

Desarrollo de Infraestructuras de Datos Espaciales:

El Recetario de IDE



IGDE

INFRAESTRUCTURA GLOBAL DE DATOS ESPACIALES

Editor: Douglas D. Nebert, Jefe del Grupo de Trabajo Técnico, IGDE

Traducción de la Versión 2.0 del 25 de enero de 2004
Elaborada en la Dirección General de Geografía
Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática
<http://www.inegi.gob.mx>

Para cualquier comentario favor de comunicarse a la cuenta: idemex@inegi.gob.mx

Tabla de Contenidos

Tabla de Contenidos	<i>i</i>
Capítulo Uno: Enfoque del Recetario	<i>1</i>
Introducción	1
Alcance de este Recetario	2
Infraestructuras de datos espaciales	2
Infraestructura Global de Datos Espaciales	3
Distribución	3
Colaboradores	4
Organización	4
Información general del Recetario	4
Capítulo 2: Desarrollo de los datos geoespaciales: Construcción de datos para varios usos	5
Capítulo 3: Metadatos: Descripción de los datos geoespaciales	5
Capítulo 4: Catálogo de datos geoespaciales: Descubrimiento de los datos	5
Capítulo 5: Visualización de los datos geoespaciales: Mapeo en línea	5
Capítulo 6: Acceso y entrega de datos geoespaciales: Acceso abierto a los datos	5
Capítulo 7: Otros servicios	5
Capítulo 8: Extensión y construcción de capacidades: Creación de una comunidad	6
Capítulo 9: Estudios de casos	6
Capítulo 10: Terminología	6
Capítulo Dos: Desarrollo de los datos geoespaciales: Construcción de datos para varios usos	<i>7</i>
Contexto y fundamento	7
Obtención de los beneficios	9
Enfoque organizativo	10
El Marco de Referencia mejora el desarrollo de los datos necesarios	10
¿Quiénes son los actores en el desarrollo de los datos del marco de referencia?	12
Enfoque de aplicación	12
Identities comunes de los objetos del mundo real	13
Categorías propuestas para el marco de referencia nacional	14
Categorías propuestas para los datos globales	14
Recomendaciones	15
Referencias y ligas	15
Capítulo Tres: Metadatos: Descripción de los datos geoespaciales	<i>16</i>
Introducción	16
Contexto y fundamento	16
Beneficio de los metadatos	17
Enfoque organizativo	17
Niveles de metadatos	17
Enlaces entre los datos geoespaciales y los metadatos	19

Normas para los metadatos	19
¿Por qué utilizar normas?	19
Normas para metadatos geoespaciales	19
Normas generales para metadatos	21
Enfoque de aplicación	22
¿Quién deberá crear los metadatos?	22
¿Cómo creo metadatos?	24
¿Qué software está disponible para crear y validar metadatos?	25
Cuestiones en la aplicación	25
Vocabularios, diccionarios geográficos y tesauros	25
Colaboración mínima con los usuarios durante las fases de definición y aplicación: se necesita un tratamiento amigable para el usuario	25
Contenido esperado por el usuario	26
Metadatos para aplicaciones	26
Mecanismo de identificación de productos de información geográfica	26
Incentivos para el desarrollo de metadatos	26
Contemplar la legislación para el contenido de metadatos en el sector público	27
Recomendaciones	27
Referencias y ligas	28
<i>Capítulo Cuatro: Catálogo de datos espaciales. Descubrimiento de los datos</i>	29
Introducción	29
Contexto y fundamento	29
Conceptos de catálogo distribuido	30
Enfoque organizativo	31
Quehaceres	31
Servidor del catálogo y desarrollo del servicio	33
Enfoques opcionales	34
Pasarelas de catálogos y desarrollo de la interfaz de acceso	35
Registro de los servidores de catálogo	37
Normas pertinentes	37
Enfoque de aplicación	39
Servidor de catálogo y desarrollo del servicio	41
Aplicaciones de software disponibles	42
Pasarela del catálogo y desarrollo de la interfaz de acceso	42
Registro de servidores de catálogo	42
Recomendaciones	43
Referencias y ligas	43
<i>Capítulo Cinco: Visualización de los datos geoespaciales: Mapeo por la Red Mundial de Computadoras</i>	44
Introducción	44
Contexto y fundamento	44
Actividades del <i>OpenGIS</i> en el Mapeo por la Red Mundial de Computadoras	45
Enfoque organizativo	47
Servidores de mapas	50
Enfoque de aplicación	50
Software disponible	53

Recomendaciones	53
Referencias y ligas	54
Capítulo Seis: Acceso y entrega de los datos geoespaciales: Acceso abierto a los datos	55
Contexto y fundamento	55
Enfoque organizativo	56
Enfoque de aplicación	57
Definiciones e información general	57
Relación con otros servicios de infraestructura de datos espaciales	61
Normas	62
ISO/TC211	63
ISO SQL/MM	63
Consortio <i>OpenGIS</i> (OGC)	63
Relación de la Red Mundial de Computadoras e Internet	65
Servicios relacionados	65
Mejor aplicación práctica	65
Resumen y análisis de prontitud	67
Recomendaciones	67
Referencias y ligas	68
Capítulo Siete: Otros servicios	69
Contexto y fundamento	69
Enfoque organizativo	69
Servicios de aplicación geoespacial	71
Servicios de catálogo	71
Servicios de datos geoespaciales	71
Servicios de representación	72
Servicios de procesamiento	72
Encadenamiento de servicios	72
Enfoque de aplicación	74
Recomendaciones	76
Referencias y ligas	77
Capítulo Ocho. Extensión y construcción de capacidades	78
Introducción	78
Contexto y fundamento	78
¿Cuándo tiene sentido una infraestructura de datos espaciales?	78
Enfoque organizativo	82
Principios de la IGDE	82
Ejecución de la IGDE	83
Enfoque de aplicación	85
¿Cómo se construye una IDE exitosa como parte de la IGDE?	85
Ejemplo 5	85
Recomendaciones: Opciones para extensión y construcción de capacidades para la aplicación de una IDE	95

Referencias y ligas	96
Capítulo Nueve: Estudios de casos de la Coordinación Interdisciplinaria	98
Introducción	98
Estudio de caso local	99
Antecedentes, contexto y fundamento	99
Enfoque organizativo	99
Enfoque de aplicación	100
Recomendaciones	101
Estudio de caso nacional: Colombia	101
Antecedentes, contexto y fundamento	101
Enfoque organizativo	107
Enfoque de aplicación	108
Componentes de la ICDE	108
Aplicación de la ICDE	109
Asuntos	110
Conclusiones	110
Recomendaciones	111
Estudio para la región de la Comunidad para el Desarrollo de África Austral (SADC)	111
Antecedentes, contexto y fundamento	111
Enfoque organizativo	113
Enfoque de aplicación	115
Conclusiones	116
Recomendaciones	117
Estudios de casos globales: Actividades que contribuyen a la Infraestructura Global de Datos Espaciales	117
Definición de IGDE	118
Información general de los elementos de la Infraestructura de la IGDE	118
La Tierra Digital: Un estudio de caso en la Generación de una Infraestructura Global de Datos Espaciales	120
Resumen: Promoción de la Infraestructura Global de Datos Espaciales	122
Capítulo Diez: Terminología	124
Introducción	124
Contexto y fundamento de la Terminología	124
Identificación de conceptos	125
Términos	126
Definiciones	127
Normas de la serie ISO 19100	128
Enfoques de aplicación	129
Algunos casos actuales de aplicación	129
Registros y la necesidad de una identificación única	129
Referencias y ligas	129
Anexo A. Abreviaturas y Terminología utilizada en el Recetario de la IGDE	130
Abreviaturas	130
Glosario de Términos	130

Capítulo Uno: Enfoque del Recetario

Introducción

En la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo realizada en Río de Janeiro en 1992, se aprobó una resolución sustancial orientada hacia la reversión de los efectos ocasionados por el deterioro al medio ambiente. La resolución del Programa 21 establece medidas para atender la deforestación, la contaminación, el agotamiento de los bancos de peces y el manejo de los desperdicios tóxicos, por mencionar algunos. En la Cumbre de Río de 1992, y en una sesión especial de la Asamblea General de las Naciones Unidas efectuada en 1997 para valorar la aplicación del Programa 21, se consideró determinante la importancia de la información geográfica como plataforma para la toma de decisiones y la administración de tales asuntos en aumento a niveles nacional, regional y global. En 2003, durante la Cumbre Mundial sobre Desarrollo Sostenible efectuada en Johannesburgo, Sudáfrica, se verificó un esfuerzo sobresaliente para explicar las capacidades, los beneficios y las posibilidades del uso de la información geográfica digital en línea para el desarrollo sustentable.

La información geográfica es vital para tomar decisiones acertadas en los ámbitos local, regional y global. El control del crimen, el desarrollo de empresas, la mitigación de los efectos por inundaciones, la restauración del medio ambiente, el avalúo del uso del suelo comunitario y la recuperación por desastres son unos cuantos ejemplos de las áreas en las que los encargados de la toma de decisiones se benefician con la información geográfica, junto con las infraestructuras asociadas, es decir, la Infraestructura de Datos Espaciales o IDE (SDI: *Spatial Data Infrastructure*), que apoyan al descubrimiento, al acceso y al uso de la misma en el proceso de toma de decisiones.

