
3. **Tecnologías.** El establecimiento de la red y mecanismos informáticos que permitan buscar, consultar, encontrar, acceder, suministrar y usar los datos espaciales o geográficos, como por ejemplo permitir incorporar los metadatos organizados en catálogos y ofrecerlos a través de servidores en red.
4. **Política de datos.** El establecimiento de las políticas, alianzas y acuerdos de colaboración necesarios para aumentar la disponibilidad de datos espaciales y compartir los desarrollos tecnológicos.

En esencia una IDE está compuesta de:

Datos

Es necesaria la organización de los datos de manera que se puedan consultar, registrar y relacionar. Para ello es conveniente establecer reglas de juego o prescripciones generales normativas que garanticen la participación estandarizada de todos y cada uno de los productores de datos espacialmente referenciados.

En relación a los datos espaciales, en la actualidad existe un consenso internacional que los clasifica en distintos tipos, de los cuales los más importantes son:

(a) Datos Básicos

Son aquellos datos georreferenciados, fundamentales, que sirven de base para construir o referenciar cualquier otro dato fundamental o temático. Constituyen el marco de referencia que proporciona el contexto geográfico a cualquier aplicación. Cumplen la función de ser la Información Geográfica de referencia utilizada como base común que permite mezclar e integrar datos de aplicaciones de todo tipo al ser el vínculo o nexo de unión.

La iniciativa europea INSPIRE ha definido los temas que deben ser considerados como **Datos de Referencia**, tales como:

- Sistema de coordenadas.
- Cuadrículas geográficas.
- Nombres geográficos.
- Unidades administrativas.
- Redes de transporte.
- Hidrografía.
- Lugares protegidos.

- Elevación.
- Identificadores de propiedad.
- Parcelas catastrales.
- Cubierta terrestre.
- Ortoimágenes.

(b) Datos temáticos

Son los datos propios de aplicaciones específicas que explotan la Información Geográfica con una finalidad concreta. Incluyen valores cualitativos y cuantitativos que se corresponden con atributos asociados a los datos de referencia como por ejemplo: vegetación, geología, clima, tráfico, contaminación, entre otros.

Metadatos

Los metadatos informan a los usuarios sobre las características de los datos existentes de modo que sean capaces de entender “lo que representan” y “cómo lo representan” para que puedan buscar y seleccionar qué datos les interesan y sean capaces de explotarlos de la manera más eficaz posible. Para ello la información incluida en los metadatos describe, entre otros: la fecha de los datos, el contenido, la extensión que cubren, el sistema de referencia espacial, el modelo de representación espacial de los datos, su distribución, restricciones de seguridad y legales, frecuencia de actualización y calidad.

Hay que diferenciar claramente los datos de los metadatos. Los datos describen el mundo real y son un modelo de la realidad, mientras que los metadatos describen a los datos y se utilizan para tomar decisiones acerca de los mismos. Los metadatos de la información geográfica informan a los usuarios sobre los datos existentes describiendo el sistema de referencia espacial, la calidad, su distribución, el formato, restricciones de seguridad, frecuencia de actualización, entre otras variables, de tal manera que sirven para describir un conjunto de datos geográficos, contestando a las preguntas: “qué”, “cuándo”, “dónde”, “de quién son”, “de dónde son” y “cómo” se han generado los datos:

- De qué: título y descripción del conjunto de datos.
- De cuándo: fecha de creación de los datos, periodos de actualización, otros.
- De quién: creador del conjunto de datos.
- De dónde: extensión geográfica de los datos.
- El cómo: modo de obtención de la información, formato, otros.

Los metadatos pueden utilizarse para describir un conjunto de datos espaciales al nivel de una serie o producto completo (como la capa de traza urbana de las ciudades de la provincia de Santa Fe, o una cobertura de Imágenes Landsat de todo un país), de una unidad, de una serie ó producto (una hoja del mapa o una imagen individual), de un subconjunto de datos definido por cualquier criterio (extensión espacial, clases de objetos), e incluso a niveles de más detalles como podría ser en el ámbito individual de una instancia de un objeto o de un valor de un atributo.

Los objetivos que se persiguen con la creación de los metadatos son los siguientes:

- Que se puedan buscar y encontrar los conjuntos de datos, es decir, saber qué datos existen, qué datos hay disponibles de una determinada zona y para un tema determinado, a una escala o en general con unas características específicas que el usuario demanda.
- Que se pueda valorar la calidad del conjunto de datos, valoración requerida para ser utilizado como fuente para otros procesos dentro de una misma organización o para el intercambio entre organizaciones.
- Que se pueda elegir cuál es el conjunto de datos más adecuado, comparando los distintos conjuntos de datos entre sí, de modo que se pueda seleccionar cuáles cumplen los requisitos del usuario de manera óptima para el propósito que se persigue.
- Evitar la duplicidad de trabajo, informando sobre la información existente, su ubicación y su

disponibilidad.