Sin embargo, la información es un recurso costoso y, por este motivo, la información apropiada y los recursos para utilizarla al máximo no siempre están disponibles de inmediato, en particular en los países en desarrollo. Se está realizando gran cantidad de programas y proyectos nacionales, regionales e internacionales para mejorar el acceso a los datos espaciales disponibles, promover su reutilización y garantizar que la inversión adicional en la obtención y el manejo de la información espacial resulte en una fuente aprovechable, disponible al momento y en constante crecimiento. Lo anterior es cierto para muchas iniciativas, incluso si no están etiquetadas como "iniciativas de la IDE". Un ejemplo sería el Programa del Sistema de Información Medioambiental en el Sub Sahara de África (EIS-SSA). El énfasis en las normas armonizadoras para la captura y el intercambio de datos espaciales, la coordinación de la obtención de los datos y las actividades de mantenimiento, y el uso de los conjuntos de datos comunes por parte de distintas agencias también puede resaltar tales proyectos, aunque no constituyan en sí una IDE formal.

En las regiones caracterizadas por disponibilidad de información geográfica, junto con el poder de los Sistemas de Información Geográfica (SIG), las herramientas para apoyar la toma de decisiones, las bases de datos y la red mundial de computadoras (*World Wide Web*) y su interoperabilidad asociada, cambian con rapidez la forma en que las comunidades con mejores recursos enfrentan los asuntos graves de importancia social, del medio ambiente y económicos. No obstante, incluso en la nueva era de las computadoras conectadas en red, las costumbres sociales del pasado siguen obstaculizando a los usuarios el hallazgo y el uso de información geográfica determinante. Esto puede inducir a que se abandone un proyecto propuesto, o a que se efectúe una repetición innecesaria -y costosa- de la captura de la información geográfica existente. En muchas agencias, se sigue perdiendo la oportunidad de reutilizar la información geográfica digital incidental recolectada para otros fines.

Hay una clara necesidad, en todos los géneros, de poder acceder, integrar y usar los datos espaciales desde distintas fuentes para tener una base en la toma de decisiones. Por tanto, nuestra habilidad para tomar decisiones acertadas, en forma colectiva, a los niveles local, regional y global, depende de la aplicación de la IDE que se encarga de la compatibilidad a través de jurisdicciones, misma que promueve el acceso y el uso de los datos.

Sólo por medio de convenciones comunes y de acuerdos técnicos será posible y sencillo para las comunidades locales, las naciones y los encargados de la toma de decisiones regionales descubrir, adquirir, explotar y compartir información geográfica vital para el proceso de la toma de decisiones. Lo anterior también

proporciona un sentido económico sano al limitar el costo relacionado con la integración de la información a partir de diversas fuentes y al eliminar la necesidad de una mejora de herramientas paralela y costosa para descubrir, intercambiar y explotar los datos espaciales. A mayor limitación de los recursos disponibles para el desarrollo de la IDE, mayor será el incentivo para hacer coincidir las iniciativas en la construcción de la IDE.

El desarrollo de este "recetario" está contemplado como un medio para aclarar la definición de la IDE y para compartir experiencias actuales en la elaboración de las aplicaciones de la misma que sean compatibles en los diversos pasos del trabajo. Se pretende que este recetario sea un documento dinámico, disponible en forma impresa y digital, que incluya "recetas" o recomendaciones para construir estas infraestructuras desde un plano local, incluso no gubernamental, a través de iniciativas globales.

Alcance de este Recetario

La aplicación de la Guía o Recetario de la IDE, por medio del apoyo de la comunidad de la Infraestructura Global de Datos Espaciales, proporciona a los proveedores y los usuarios de información geográfica la información básica necesaria para evaluar y poner en práctica los componentes existentes de la IDE. Así, se facilita la participación con una comunidad creciente de información geográfica (digital) conocida como la Infraestructura Global de Datos Espaciales, IGDE (GSDI: *Global Spatial Data Infrastructure*).

Para ayudar a que los constructores de la IDE usen y se basen en los componentes existentes en ella, de forma tal que sus empeños sean compatibles con los esfuerzos de otros constructores de IDE, este Recetario de la IGDE identifica:

- normas existentes y emergentes
- soluciones de software de código abierto y basadas en normas comerciales
- estrategias y políticas organizativas sustentadoras
- mejores prácticas

Trabajar con un marco de referencia común de normas y herramientas apoyadas en las primeras, también posibilita mejorar el efecto de todos los recursos disponibles para la creación de la IDE por medio de una futura cooperación, es decir, nosotros desarrollamos esto, tú desarrollas aquello y luego compartimos.

Aun cuando siguen existiendo las soluciones del propietario o basadas en un proyecto para compartir información, la adopción de los principios para compartir datos geoespaciales congruentes proporcionará, en general, una mejor solución para la difusión de la información publicando los datos geoespaciales en Internet y otros medios informáticos. En una "comunidad global" creciente, se necesita garantizar la disponibilidad de las aplicaciones transnacionales y las bases del conocimiento común. Finalmente, estas actividades de la IDE deberán mejorar la colaboración dentro de la industria de datos geoespaciales y hacer que los beneficios derivados del uso de la información geográfica sean parte de la vida diaria de todos.

Infraestructuras de datos espaciales

El término "Infraestructura de Datos Espaciales" (IDE) suele utilizarse para designar la recolección básica conveniente de tecnologías, políticas y disposiciones institucionales que facilitan la disponibilidad y el acceso a los datos espaciales. La IDE proporciona una base para el descubrimiento, la evaluación y la aplicación de los datos espaciales para los usuarios y los proveedores dentro de todos los niveles de gobierno, los sectores comercial y no lucrativo, la academia y los ciudadanos en general.

La palabra infraestructura se aplica para promover el concepto de un medio ambiente confiable y de apoyo, análogo a una red de caminos o telecomunicaciones, que, en este caso, facilita la entrada a la información relacionada geográficamente usando un conjunto mínimo de prácticas, protocolos y especificaciones comunes. Las aplicaciones que corren "por" tal infraestructura no se especifican a detalle en este documento; sin embargo, como los caminos y los cables, una IDE favorece la comunicación de paquetes virtualmente ilimitados de información geográfica.

Una IDE ha de ser más que una simple serie o base de datos: comprende datos geográficos y atributos, documentación suficiente (metadatos), un medio para descubrir, visualizar y evaluar los datos (catálogos y cartografía en la red), y algún método para proporcionar el acceso a los datos geográficos. Además, hay servicios adicionales o software para soportar aplicaciones de los datos. Para que una IDE sea funcional, debe incluir los acuerdos organizativos necesarios para coordinarla y administrarla a una escala local, regional, nacional o transnacional. Aun cuando el concepto central de IDE no incluye en su propósito actividades de recolección de datos básicos o de innumerables aplicaciones basadas en ella, la infraestructura proporciona el ambiente ideal para conectar aplicaciones a los datos, lo que influye en la recolección de los datos y en la construcción de las aplicaciones a través de normas y políticas mínimas apropiadas.

La creación de organizaciones o programas específicos para desarrollar o examinar el avance de la IDE, en especial por parte del gobierno a diferentes niveles, se puede ver como la extensión lógica de la larga práctica de coordinar la construcción de otras infraestructuras necesarias para el desarrollo progresivo, como las redes de transporte o de telecomunicaciones.

Infraestructura Global de Datos Espaciales

Así como en los programas de necesidades de la IDE se incluye la ordenación de pocos recursos para lograr el éxito, también es preciso garantizar que las iniciativas de la IDE crezcan en armonía para mejorar el efecto de estos programas. En realidad, muchas iniciativas se están trabajando por separado, no hay una concordancia entre ellas y, por consecuencia, no se permite cosechar los beneficios del trabajo conjunto.

Quien se encuentre involucrado en un proyecto en el que la información espacial forma una parte integral y quien pretende dejar un legado de datos espaciales o herramientas para explotar los datos que se prolongan más allá del periodo de consolidación del proyecto, está participando, por definición, en alguno de los elementos fundamentales requeridos por una IDE. Como se está extendiendo la coordinación entre tales organizaciones, estos proyectos suelen trazar los fundamentos sobre los que se pueden construir las iniciativas dedicadas formalmente al establecimiento de la IDE. Consulte el Capítulo 9, estudios de casos específicos.

A nivel global, los ejemplos más notables de los programas formales de la IDE se encuentran a escala nacional. La mayoría son impulsados por el gobierno nacional o federal (por ejemplo, la NSDI de Estados Unidos, el SNIG de Portugal, la ASDI de Australia, el NaLIS de Malasia, el NSIF de Sudáfrica, Colombia o la iniciativa multinacional INSPIRE en Europa), pero hay excepciones como el *Clearinghouse* (centro distribuidor de información) de Uruguay y el NGDF del Reino Unido, que han tenido un gran impulso por parte del sector privado. En la mayoría de los casos, se reconoce la necesidad de una amplia colaboración en el desarrollo de una IDE útil y duradera, y por ello se promueven las participaciones privada y pública. Por lo común, los beneficiarios de la IDE provienen de los sectores público y privado, de la academia y de organizaciones no gubernamentales, así como de individuos. Con frecuencia, los países federales están capacitados para construir sus programas nacionales de la IDE con base en programas de IDE impulsados a nivel de gobiernos provinciales o estatales (por ejemplo, la ASDI de Australia). Las iniciativas regionales de la IDE suelen surgir de estructuras multilaterales ya existentes (por ejemplo, el Comité Permanente para la Infraestructura del SIG en Asia y el Pacífico se formó a través de la Conferencia Cartográfica Regional de las Naciones Unidas para la región Asia-Pacífico).

Distribución

Se propone este Recetario de la IGDE como un documento "vivo" y dinámico que se puede actualizar conforme se adopten principios y tecnologías nuevos. Su distribución se hará principalmente por medio de la red mundial de computadoras, aunque también se encontrarán disponibles copias electrónicas en otros medios físicos, como en disco compacto y copia impresa para el público no familiarizado con Internet en este momento.

Si está leyéndolo vía red y desea obtener una copia digital o en papel, comuníquese con la secretaría de la IGDE a la dirección www.gsdi.org.

Colaboradores

Las aportaciones a este Recetario de la IGDE en realidad son globales y se pretende que satisfagan las diversas categorías de participantes. Se han nombrado o seleccionado colaboradores de todo el mundo para que organicen y contribuyan en cada capítulo. Ésta fue una selección deliberada para garantizar que el Recetario represente varias perspectivas mundiales y asegurar que la experiencia global colectiva y los recursos existentes estén considerados, con una aplicabilidad verdaderamente mundial.

Son bienvenidas las contribuciones actuales para este Recetario de la IGDE y además necesarias. Si considera tener algo que aportar, por favor comuníquese con el Grupo Técnico de Trabajo de la IGDE www.gsdi.org.

Organización

Cada capítulo está organizado en tres secciones principales que corresponden a los niveles de detalle y de aplicación:

- La primera sección en cada capítulo establece los antecedentes, el contexto y la razón de ser del tema, adecuada como orientación general para todos los lectores, pero dirigida a administradores y usuarios finales.
- La segunda sección se encauza a la arquitectura de diseño de organizaciones, papeles y sistemas de software que se pretende que interactúen.
- La tercera sección está dirigida a la aplicación, con una revisión de las normas, los protocolos y el software existentes, según se considere apropiado.

Cada capítulo cuenta con 10 a 20 páginas con ligas a otros documentos pertinentes. Los escenarios y las ilustraciones de caso de uso están representados en algunos capítulos como recuadros insertados para facilitar su comprensión. La mayoría de los capítulos tiene una serie de recomendaciones dentro de un resumen. En el Capítulo 10, se presenta la terminología que se utiliza en este documento, así como la guía para normalizarla.

En los estudios de casos se trata de ofrecer pertinencia e interpretación locales o regionales. El estilo del documento no pretende ser demasiado técnico, sin embargo los colaboradores han proporcionado referencias para información técnica más detallada y completa, en lo posible.

Por último, ningún manual de este tipo puede afirmar que proporciona todas las respuestas apropiadas a todas las variantes existentes en las aplicaciones de infraestructuras nacionales de datos espaciales. El objetivo es proveer una guía lo bastante común para permitir a las IDE adyacentes intercambiar información con facilidad al adoptar principios, normas y protocolos comunes. Este recetario sí brinda un conjunto básico de principios orientadores, con el que se ha tenido buen resultado en el establecimiento de infraestructuras de datos espaciales compatibles y que está sustentado por la Infraestructura Global de Datos Espaciales para promover una exitosa toma de decisiones en asuntos de significación local, regional y global. Como ya se mencionó en la sección anterior, si considera que puede contribuir, o que tiene una pregunta que debiera contestar el recetario, comuníquese con el Grupo Técnico de Trabajo de la IGDE.

Información general del Recetario

En las siguientes secciones se presenta una introducción sobre el contenido de cada capítulo, con el fin de ayudar a los lectores a decidir dónde quieren iniciar su exploración. Algunos usuarios se han de mover con facilidad en los sistemas de información geográfica, pero no están familiarizados con los principios de las Infraestructuras de Datos Espaciales (IDE). Tal vez quieran iniciar con el siguiente capítulo en IDE o IGDE. Otros ya han de tener extensas bases de datos que están publicadas en la red mundial. Si comienzan en el Capítulo Dos, pueden aprender a catalogar y depositar la información según su acervo de datos, dentro de ciertas normas.

Capítulo 2: Desarrollo de los datos geospaciales: Construcción de datos para varios usos

En el Capítulo 2, aprenderá sobre el desarrollo de los temas o capas de los datos espaciales normalizados y no reglamentarios para usarlos en un contexto transnacional o global. El desarrollo de temas reutilizables y congruentes del contenido cartográfico básico, conocido como Datos Marco, Fundamentales, de Fundamento o Centrales se reconoce como un ingrediente común en la construcción de la IDE nacional o global para proporcionar esquemas comunes en cuanto a la recolección de los datos.

Capítulo 3: Metadatos: Descripción de los datos geospaciales

En este capítulo, conocerá cómo están documentados los datos geospaciales con metadatos, cuáles son las normas pertinentes que existen y cómo se aplican en el software. Los metadatos son el ingrediente clave para sustentar el descubrimiento, la evaluación y la aplicación de los datos geográficos más allá de la organización o el proyecto de origen.

Capítulo 4: Catálogo de datos geospaciales: Descubrimiento de los datos

Los datos geospaciales almacenados para emplearse en bases de datos locales suelen utilizarse en aplicaciones externas una vez publicados. En este capítulo, los conceptos y la aplicación de los catálogos de datos geospaciales se presentan como un medio para publicar las descripciones de su acervo de datos geospaciales en una forma común que permita su búsqueda en servidores múltiples.

Los catálogos de datos geospaciales son sistemas de descubrimiento y acceso que usan los metadatos como la mirilla para indagar sobre información ráster, vectorial y tabular geoespacial. Los metadatos indexados e investigables proporcionan el vocabulario disciplinado con el que la búsqueda geoespacial inteligente se puede efectuar dentro o entre las comunidades de la IDE.

Capítulo 5: Visualización de los datos geospaciales: Mapeo en línea

La vista primaria de los datos geográficos ha estado en los mapas a través de la historia. En el contexto de las IDE, cada vez es más útil proporcionar vistas gráficas o cartográficas de los datos geospaciales por medio de interfaces cartográficas en línea. Lo anterior puede cubrir considerables necesidades de los usuarios nuevos o de navegadores de datos sin tener que bajar todos los datos. Aunque no es un reemplazo para el acceso directo a los datos, resuelve muchas necesidades en la interacción pública con la información geoespacial.

Suponiendo que los datos se están utilizando para su correcta finalidad y a una escala adecuada (concepto *Idoneidad para el propósito*), las cartas le pueden presentar rápidamente una gran cantidad de información al investigador. El crecimiento de Internet y, en particular, de la red mundial de computadoras ha permitido a los proveedores aprovechar esta tecnología en los anticuados sistemas de información geográfica y almacenes de datos convencionales. En esta parte se describe la mejor práctica en cuanto a la cartografía en línea y los resultados del Consorcio *OpenGIS** con respecto de la ejecución de la simple interoperabilidad por medio de la especificación cartográfica pública en la red, que también es una Norma Internacional ISO preliminar.

Capítulo 6: Acceso y entrega de datos geospaciales: Acceso abierto a los datos

Ya localizados y evaluados los datos espaciales de interés, usando el Catálogo y las técnicas cartográficas en línea descritas en capítulos anteriores, el acceso a los datos geospaciales detallados en su forma empaquetada es muy solicitada por usuarios avanzados o para software de aplicación. El acceso incluye la orden, el empaquetado y la entrega, fuera o en línea, de los datos especificados (coordenadas y atributos según la forma de los datos). Por último, lo que realmente hace el consumidor es explotar los datos para sus propios fines. En este capítulo se avanza a través de ejemplos de acceso y entrega de datos, elementos reconocidos en una IDE con servicio completo.

Capítulo 7: Otros servicios

Los servicios cartográficos de la red y los servicios de los Catálogos se describen como tecnologías nuevas y en maduración en capítulos anteriores. En este sitio, se detallan los servicios añadidos que expanden su funcionalidad en la red al combinar datos de las fuentes descritas en el Capítulo 6. La aplicación de los

* Nota de traducción: A la fecha de publicación de la versión 2.0 del Recetario en inglés, el Consorcio OpenGIS aún no había cambiado su nombre a Open Geospatial, en esta traducción se mantiene como el texto original.

servicios especiales, y el encadenamiento de servicios, promete mucho en cuanto a la ejecución de verdaderas interacciones del SIG en los datos, basadas en la red, para apoyar la toma de decisiones.

Capítulo 8: Extensión y construcción de capacidades: Creación de una comunidad

Para el establecimiento de una Infraestructura de Datos Espaciales a un nivel organizativo o nacional se necesita entender los requerimientos y las responsabilidades de los miembros de la comunidad. En este capítulo se discuten, con ejemplos, los elementos obligados para la construcción y el sostenimiento de una comunidad habilitada geoespacialmente.

Capítulo 9: Estudios de casos

Una de las mejores formas para articular los beneficios del desarrollo y la utilización de una infraestructura de datos espaciales es resaltar las historias exitosas que han surgido en los niveles local, nacional, regional y mundial. Aquí se presentan narraciones detalladas o estudios de casos de todo el mundo que ponen en perspectiva el valor de las IDE compatibles y las sociedades para tomar mejores decisiones con respecto a los crecientes temas complejos de medio ambiente, económicos y sociales que enfrentan nuestras comunidades en la actualidad.

Capítulo 10: Terminología

En este capítulo se revisa cómo quieren las organizaciones de las IDE normalizar su terminología; también se encuentra un glosario de términos utilizados a lo largo de este documento con las citas apropiadas. El uso abundante de términos y acrónimos es un campo altamente técnico que demanda tal referencia en la terminología.

Capítulo Dos: Desarrollo de los datos geospaciales: Construcción de datos para varios usos

Editor: Claude Luzet/MEGRIN; Colaborador: Hiroshi Murakami, GSI, Japón, E.U., FGDC

Contexto y fundamento

En los tiempos de la "cartografía" tradicional, la recolección y la distribución de la información geográfica solía estar altamente centralizada, o controlada por poderosos monopolios gubernamentales. Este patrón se estableció desde el inicio de la historia de la cartografía y duró por siglos, incluso en épocas muy recientes; fue una necesidad que no tenía competencia debido a los costos altos y la tecnología asociada con la cartografía clásica, y a las escalas a largo plazo de los proyectos cartográficos que con frecuencia se extendían a varias décadas. Además, las cartas no eran en sí un producto de consumo, sino que se consideraban parte de los datos de los bienes nacionales y locales, utilizados sobre todo por el gobierno para la defensa, impuestos, planificación y desarrollo.