- Facilitar la utilización de los datos mediante la descripción de todas las características técnicas relevantes de éstos del modo más objetivo, más amplio y completo, haciendo posible su explotación y su ayuda a los usuarios de los datos tanto en la obtención de resultados como en su mantenimiento y actualización.

Por último, hay que decir que se ha producido una evolución desde la primera concepción de los metadatos como “datos acerca de los datos”, tal y como los define ISO 19115-2003, hasta la idea de metadatos como datos que describen no sólo datos sino también servicios, como pueden ser los servicios de publicación de mapas en Internet, servicios de transformación de coordenadas, servicios de nomenclátor, entre otros. Todos ellos son servicios accesibles en la red que necesitan ser descritos mediante metadatos. La estructura y el contenido de los metadatos deben estar basados en una norma aceptada y ampliamente utilizada.

Uno de los beneficios de las normas es que son el fruto de la experiencia y del consenso, ya que han sido desarrolladas y revisadas por un grupo internacional de expertos que han aportado una considerable diversidad cultural y social. En particular las normas ISO 19100, relativas a Información Geográfica, proporcionan una base desde la que pueden desarrollarse perfiles o particularizaciones de la norma, territoriales o sectoriales.

En la actualidad existen diferentes normas y perfiles dentro del campo de los metadatos que es interesante mencionar:

ISO 19115 “Geographic information – Metadata”

Norma Internacional de metadatos perteneciente a la familia ISO 19100 desarrollada por el Comité Técnico 211, perteneciente a la Organización de Estandarización Internacional (ISO) que proporciona un modelo de metadatos y establece un conjunto común de terminología, definiciones y procedimientos de ampliación para metadatos. Ha sido adoptada como Norma Europea por el CEN/TC287 y como una Norma Española por AEN/CTN148 “Información Geográfica”, por lo que está disponible en español.

Núcleo Español de Metadatos “NEM”

Recomendación definida por el Grupo de Trabajo de la Infraestructura de Datos Espaciales de España (IDEE), establecida en forma de perfil de ISO 19115. Es un conjunto mínimo de elementos de metadatos recomendados en España para su utilización a la hora de describir recursos relacionados con la IG. Está formado por la ampliación del Núcleo (Core) de la Norma ISO 19115 de metadatos, con los ítems de ISO 19115 necesarios para incluir los elementos del Dublín Core Metadata, la descripción de la calidad y los elementos requeridos por la Directiva Marco del Agua.

Iniciativa Dublín Core Metadata

La iniciativa Dublín Core Metadata es un foro abierto dedicado al desarrollo de estándares en la línea de los metadatos. Tiene como actividades principales la formación de grupos de trabajo, conferencias globales y talleres y desarrollo de prácticas en el campo de los metadatos. Esta iniciativa definió 15 elementos básicos y esenciales para describir un recurso cualquiera y en la actualidad es la iniciativa de metadatos más utilizada.

Los organismos y organizaciones que gestionan Información Geográfica necesitan crear metadatos de sus datos cartográficos para poder confeccionar sus catálogos. En la actualidad la norma ISO 19115 “Geographic Information - Metadata” es la norma internacional de metadatos, referencia obligada a la hora de metadatar datos geográficos que define en detalle todos los aspectos relacionados con los metadatos.

Servicios

Los servicios IDE ofrecen funcionalidades accesibles vía Internet con un simple navegador o browser, sin

necesidad de disponer de otro software específico para ello. Existen diferentes tipos de servicios:

Servicio de Mapas en Web (WMS)

Su objetivo es poder visualizar Información Geográfica. Proporciona una representación, una imagen del mundo real para un área requerida. Una especificación del Open Geospatial Consortium (OGC) establece cómo debe ser un WMS estándar e interoperable que permita superponer visualmente datos vectoriales y raster, en diferente formato, con distinto sistema de referencia y coordenadas y en distintos servidores.

Servicio de Fenómenos en Web (WFS)

Permite acceder y consultar todos los atributos de un fenómeno (feature) geográfico representado en formato vectorial. Un WFS permite bajar la información geográfica y alfanumérica relacionada a un fenómeno geográfico, a un ordenador propio y consultarla libremente. Una especificación OGC establece cómo debe ser un WFS estándar e interoperable.