Por tanto, los gobiernos determinaban la recolección de la información en tipos y formatos específicos requeridos para sus aplicaciones particulares. Éstas no variaron mucho en las diferentes fronteras, de ahí que se originó una gama de productos semejantes en muchos países. Se incluyen:

- Catastro, cartas catastrales (escalas de 1:100 a 1:5 000)
- Cartas topográficas a escala grande para planificación y desarrollo urbano (escalas de 1:500 a 1:10 000)
- "Cartas básicas" nacionales (escala mediana, 1:20 000 a 1:100 000)
- Cartas a escala pequeña (1:100 000 y menores)

La mayoría de los otros productos y proyectos cartográficos, si no es que todos, utilizaban estas "cartas básicas" principales como una plantilla, una referencia común, y para construir sobre esta "información básica" se necesitaron los datos y las aplicaciones temáticas. Así se logró una interoperabilidad nacional.

Además, al ser comparables las necesidades al cruzar las fronteras, los productos nacionales en otros países eran muy semejantes, y si no siempre era obvia la coincidencia de límites, cualquier individuo del país "A" podía leer y usar la carta en papel del país "B" sin ningún esfuerzo especial. Por consiguiente, existía una interoperabilidad tácita entre fronteras.

La tecnología SIG ha cambiado todo lo anterior, en particular con el desarrollo del SIG de escritorio. En la actualidad, el uso y el tipo de aplicaciones resulta increíblemente diverso. La información geográfica (IG) se ha convertido en un producto de mercado en masa por sí mismo o se encuentra integrada en soluciones de hardware y software. Casi cualquier persona puede crear sus propias cartas gracias al uso del software de mapeo de escritorio, del SIG, de levantamientos con GPS, de imágenes satelitales, de escaneado y del software inteligente. Se cimbró el viejo monopolio.

La tecnología SIG se ha empleado en muchas áreas diferentes y en nuevos campos de aplicación, ya que el hardware y las aplicaciones del software SIG proporcionan capacidades mejoradas a costo reducido. Sin embargo, el costo total por el desarrollo de los datos geospaciales necesarios para sostener las aplicaciones SIG permanece relativamente alto en comparación con el hardware y el software necesarios para esta tecnología.

Además, los usuarios del SIG tienden a producir sus propios conjuntos de datos, aun cuando haya conjuntos de datos geospaciales a su disposición, porque:

- pueden no conocer los conjuntos de datos disponibles que se podrían utilizar apropiadamente en sus aplicaciones, o es difícil el acceso a los mismos;
- no están acostumbrados a compartir conjuntos de datos con otros sectores u organizaciones, y
- los conjuntos de datos geospaciales existentes almacenados en un cierto SIG tal vez no se exporten con facilidad a otro sistema.

Estos problemas surgen del hecho de que los conjuntos de datos geoespaciales existentes no están bien documentados en una forma normalizada. En consecuencia, se han duplicado actividades en el desarrollo de los datos geoespaciales, lo que algunas veces obstruye la posterior difusión de las aplicaciones SIG en circunstancias locales, nacionales, regionales y globales.

Como resultado, la nueva era del SIG sigue caracterizada por:

- muchos actores involucrados en la recolección y la distribución de los datos
- una proliferación en las aplicaciones IG, tipos de productos y formatos
- duplicación como consecuencia de las dificultades para acceder a los datos existentes y la alta especificidad de la calidad en los datos recolectados
- creciente dificultad en el intercambio y el uso de los datos que provinieron de diferentes organizaciones

Los términos datos Centrales, de Referencia, Básicos, Fundamentales y otros semejantes con frecuencia se utilizan y suelen entenderse... hasta que se trata de definir las especificaciones relacionadas o el(los) concepto(s) que cubre(n).

En la mayoría de las aplicaciones SIG, se utiliza un limitado número de elementos comunes de datos geoespaciales, entre los que se incluyen puntos de control geodésico, redes de transporte, redes hidrológicas, curvas de nivel y otros. Estos elementos son habituales en muchas aplicaciones SIG y proporcionan claves para la integración de otra información temática más especializada. Representan el contenido encontrado en la mayoría de los mapas básicos tradicionales, o en la tecnología y la terminología modernas, en la mayor parte de las bases de datos y los productos de la IG. ¿Ello significa que estos elementos son el "centro"? ¿Qué sucede con las direcciones postales? ¿Qué pasa con las parcelas catastrales?

Los conceptos de "datos centrales" y "datos de referencia" relacionan dos perspectivas demasiado distintas. Aunque, por fortuna, pueden resultar en la definición de especificaciones muy similares. Empecemos con "referencia". La referencia primaria de los cartógrafos son las redes geodésicas y de nivelación que proporcionan a los topógrafos geodestas las ligas físicas a un sistema de coordenadas. Por supuesto, lo anterior ha cambiado reciente y drásticamente con las tecnologías del posicionamiento por satélite, pero el principio sigue siendo que la referencia primaria es la que da acceso a las coordenadas geodésicas. En realidad, no estamos interesados en este tipo de referencia, porque, por lo general, no es parte de la información geográfica que se utiliza en las aplicaciones SIG, sino su antecedente. Incluso, no siempre se alcanza a apreciar.

Si la geodesia es la referencia para el cartógrafo y el topógrafo geodesta, la "referencia" del usuario de IG suele estar más relacionada con el mundo real: incluye temas concretos, como infraestructura (camino, vías férreas, líneas eléctricas, poblados, etc. o rasgos físicos) elevación del terreno, hidrografía y demás. También incluye rasgos menos tangibles que, sin embargo, tienen un papel significativo en la vida humana: límites administrativos, parcelas catastrales, diccionarios geográficos, direcciones postales y otros. Todos estos rasgos son claves que permiten relacionar, "referir", información externa con el mundo real, a través de los medios de su representación en la IG. Por consiguiente, se puede considerar que comprenden una referencia para el usuario de IG: los "datos de referencia".

Una perspectiva diferente preside el enfoque conceptual de los "datos centrales". Siendo el centro el corazón, la parte fundamental, también se puede considerar como el común denominador de todos los conjuntos de datos de IG, debido a que se utiliza en la mayoría de las aplicaciones. Podemos ver que esta perspectiva puede compatibilizar las especificaciones del centro con las que se derivan del concepto de los "datos de referencia". En consecuencia, no nos perdamos en discusiones académicas y mantengamos una visión y una terminología prácticas y sencillas.

Los "datos centrales", utilizados en este contexto, significan "conjunto de información geográfica necesaria para el uso óptimo de la mayoría de las aplicaciones SIG, es decir, que es una referencia suficiente para la mayoría de los datos localizados geográficamente". Por supuesto, se puede cuestionar la importancia de esta definición y tendrá que mejorarse. Adoptémosla con el fin de comprender los siguientes capítulos. Un acomodo obvio y necesario a la definición anterior es que las especificaciones pueden depender de la escala.

Entonces, el centro puede referirse al menor número de rasgos y características requeridas para representar un cierto tema de datos.

Ya hemos visto que la revolución del SIG ha resultado en una democratización de la IG, pero también en un problema clave que es la no interoperabilidad de la IG producida con las tecnologías nuevas. Proponemos que el concepto de los "datos centrales" sea un medio para ayudar a mejorar la interoperabilidad, lo que incrementa el uso de la IG y reduce los gastos provenientes de las duplicaciones actuales.

Las complicaciones para lograr la interoperabilidad se presentan a diversos niveles y se pueden encontrar en cuatro tipos principales:

- cruce de fronteras: coincidencia de bordes entre diferentes conjuntos de datos
- cruce de sectores: conjuntos de datos creados para distintas aplicaciones sectoriales
- cruce de tipos: por ejemplo, datos ráster frente a datos vectoriales
- traslapo: algunos rasgos que proceden de diferentes fuentes y procesos

La resolución de los temas relacionados necesitará de una mezcla de tres ingredientes: tecnología, adopción de un concepto común de "datos centrales" y, por supuesto, el apoyo político que ayudará a proveer los recursos para las aplicaciones clave necesarias.

El concepto de central se orienta a compartir los conjuntos de datos centrales entre usuarios para facilitar el desarrollo del SIG. Cada elemento de los datos puede ser suministrado por un proveedor de datos distinto. Tales proveedores de datos producen datos en sus ocupaciones diarias, como administración de caminos, planificación urbana, ordenación del suelo, recolección de impuestos y otros más. Aun cuando puede haber muchos proveedores de datos, los conjuntos de datos que proporcionan deben integrarse para formar los conjuntos de datos centrales. Una vez que se comparten estos conjuntos de datos centrales entre los usuarios de datos, el usuario no tiene que desarrollar los datos centrales y puede evitar la duplicación de trabajo en cuanto a su desarrollo. En consecuencia, al compartir el costo de la elaboración de los datos centrales, el costo por el desarrollo de otros datos se puede disminuir y dividir entre los usuarios.

Más que al momento de la creación del conjunto de datos, los beneficios por el concepto de "datos centrales" se demostrará en la actualización. Puesto que estos conjuntos de datos centrales son preparados por quienes los producen en sus actividades diarias, reciben una actualización constante. Por lo tanto, los usuarios tienen la seguridad de estar empleando conjuntos de datos centrales actuales. Además, estos productores de datos desarrollan la mayor parte de los datos geoespaciales con alta calidad basados en sus necesidades de trabajo. Otro beneficio por el uso de los conjuntos de datos centrales estriba en el hecho de que estos conjuntos que se utilizan comúnmente permiten a los usuarios compartir con facilidad otros datos geoespaciales con distintos usuarios.

Obtención de los beneficios

Para obtener los beneficios descritos en la sección anterior, los productores de datos que desarrollan y mantienen conjuntos de datos geoespaciales en su trabajo diario deben distribuir sus datos al público. Ya distribuidos, los usuarios de SIG pueden recolectarlos e integrarlos en sus propias aplicaciones SIG; tales conjuntos de datos les proporcionarían a los usuarios los conjuntos de datos actualizados y de mayor calidad disponibles al público. De ahí, los usuarios sólo tienen que gastar una cantidad mínima por los datos centrales en sus aplicaciones SIG.

El Mapa Global es una ilustración de los conjuntos de datos "centrales" concebidos en un ambiente global, o al menos multinacional. En 1992, el Instituto Japonés de Levantamientos Geográficos tomó la iniciativa y desarrolló un paquete de datos geoespaciales globales (Mapa Global) para hacer frente a los problemas mundiales del medio ambiente. La meta es involucrar a las organizaciones cartográficas nacionales para el desarrollo copartícipe de los conjuntos de datos geoespaciales globales. Al incorporar a las organizaciones cartográficas nacionales del mundo, la información recolectada estaría más actualizada y se garantizaría libre de asuntos de seguridad nacional. El Mapa Global se podría considerar como una aplicación inicial del

concepto de una colección de "datos centrales" para la IGDE, en acuerdo con conjuntos de datos marco similares a los niveles regional y nacional.

Es importante reconocer que los datos centrales, como se representan en el Mapa Global y otras iniciativas nacionales, no son los únicos datos disponibles dentro de una IDE nacional o global. Las capacidades de la IDE permiten la documentación y el servicio de todos los tipos de datos geoespaciales, como los proyectos locales científicos o de ingeniería, actividades de percepción remota regionales o globales y observación del medio ambiente. Aun cuando las IDE, como infraestructuras, admiten el acceso a toda esta información, aquí se da una consideración especial a los temas asociados con los datos de alto potencial de reutilización que pueden ser proporcionados por las IDE a nivel local, nacional o global como temas cartográficos básicos tradicionales.

Enfoque organizativo

A nivel nacional, los datos espaciales comunes suelen definirse por medio de acuerdos comunitarios o nacionales sobre el contenido, y se les conoce como datos "marco" o "fundamentales" en varias IDE nacionales. En la Infraestructura Australiana de Datos Espaciales (ASDI: Australian Spatial Data Infrastructure), Fundamental se describe como un conjunto de datos para el que varias oficinas de gobierno, grupos regionales o de la industria requieren un cubrimiento nacional comparable a fin de obtener sus objetivos corporativos y de responsabilidades. En otras palabras, los datos fundamentales son un subconjunto de los datos marco. Existen conceptos semejantes en otros países con términos similares y la mayoría identifica los temas generales de interés como información del "marco de referencia", ya que proporcionan un marco de información geoespacial básica de uso común en el que se puede representar la información temática. Una organización interesada en la aplicación de los datos espaciales que sea compatible con los conjuntos de datos locales, regionales, nacionales y globales debe identificar y, potencialmente, conciliar las diferentes designaciones de marco de referencia en el área geográfica de su interés.

El marco de referencia es un esfuerzo de colaboración para crear una fuente común de datos geográficos básicos. Proporciona los temas de datos que con mayor frecuencia necesitan los usuarios de datos geográficos, así como un ambiente para sustentar el desarrollo y el uso de estos datos. Los aspectos clave del marco de referencia son:

- capas especiales de datos geográficos digitales con especificaciones de contenido;
- procedimientos, tecnología y lineamientos que coadyuvan a la integración, la compartición y el uso de estos datos, y
- relaciones institucionales y prácticas empresariales que estimulan el mantenimiento y la utilización de los datos.

El marco de referencia representa una base en la que las organizaciones pueden desarrollar añadiendo sus propios detalles y compilando otros conjuntos de datos. El contenido de los datos existentes se puede mejorar, ajustar o incluso simplificar para que coincida con una especificación nacional o global de marco de referencia. Esto es útil para fines de intercambio.

El Marco de Referencia mejora el desarrollo de los datos necesarios

Miles de organizaciones gastan millones de dólares cada año para producir y utilizar datos geográficos; sin embargo, no tienen la información necesaria para resolver sus problemas críticos. Hay varios aspectos en este problema:

- La mayoría de las organizaciones necesitan más datos de los que pueden proporcionar. Con frecuencia, se gastan grandes cantidades de dinero en datos geográficos básicos, dejando poco para las aplicaciones y el desarrollo de los datos.
- Algunas organizaciones no pueden recolectar información básica. Las organizaciones suelen necesitar datos fuera de sus jurisdicciones o áreas operativas. No recolectan estos datos por sí mismas, pero otras sí lo hacen.

- Los datos recolectados por diferentes organizaciones suelen ser incompatibles: pueden cubrir la misma área geográfica, pero utilizan bases y normas distintas. No siempre está disponible la información necesaria para resolver problemas de jurisdicción.
- Muchas de las organizaciones de recursos gastan en sistemas de información geográfica (SIG), lo que trae consigo la duplicación en los trabajos de recolección de datos de otras organizaciones. Los mismos temas de datos geográficos para un área se recolectan una y otra vez, representando un costo enorme. La mayoría de las organizaciones no pueden continuar operando en esta forma.

Las iniciativas del marco de referencia mejorarán en gran medida esta situación al aprovechar los esfuerzos individuales en los datos geográficos, para que el gobierno, el comercio y los colaboradores no gubernamentales puedan intercambiar los datos geográficos a un costo razonable. Así se proporcionan datos geográficos básicos en una codificación común y que se puedan encontrar con el uso de un catálogo (consulte el Capítulo 4) donde cualquiera puede participar. Con el mapeo por red y la avanzada tecnología del SIG distribuida del futuro, los usuarios podrán realizar análisis y operaciones visuales transjurisdiccionales y transorganizativas, y las organizaciones podrán encauzar sus recursos hacia aplicaciones, más que duplicar los esfuerzos de producción de datos.

Existen muchas situaciones en las que el marco de referencia ayudará a los usuarios. En un proyecto regional de planificación del transporte se pueden utilizar datos base proporcionados por las localidades a las que abarca. Las oficinas gubernamentales pueden responder rápidamente a los desastres naturales combinando datos. Una jurisdicción puede emplear los datos de una cuenca más allá de sus límites para planificar sus recursos de agua. Las organizaciones pueden rastrear mejor la propiedad de las tierras públicas trabajando con datos de parcelas.

Los usuarios de datos geográficos de distintas disciplinas tienen una demanda periódica de algunos temas de datos básicos. Aun cuando estas capas pueden variar de lugar a lugar, unos temas comunes son: control geodésico, ortoimágenes, elevación, transporte, nombres geográficos oficiales (diccionario geográfico), hidrografía, unidades gubernamentales e información catastral. Muchas organizaciones producen y utilizan esa información todos los días. El marco de referencia les proporciona el contenido básico para estos temas de datos, y al definir un esquema común, también puede proporcionar un medio común de intercambio de información y de agregación de valor.

Al incorporar sus propios datos geográficos -que pueden cubrir innumerables asuntos y temas- a los datos comunes en el marco de referencia, los usuarios pueden construir sus aplicaciones con mayor facilidad y a menor costo. Los temas de datos comunes proporcionan datos básicos utilizables en las aplicaciones, una base en la que los usuarios pueden añadir o agregar detalles y atributos geográficos, fuente de referencia para el registro y la compilación exactos de los conjuntos de datos de los participantes y un mapa de referencia para desplegar las ubicaciones y los resultados de un análisis de otros datos.

Los marcos de referencia nacional y global son un recurso de datos en crecimiento al que pueden contribuir los productores de datos geográficos: estarán en evolución y mejora continuas. En la práctica, el modelo del contenido de muchas capas del marco de referencia puede ser tan sencillo que, como un objetivo de recolección, a determinadas escalas, podría estar disponible virtualmente sin costo. En Estados Unidos, ya existen los proveedores del contenido para tomar y ampliar los datos gratuitos del gobierno con excelentes atributos de valor agregado, por ejemplo, información demográfica y de mercadeo. La propia información central se puede proporcionar sin costo, pero la información ampliada y atada a la geometría puede tener un alto valor actual que declina con el tiempo, y puede regresar al dominio público después de que expire la naturaleza de propiedad. Así, los proveedores comerciales de información se benefician con la misma a través del anclaje a un sistema común del marco y la referencia cruzada con distintos atributos manejados por otras organizaciones; los consumidores se ayudan al adquirir la geometría central del marco de referencia, las definiciones de los rasgos y los atributos básicos como un producto parcial del conjunto de datos más avanzado.

¿Quiénes son los actores en el desarrollo de los datos del marco de referencia?

- Usuarios y productores de datos detallados, tales como servicios públicos;
- usuarios de datos geográficos limitados en escala pequeña, como redes de calles, áreas estadísticas y unidades administrativas;
- productores de datos que crean datos detallados como producto o servicio;
- productores de datos que trabajan temas limitados a baja resolución y escala pequeña para áreas grandes;
- proveedores de productos que ofrecen software, hardware y sistemas relacionados, y
- proveedores de servicios que brindan desarrollo de sistemas y de bases de datos, apoyo a operaciones y servicios de consulta.

Las instituciones no lucrativas y educativas también crean y utilizan diversos datos geográficos y proporcionan servicios relacionados con SIG. Cubren todo el espectro del contenido, la resolución y el cubrimiento geográfico de los datos. Dependiendo de las actividades de la organización, el uso de los datos puede variar desde datos con resolución alta sobre áreas pequeñas, como en la administración de instalaciones, hasta datos con resolución baja sobre áreas amplias, como en los estudios ambientales regionales o nacionales.

Las organizaciones se esfuerzan por establecer marcos de referencia nacionales y regionales coordinando sus actividades de recolección y desarrollo de datos basadas en la intersección de intereses en una comunidad. Sin embargo, dada la diversidad de tipos de organizaciones y de individuos involucrados, los límites de esta comunidad necesitan ser no exclusivos y estar abiertos a contribuciones innovadoras, intercambios y sociedades. El marco de referencia deberá producirse en toda la comunidad, donde participen organizaciones de todas las áreas. Para algunos, este marco proporcionará los datos que necesitan para construir aplicaciones; otros contribuirán con datos, y algunos más pueden brindar servicios para mantener y distribuir los datos. Algunas organizaciones desempeñarán varios papeles en la elaboración, la operación y el uso del marco de referencia, que llevará muchos años en desarrollarse al máximo, pero los componentes útiles se están produciendo en forma continua.