Servicio de Coberturas en Web (WCS)

Es el servicio análogo a un WFS pero para datos raster. Permite no solo visualizar información raster, sino además consultar el valor de los atributos almacenados en cada píxel. Una especificación OGC establece cómo debe ser un WCS estándar e interoperable.

Servicio de Nomenclador (Gazetteer)

Ofrece la posibilidad de localizar un fenómeno geográfico de un determinado nombre. A partir del ingreso del nombre de un fenómeno, devuelve la localización, mediante unas coordenadas del fenómeno en cuestión. Adicionalmente, la consulta por nombre permite fijar otros criterios como la extensión espacial en que se desea buscar o el tipo de fenómeno dentro de una lista disponible (río, montaña, población, otro). Si hay varios que cumplen la condición de búsqueda, el servicio presenta una lista de los nombres encontrados con algún atributo adicional para que el usuario pueda elegir el que desea. Evidentemente este servicio necesita disponer de un conjunto de nombres con coordenadas. Una especificación OGC establece cómo debe ser un Servicio de Nomenclador estándar e interoperable.

Servicio de Geoparser

Un Servicio de Geoparser analiza palabra por palabra un texto digital determinado, efectúa comparaciones con un conjunto de nombres geográficos dado y crea los vínculos o enlaces necesarios para que exista una referencia permanente en el texto original a los fenómenos geográficos aludidos. Transforma el texto original en un hipertexto con vínculos geográficos. Este servicio se basa y utiliza un Servicio de Nomenclador.

Servicio de Catálogo (CSW)

Un Servicio de Catálogo permite la publicación y búsqueda de información (metadatos) que describe datos, servicios, aplicaciones y en general todo tipo de recursos. Los servicios de catálogo son necesarios para proporcionar capacidades de búsqueda e invocación sobre los recursos registrados dentro de una IDE. Una especificación OGC establece cómo debe ser un Servicio de Catálogo estándar e interoperable.

Descriptor de Estilo de Capas (SLD)

Esta especificación de la OGC describe un conjunto de reglas de codificación que permite al usuario definir estilos de simbolización de las entidades personalizados.

Los servicios OGC pueden ser encadenados y combinados en un Geoportal, ofreciendo por ejemplo la posibilidad de buscar un fenómeno por nombre (Nomenclador) y visualizar el resultado sobre unos datos de referencia (WMS); localizar un producto seleccionando algunas características (Catálogo) y visualizarlo en pantalla (WMS o WCS). También es posible basarse en un servicio OGC para implementar servicios que ofrezcan funcionalidad adicional, por ejemplo desarrollar un servicio de camino mínimo por carretera

basado en un WFS que acceda a todos los atributos de un conjunto de datos de poblaciones y carreteras.

Normativa

En este último tiempo se ha producido un gran desarrollo de los estándares internacionales a fin lograr la interoperabilidad de servicios y datos geoespaciales. En este contexto la *interoperabilidad* se refiere a los componentes de software que operan recíprocamente para acceder a recursos distribuidos sorteando las limitaciones existentes en ambientes de procesamientos y fuentes de datos heterogéneos. Es la habilidad que instituciones, sistemas, tecnologías e infraestructuras tienen para trabajar juntos.

Los estándares internacionales más difundidos que soportan el procesamiento geoespacial y permiten el desarrollo de las IDE, son la familia ISO 19100 del Comité Técnico ISO/TC 211 que proveen normas abstractas de información geográfica, y las especificaciones del consorcio OpenGIS OGC, que aportan las especificaciones de implementación de servicios de información geográfica. El gran uso de la información geográfica ha llevado a una escala internacional el desarrollo de estandarización de la información vinculada a objetos y fenómenos georeferenciados. En tal sentido se crea el Comité Técnico ISO/TC 211 dedicado a la estandarización de la Información Geográfica y la Geomática.

ISO/TC 211

El Comité Técnico 211 de la ISO (ISO/TC 211) tiene la misión de desarrollar estándares globales en el campo de la IG y la Geomática, este Comité pretende:

- Incrementar el entendimiento y uso de la IG.
- Incrementar la disponibilidad, acceso, integración y posibilidad de compartir la IG.
- Promover el uso económico, eficiente y efectivo de la IG digital y los sistemas de software y hardware asociados.
- Contribuir a un enfoque unificado para orientar los problemas ecológicos y humanitarios.