Enfoque de aplicación

Dentro de la actividad para la normalización geomática ISO TC 211 se está trabajando en dos áreas relacionadas que serán de gran ayuda en la especificación global de los modelos del contenido y de los rasgos para los datos marco y no marco. Se incluyen ISO 19109, Reglas para el esquema de aplicación y 19110, Metodología para catalogar los rasgos. En el mundo conectado en red, la habilidad para que el software interactúe con la información geográfica fuera de una organización virtualmente no existe, excepto donde hay acuerdos públicos para las estructuras de datos (también conocidas como modelo o esquema de contenido) y los rasgos que serán mapeados. Las normas ISO mencionadas proporcionan una base para la descripción de estos paquetes de información que permitirían el acceso a la red distribuida de servicios de datos marco. Puestos en práctica a través de métodos de codificación específicos como el Lenguaje de Marcación Geográfica (GML: Geography Markup Language), la ISO 19136 agrupada con el catálogo para el descubrimiento (consulte el Capítulo 4) poblado con metadatos (revise el Capítulo 3), los ingredientes se reúnen para dar una arquitectura desplegada adaptable.

El alcance de la ISO 19109 se define como "...las reglas para definir un esquema de aplicación, incluyendo los principios para la clasificación de los objetos geográficos y sus relaciones en un esquema de aplicación." Para empezar, al usar el Lenguaje Unificado de Modelado (UML: Unified Modeling Language), las aplicaciones de software que proporcionan acceso a los datos geoespaciales, como los marco, se definirían en modo congruente para mejorar la compartición de datos entre aplicaciones e incluso permitir una interacción en tiempo real en las aplicaciones. Expresar la codificación de un esquema de aplicación con GML es una técnica nueva para formalizar los paquetes de información que se intercambian entre proveedores y usuarios de datos espaciales.

Antes de permitir que el software acceda confiadamente a los rasgos mapeados y almacenados en sistemas de datos remotos, primero debe haber una comprensión común de la naturaleza y la composición de los objetos que se están manejando. ISO 19109 incluye las directrices para clasificar los objetos geográficos. La utilidad

de cualquier información se reduce cuando su significado no es claro, en especial y por lo general entre diferentes dominios de aplicación. Si se definen distintas clasificaciones usando un conjunto de reglas congruente, aumentará en gran medida esa habilidad para mapear una clasificación en otra y retener el significado. Lo anterior también se conoce como la traducción semántica de la representación de un objeto en un sistema, por ejemplo, un segmento de camino o de río, a otro.

Los usuarios de la información geográfica utilizarán estas reglas cuando clasifiquen los objetos geográficos dentro de sus aplicaciones e interpreten los datos geográficos provenientes de otras aplicaciones. Los desarrolladores de software y sistemas de información geográfica también podrían usar las reglas y los principios con el fin de diseñar herramientas para la creación y el mantenimiento de los esquemas de clasificación.

Muy cercana a la definición del esquema de la ISO 19109 se encuentra la norma que propone una metodología para catalogar los rasgos, ISO 19110. Está pensada para definir el método y las estructuras utilizadas para que un proveedor de información almacene la identidad, el significado, la representación y las relaciones de los conceptos o las cosas en el mundo real como se manejan en los sistemas en línea. Entonces, un catálogo de rasgos funciona como un diccionario para los tipos o clases de rasgos que se pueden utilizar en el software. La definición de un catálogo único internacional multilingüe tendría un valor enorme.

Si este catálogo se utilizó en todas las aplicaciones o sólo como una forma neutral cuando se mueven datos de una aplicación a otra, se podría simplificar el problema del mapeo del catálogo de una aplicación al catálogo de otra. Sin embargo, la posibilidad de tal tarea está en duda y se investigará como parte de este elemento en el grupo de trabajo TC 211. La tarea para catalogar utilizará la entrada proveniente del elemento de trabajo Reglas para el Esquema de Aplicación y no se puede terminar antes de completar este elemento.

Publicar un esquema de aplicación con un catálogo de rasgos para un determinado conjunto de datos de interés común puede proporcionar la base de las definiciones de uso de los datos marco para los datos globales, regionales, nacionales y locales. Realizados con cuidado, se podrían elaborar esquemas y catálogos de rasgos similares para los datos tipo marco existentes a fin de permitir la discusión entre los participantes y la transformación del contenido en la conformación de conjuntos de datos marco.

Se han llevado a cabo varios proyectos nacionales para construir el contenido o la codificación de los datos marco normalizados. Se tuvo éxito con esta perspectiva en un proyecto para desarrollar las especificaciones del marco de referencia en Suiza, llamado InterLIS. Las definiciones comunes de las capas de datos se encuentran como especificaciones de objetivo que las organizaciones participantes hacen coincidir, en diferente grado. Como resultado, el software diseñado para interactuar con el modelo de aplicación InterLIS trabajará contra conjuntos de datos de distintas fuentes y organizaciones. El marco de referencia para la aplicación está diseñado para poderlo escalar y permitir la participación de conjuntos de datos mínimos con menor funcionalidad de aplicación y conjuntos de datos más complejos con máxima funcionalidad de aplicación. El Mapa Maestro de Levantamientos Militares (*Ordnance Survey*) en el Reino Unido y las Normas del Contenido de los Datos Marco, en desarrollo por parte de Estados Unidos, también están documentados como esquemas abstractos de aplicación e incluyen la guía de codificación GML para facilitar el intercambio de datos y el desarrollo de las aplicaciones que soportan los modelos publicados.

Identidades comunes de los objetos del mundo real

En muchas implementaciones de marcos de referencia, no habrá forzosamente una representación geométrica autoritativa de un rasgo en el mundo real. Varios sistemas nacionales han propuesto utilizar un identificador de rasgos común o permanente que se asocie con el objeto en el mundo real, de manera que se pueden efectuar referencias cruzadas entre diferentes representaciones y atributos de este objeto en los mapas. Teniendo identidades bien conocidas de los rasgos establecidos con un sistema de codificación dentro de una comunidad, ayuda de modo considerable para asociar la información de atributos a los objetos del mundo real, donde esos atributos pueden no residir en un SIG o en una base de datos habilitada en el espacio. Además, las representaciones múltiples de los objetos del mundo real se pueden ligar a un código de identidad para proporcionar vistas de un objeto que cambia con el tiempo o que tiene distintos grados de resolución

espacial a diferentes escalas de recolección o representación de datos. Se convierte en un modelo lógico para organizar la información geoespacial relacionada.

Se necesita emprender la administración de una identidad de un rasgo común o "permanente" dentro de la comunidad con permiso concedido a determinadas organizaciones participantes para crear o adjudicar estas identidades. En Canadá, se está trabajando en la creación de una capa de alineación de datos de rasgos o intersecciones bien conocidos a fin de ayudar a integrar datos espaciales en forma vertical de diversas fuentes. Para estos rasgos e intersecciones se publicarán identificadores, algún sentido de exactitud posicional e información de origen. En Estados Unidos, el conjunto de Datos Hidrográficos Nacionales incluye un identificador permanente de rasgos para segmentos de ríos y cuerpos de agua entre puntos de confluencia. En otros escenarios nacionales, regionales y globales, la concordancia en la administración y la asignación de identificadores de rasgos -edificación con un rumbo congruente para catalogar los rasgos- será básica en la elaboración de datos marco compatibles a través de las fronteras políticas.

Categorías propuestas para el marco de referencia nacional

Se puede considerar que es común utilizar un número variable de capas de datos y que tiene importancia nacional o transnacional como datos "marco". Entre las capas del marco de referencia que suelen proponerse en un contexto nacional se incluye:

- información catastral
- control geodésico
- nombres de rasgos geográficos
- ortoimágenes
- elevación
- transporte
- hidrografía (redes de agua superficial)
- unidades gubernamentales

Es probable que se incremente esta lista, conforme los custodios de los datos los identifiquen y los promuevan, según sea necesario, debido a las crecientes aplicaciones avanzadas y los ambientes de usuario.

Categorías propuestas para los datos globales

El concepto de Mapeo Global fue estructurado por el Ministerio de Construcción de Japón como respuesta a la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo realizada en Brasil, 1992. El Programa 21 es un plan de acciones preparado en la conferencia y especifica claramente que los datos espaciales de línea base globales son importantes para la interacción de la sociedad con el medio ambiente. El Proyecto del Mapeo Global, también conocido como Mapa Global, está dirigido hacia la compilación de productos de datos espaciales adecuados, provenientes de fuentes internacionales y nacionales; proporciona un conjunto público de datos de referencia de escala transnacional a global para ayudar a quienes toman decisiones y a la sociedad al describir lo concerniente al medio ambiente mundial.

Se está progresando en la selección y la mejora de estas capas de datos espaciales de propósito general basadas originalmente en la VMAP Nivel 0 (también conocida como Carta Digital del Mundo) para temas vectoriales, en la Base de Datos de las Características de la Cubierta Global de Levantamientos Geológicos de Estados Unidos (USGS: *US Geological Survey*) para la cubierta de la tierra, uso del suelo y vegetación, y el producto GTOPO30 a 30 segundos también auspiciado por el USGS. Las especificaciones de la versión 1.0 del Mapa Global para la organización de los datos fueron adoptadas en la reunión del Comité Directivo Internacional para el Mapeo Global (ISCGM: *International Steering Committee for Global Mapping*) realizada junto con la Tercera Conferencia de la GSDI en Canberra, Australia, en noviembre de 1988. Desde febrero de 2000, 74 países participan en la recolección o la agregación de productos cartográficos a escala grande para actualizar y empaquetar las fuentes de datos antes mencionadas.

Recomendaciones

El desarrollo de las especificaciones comunes de datos es una tarea ardua como para emprenderla uno mismo o una sola organización. Para el desarrollo de la GSDI se presentan las siguientes recomendaciones:

- **Los autores del Recetario recomiendan que las partes interesadas participen en o estén conscientes de las iniciativas del marco de referencia existentes a niveles subnacional, nacional e internacional.**

Los datos apropiados para un tipo determinado de análisis geoespacial requerirán información en una variedad de resoluciones y grados de detalle.

Los autores del Recetario recomiendan que se adopte la especificación del Mapa Global para aplicaciones transnacionales que necesiten cubierta de la tierra y uso del suelo, vegetación, transporte, hidrografía, límites administrativos, lugares poblados y datos de elevación.

La especificación del contenido del mapa global define un modelo de contenido sencillo con un pequeño número de tipos y de atributos de rasgos apropiados para la construcción de una cartografía básica a escalas regionales. Evalúe el nivel de detalle con respecto a un SIG o aplicación cartográfica determinados. Tal vez tenga que ampliarla para que se adapte a sus requerimientos básicos.

- **Los autores del Recetario recomiendan que los datos centrales y no centrales se modelen y compartan en los diseños de las IDE nacionales: utilizando las normas ISO que van surgiendo, según las reglas del esquema de aplicación, publicando un catálogo de rasgos y normalizando la codificación de los datos.**

Las normas preliminares ISO 19109, 19110 y el uso del GML, según la ISO 19136, formalizan la descripción, la codificación de los rasgos y las colecciones de rasgos para aplicaciones individuales que pueden facilitar el acceso y la transformación apropiados de los datos geoespaciales mantenidos en los sistemas en línea en tiempo casi real. Lo anterior extiende las capacidades del individuo en el trabajo con información dinámica conservada en ubicaciones distribuidas, que se presentarán en el Capítulo 6 a mayor detalle. Los datos marco nacionales y globales, así como los datos no marco serán más accesibles y semánticamente correctos por medio de tales tecnologías.

Referencias y ligas

Harmonised Data Manual - The Harmonised Data Model (Australia)
[http://www.icsm.gov.au/icsm/armonised data manual/harmonised data model.htm](http://www.icsm.gov.au/icsm/armonised%20data%20manual/harmonised%20data%20model.htm)

Framework Home Page, U.S. Federal Geographic Data Committee
<http://www.fgdc.gov/framework/framework.html>

Geospatial One-Stop Framework Standards Development (U.S.)
<http://www.geo-one-stop.gov/Standards/index.html>

Global Map Specifications - Version 1.1
[http://www.iscqm.org/html4/index_c5_s1.html#doc 13 3741](http://www.iscqm.org/html4/index_c5_s1.html#doc%2013%203741)

Interlis Project Home Page (Switzerland)
<http://www.interlis.ch/content/index.php>

Ordnance Survey Master Map in GML
<http://www.g-intelligence.co.uk/webadmin/data/files/36.pdf>

Capítulo Tres: Metadatos: Descripción de los datos geoespaciales

Editor: Mark Taylor, Departamento de Asuntos del Suelo, Australia Occidental

Este documento fue elaborado con información de FGDC, EUROGI, ANZLIC y NGDF, y se basa principalmente en las fuentes que se citan al final del capítulo.

Introducción

Con frecuencia, escuchamos la frase "información es poder", pero con la creciente cantidad de datos que se están elaborando y almacenando (aunque no siempre bien organizados), se tiene una necesidad real de documentar los datos para uso futuro: estar lo más accesible posible al mayor "público" posible. Los datos, más el contexto para su utilización (documentación, metadatos), se convierten en información. Los datos sin contexto no son tan valiosos como los documentados. Hay beneficios significativos en este manejo de datos:

- Los metadatos ayudan a organizar y mantener la inversión de los datos en la organización e informan sobre el acervo de datos de la organización en forma de catálogo.
- El desarrollo coordinado de los metadatos evita la duplicación de esfuerzos, con lo que se garantiza que la organización esté consciente de la existencia de los conjuntos de datos.
- Los usuarios pueden localizar todos los datos geoespaciales y asociados que estén disponibles y sean pertinentes a un área de interés.
- La colección de metadatos se construye sobre los procedimientos de administración de los datos de la comunidad geoespacial y los mejora.
- La publicación de los metadatos descriptivos promueve la disponibilidad de los datos geoespaciales más allá de la comunidad geoespacial tradicional.
- Los proveedores de datos pueden anunciar y promover la disponibilidad de sus datos y enlazarse potencialmente a los servicios en línea (por ejemplo, informes de texto, imágenes, mapeo por red y comercio electrónico) relacionados con sus conjuntos de datos específicos.

En varios estudios se ha demostrado que aun cuando el gobierno y la sociedad reconocen el valor de los datos geoespaciales, se restringe su uso efectivo por un escaso conocimiento de su existencia, por información poco documentada y por incongruencia en los datos. Una vez creados, los datos geoespaciales se pueden usar mediante diversos sistemas de software para distintos propósitos. Dada la naturaleza dinámica de los datos geoespaciales en un ambiente de red, los metadatos son un requisito esencial para localizar y evaluar los datos disponibles. Los metadatos pueden ayudar al ciudadano interesado, al urbanista, al geógrafo o al silvicultor a encontrar y utilizar los datos geoespaciales, aunque también benefician al creador primario de los datos al mantener su valor y asegurar su empleo continuo por varios años. Hace unos treinta años, el hombre llegó a la luna. Los datos de esa época se siguen utilizando en la actualidad, y es razonable considerar que los datos geoespaciales de hoy se podrían estar usando en el 2020 y más allá para estudiar el cambio de clima, los ecosistemas y otros procesos naturales. Las normas para los metadatos incrementarán el valor de esos datos facilitando su compartición a través del tiempo y el espacio. De tal manera que cuando un administrador lance un nuevo proyecto, la inversión de un poco de tiempo y recursos al inicio puede pagar los dividendos en el futuro.

Contexto y fundamento

La palabra metadatos comparte la misma raíz griega de la palabra metamorfosis. "Meta-" significa cambio y metadatos, o "datos sobre los datos", describe e indaga los orígenes y los cambios en los datos. Metadatos es el término que se utiliza para describir un resumen de la información o las características de un conjunto de datos. Esta definición tan general incluye un espectro de posibilidades casi ilimitado que va de la descripción textual generada por el hombre sobre un recurso a los datos producidos por máquinas que pueden ser útiles en las aplicaciones de software. Recientemente, el término metadatos se ha estado aplicando a los servicios como una descripción de las características publicadas de los mismos.

El término *metadatos* se ha popularizado en los últimos 15 años, junto con la Red Mundial de Computadoras. Pero los conceptos subyacentes se han empleado desde que se empezaron a organizar las colecciones de información. Los catálogos de las bibliotecas representan una variedad establecida de metadatos que han

servido por décadas como herramientas de administración de colecciones y de descubrimiento de recursos. El concepto de metadatos también es familiar para la mayoría de las personas relacionadas con asuntos espaciales. La leyenda en una carta es una representación de metadatos, contiene información sobre el editor de la misma, la fecha de publicación, el tipo, su descripción, referencias espaciales, escala y exactitud, entre otras cosas. Los metadatos también son este tipo de información descriptiva aplicada a un archivo digital geoespacial. Son un conjunto común de términos y definiciones que se usan al documentar y emplear los datos geoespaciales. La mayoría de los archivos geoespaciales digitales tienen algunos metadatos asociados. Por lo general, en el área de la información geoespacial o información con un componente geográfico, esto se traduce en Qué, Quién, Dónde, Por qué, Cuándo y Cómo de los datos. Por consiguiente, la única diferencia importante que existe con muchos otros conjuntos de metadatos recolectados para bibliotecas, la academia, profesiones y cualquier otro es el énfasis en el componente espacial, o el elemento Dónde.

Beneficio de los metadatos

Los metadatos ayudan a las personas que utilizan datos geoespaciales a encontrar los datos que necesitan y a determinar cómo darles el mejor uso. Los metadatos también benefician a la organización productora de datos. Conforme cambia el personal dentro de una organización, los datos no documentados pueden perder su valor. Después, los trabajadores pueden saber poco sobre el contenido y los usos de una base de datos digital, y darse cuenta que no pueden confiar en los resultados generados a partir de estos datos. La falta de conocimiento sobre los datos de otras organizaciones puede ocasionar una duplicación de esfuerzos. Puede parecer gravoso agregar el costo de la generación de los metadatos al costo de la recolección de los datos, pero a la larga, el valor de los datos depende de su documentación.

Los metadatos son uno de esos términos que se ignoran o se evitan por conveniencia. Sin embargo, cada vez se reconocen más los beneficios y el requerimiento de los metadatos para nuestros datos, a la par del aumento en el uso de los datos digitales. Considerando que los cartógrafos proporcionaban los metadatos de una manera rígida en la leyenda de la carta en papel, con la evolución de las computadoras y los SIG se aprecia una disminución en esta práctica. En la medida que las organizaciones van reconociendo el valor de esta información auxiliar, empiezan a considerar la incorporación de la colección de metadatos dentro del proceso de administración de los datos.

Enfoque organizativo

Niveles de metadatos

Hay diferentes niveles en los que se pueden usar los metadatos:

- Metadatos para descubrimiento: ¿En qué conjuntos de datos tienen el tipo de datos que me interesan? Así se permite a las organizaciones conocer y publicar el acervo de datos con que cuentan.
- Metadatos para exploración: ¿Los conjuntos de datos identificados contienen suficiente información que posibilitan hacer un análisis razonable para mis propósitos? Esta documentación se proporciona con los datos que garantizan que otros usen los datos correctamente.
- Metadatos para explotación: ¿Cuál es el proceso para obtener y usar los datos que se necesitan? Ayuda a usuarios finales y organizaciones proveedoras de información a almacenar, reutilizar, mantener y archivar su acervo de datos con eficacia.