Como resultado de su trabajo el ISO/TC 211 produce la serie de normas ISO 191XX, que tiene como objetivo la estandarización de la información geográfica digital. Estas normas están orientadas a establecer un conjunto estructurado de estándares para la información vinculada con objetos o fenómenos asociados a una ubicación relativa en la Tierra. Estos estándares especifican métodos, herramientas y servicios para el manejo de la información geográfica, adquisición, procesamiento, análisis, acceso, presentación y transferencia de los datos en forma digital/electrónica entre diferentes usuarios, sistemas y lugares.

En el Comité Técnico ISO/TC 211 actualmente participan 31 países como miembros permanentes y otros 30, en calidad de observadores. Argentina mediante IRAM es país observador.

BIBLIOGRAFIA

AGENDA 21 (1992) <http://www.un.org/spanish/esa/sustdev/agenda21.htm>

AGENDA 21. Sitio en Internet al servicio de las Entidades locales de España e Iberoamérica comprometidas con la Agenda 21 Local. <http://www.agenda21-local.net/portal/a21local.jsp>

BERNERS LEE T. (1984) "Tejiendo la red", Editorial Siglo XXI. <http://www.ietf.org/rfc/rfc3986.txt>

BUCKLEY P., CLARK D. (2005) "Rough Guide to Internet 2005", The Rough Guides.

CASTELLS, Manuel (2001). "Internet y la sociedad en red". En Lección inaugural del programa de doctorado sobre la sociedad de la información y el conocimiento. Barcelona: UOC.

Consortio W3C en español <http://www.w3c.es>
Cumbre de Río de 1992. Resumen de los Principios sobre Medioambiente y Desarrollo. <http://www.gaia.org.mx/informacion/boletin3.html>

Cumbre Mundial sobre Desarrollo sostenible. Johannesburgo (2002) Declaración.

- Curso de IDE. http://www.un.org/esa/sustdev/documents/WSSD_POI_PD/Spanish/WSSDsp_PD.htm, <http://www.ietf.org/rfc/rfc2616.txt>, <http://www.w3.org/TR/html401/>
- Curso sobre Internet en PDF <http://courses.iicm.edu/inm>
- Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo. <http://www.un.org/documents/ga/conf151/aconf15126-1annex1.htm>
- El Open Geospatial Consortium <http://www.opengeospatial.org/>
- El Recetario IDEs (Traducción de The SDI Cookbook. Nevert, D.D. Editor). 2001. <http://redgeomatiga.rediris.es/metadatos/publica/recetario/html/>
- GOMEZ SANZ N., LOPEZ SANTIAGO L.A. y TOBARRA GOMEZ M-A. (2002) Difusión y Absorción de las TICs en la Economía Española.
- Introducciones a Internet. http://www-aulacliic.es/internet/f_internet.htm, <http://www.livinginternet.com>
- La IDE de España <http://www.idee.es/>
- MIGUEL A. BERNABÉ POVEDA (2007) . Unidad 1.B.1. Introducción a las IDEs (Curso IDES).
- NACIONES UNIDAS. Asamblea General. Resolución aprobada. <http://www.un.org/spanish/esa/sustdev/ARESS192.pdf>
- PEKKA H. (2001) "La ética *hacker* y el espíritu de la era de la información", Editorial Destino.
- PELGRUM W.J. (2001) "Obstacles to the integration of ICT in education: results from a worldwide education assessment" Computers & Education, ním. 37, 163-178.
- PERE MARQUÈS GRAELLS, (2000) Las Tic Y Sus Aportaciones A La Sociedad <http://www.pangea.org/peremarques/tic.htm>
- SÁEZ VACAS F. (1997). "Innovación tecnológica y reingeniería en los procesos educativos". En: ALONSO, C. (coord.). La Tecnología Educativa a finales del s.XX: concepciones, conexiones y límites con otras asignaturas. Barcelona: Eumo-Grafic.
- TORRALBA F. (2002). Apuntes de la conferencia del Dr. Francesc Torralba a la URL, "dilemes ètics de les TIC a la societat global", Facultat Blanquerna, 4/3/2002
- ZHONG-REN PENG y MING-HSIANG TSOU. (2003) "Internet GIS", John Wiley & Sons.

NOTAS AL PIE

- [1] De acuerdo con Internet World Stats (<http://www.internetworldstats.com/stats7.htm>), hacia 2009 un 49,7% de la población mundial usuaria de Internet es anglo y chino parlante, contra un 7,9% en español. Los contenidos de los primeros mencionados alcanzan 72,3% de las 313 billones de páginas existentes (68,4% solo en inglés), mientras que en español solo representa un 2,4%. (<http://www.translate-to-success.com/online-language-web-site-content.html>)