Cada uno de estos objetivos, aunque complementarios, requieren diferentes niveles de información. En consecuencia, esas organizaciones deben ver sus necesidades y requerimientos generales antes de desarrollar sus sistemas de metadatos: el aspecto importante para las agencias es que primero definan los requisitos de su negocio; segundo, las especificaciones del contenido, y tercero, la tecnología y los métodos de aplicación.

Lo anterior no significa que estos niveles de metadatos sean los únicos. Hay un alto grado de reutilización de metadatos para cada nivel y la organización diseñará su esquema y aplicación de metadatos según las necesidades de su negocio para ajustarse a estos tres requisitos.

Metadatos para descubrimiento es la cantidad mínima de información que se tiene que proporcionar para comunicar al solicitante la naturaleza y el contenido de los datos; lo que pertenece a amplias categorías para responder a las preguntas "qué, porqué, cuándo, quién, dónde y cómo" sobre los datos geoespaciales.

Qué: Título y descripción del conjunto de datos.

Porqué: Resumen con las razones detalladas de la colección de datos y sus usos.

Cuándo: Cuándo se creó el conjunto de datos y los ciclos de actualización, si ha habido.

Quién: Originador, proveedor de los datos y posible audiencia.

Dónde: Extensión geográfica con base en latitud y longitud, coordenadas, nombres geográficos o áreas administrativas.

Cómo: Cómo se construyó y cómo se accede a los datos.

Las categorías generales son pocas en cuanto a número con el fin de reducir el esfuerzo necesario para recolectar la información, a la vez que se cumple con el requisito de comunicar al investigador la naturaleza y el contenido de los datos.

Los sistemas en línea que manejan metadatos han de basarse en que son predecibles tanto en forma como en contenido. El nivel de detalle de los metadatos que estará documentado depende del tipo de datos que se tiene y los métodos con los que se accede y se usa. Diferentes tipos de datos (por ejemplo, vector, ráster, de texto, imágenes, temático, límite, polígono, atributo, punto, etc.) necesitarán de la recolección de diferentes niveles y formas de metadatos. Sin embargo, aun se requiere un alto grado de compatibilidad entre la mayor parte de los elementos de metadatos.

De manera semejante, las organizaciones administrarán sus datos en formas definidas por la misión. Algunas organizaciones manejan información como conjunto de datos, mosaicos de conjuntos de datos, series de conjuntos de datos, o llevan la información al nivel de rasgo. Una vez más, hay un alto grado de compatibilidad entre los niveles de metadatos necesarios, en particular porque los datos bajan en forma de cascada del nivel de rasgo al de conjunto o serie de datos.

Por tanto, no sólo el contenido de los metadatos varía de acuerdo con el propósito, también puede cambiar según el enfoque del dato que se define. Por lo general, aunque no exclusivamente, los metadatos para descubrimiento se relacionan con las colecciones de los datos o la serie del conjunto de datos que tienen características semejantes, pero que se relacionan con las diferentes extensiones geográficas o tiempos. Una serie de cartas es el ejemplo más común, si bien se puede usar de igual forma en los levantamientos estadísticos. Los metadatos más detallados se pueden emplear en una colección o serie, así como en un conjunto individual de datos (por ejemplo, un mosaico). Los metadatos para transferencia sólo se aplican a esa transferencia.

Metadatos para exploración proporciona la información suficiente para que el investigador se cerciore de que existen datos que se adaptan a un propósito determinado, para evaluar sus propiedades y referirse a algún punto de contacto para mayor información. Por consiguiente, después del descubrimiento, se necesita más detalle sobre los conjuntos de datos individuales y metadatos más completos y específicos. Si los datos se transfieren como un conjunto único de datos, tal vez se necesiten metadatos muy específicos y detallados a nivel de rasgo, objeto o registro. Los metadatos para exploración incluyen las propiedades requeridas para que el presunto usuario final sepa si los datos cubrirán los requisitos generales de un problema determinado.

Metadatos para explotación incluye las propiedades necesarias para acceder, transferir, cargar, interpretar y emplear los datos en la aplicación final donde se utilizarán. Esta clase de metadatos suele incluir los detalles de un diccionario de datos, la organización o el esquema de los datos, las características de proyección y geométricas, y otros parámetros útiles para el hombre o las máquinas en el uso apropiado de los datos geoespaciales.

Estos roles forman un continuo en el que un usuario se desliza por una pirámide de opciones para determinar qué datos están disponibles, evaluar la idoneidad de los datos por utilizar, acceder a los datos, transferirlos y procesarlos. El orden exacto en el que los elementos de los datos se evalúan, y la importancia relativa de los elementos de los datos, no será el mismo para todos los usuarios.

Enlaces entre los datos geospaciales y los metadatos

Hasta hace poco, los metadatos se han estado creando o derivando con poca o ninguna automatización. De hecho, sólo con el reciente desarrollo de las normas de los metadatos, y del software basado en esas normas, quienes recolectan los datos geospaciales han tomado en cuenta la administración congruente de los metadatos. Con un interés mayor por incorporar los datos geospaciales en los sistemas de información corporativos, el desarrollo de una norma internacional para metadatos y las especificaciones de servicio del catálogo del *OpenGIS*, versiones nuevas del software comercial SIG facilitan la conexión entre los datos geospaciales y los metadatos.

A pesar del estilo de los metadatos, nominalmente hay una colección de propiedades o metadatos asociada con un cierto conjunto de datos o colección de rasgos. La regla 1:1 expresa la noción de que un recurso discreto deberá tener un registro discreto de metadatos. Aunque parece bastante sencillo, no siempre es tan claro, porque los recursos no suelen ser tan discretos. Por ejemplo, ¿cada fotografía en un artículo debería tener su propio registro? ¿cómo maneja las colecciones de artículos? ¿se puede considerar a la colección como un recurso? ¿qué sucede con respecto a los objetos multimedia? En consecuencia, una de las primeras tareas en la administración de metadatos es la identificación del producto o entidad de datos que se va a documentar.

Los metadatos pueden encontrarse al grado de colección (por ejemplo, serie satelital), de producto de datos (un mosaico de imágenes), de unidad de datos (conjunto de datos vectoriales), de un grupo de rasgos de un tipo determinado (ciertos caminos), o incluso de rasgos específicos (un camino único). Sin importar el grado de abstracción, se deben mantener estas asociaciones de metadatos a objetos de datos.

En la práctica, la mayoría de los metadatos se recolectan actualmente a nivel de conjunto de datos, y una entrada de metadatos en un catálogo refiere al usuario a su ubicación de acceso. Cada vez un mayor número de proveedores sofisticados de datos geospaciales están incluyendo metadatos a otros grados de detalle para conservar la riqueza de la información. Las normas para metadatos, como ISO 19115, permiten diferentes niveles de abstracción de los metadatos y los servicios de catálogo necesitarán también adaptar su riqueza sin confundir al usuario con su complejidad.

Normas para los metadatos

¿Por qué utilizar normas?

Idealmente, las estructuras y las definiciones de los metadatos deben referirse a una norma. Uno de los beneficios de las normas es que se han desarrollado a través de un proceso consultivo (con otros "expertos") y proporcionan una base para desarrollar perfiles nacionales u orientados a una disciplina. Conforme se adopten las normas dentro de una comunidad más grande, se desarrollarán programas de software para ayudar a la industria en la aplicación de la norma. Se recomienda congruencia en el contenido y el estilo de los metadatos para garantizar que las comparaciones de los usuarios de datos se puedan hacer con rapidez en lo tocante a la adaptabilidad de los datos de fuentes distintas. Esto significa, por ejemplo, que al comparar los metadatos sobre la propiedad o residuos peligrosos, hay una indicación de las fechas a las que se refiere la información, o si se comparan metadatos de diferentes fuentes de cartas, se muestran las escalas pertinentes. Sin la normalización, las comparaciones significativas son más difíciles de derivar sin la lectura y el aprendizaje de muchos estilos de administración de metadatos.

La capacidad de predicción también se impulsa por medio de la adhesión a las normas. Sin embargo, el problema ha sido que hay varias "normas" en uso o desarrollo. Actualmente, varios organismos están preparando normas detalladas para metadatos que proporcionan una definición exhaustiva de todos los aspectos de diferentes tipos de datos geospaciales, así como los perfiles de estas normas que se han de adoptar como modelos de referencia internacionalmente.

Normas para metadatos geospaciales

Hay un fuerte debate en todo el mundo concerniente a los metadatos y las características que deben escogerse para describir mejor el conjunto de datos. Hay grupos de discusión, seminarios y conferencias, así como hojas y hojas escritas sobre la polémica del asunto. En varias organizaciones, se han generado y diseñado las

normas para garantizar que exista un cierto grado de congruencia en una determinada comunidad de aplicación.

Se cuenta con tres normas principales de metadatos, o están en elaboración, con perspectiva y uso amplios a escala internacional, y proporcionan detalles para todos los niveles de metadatos antes mencionados:

Norma de contenido para metadatos geoespaciales digitales, E.U., 1994, revisión 1998
<http://www.fgdc.gov/>

En Estados Unidos, el Comité Federal de Datos Geográficos (FGDC: *Federal Geographic Data Committee*) aprobó la Norma de Contenido para Metadatos Geoespaciales Digitales en 1994. Es una norma nacional de metadatos espaciales elaborada para apoyar el desarrollo de la Infraestructura Nacional de Datos Espaciales (*National Spatial Data Infrastructure*). La norma se adoptó y aplicó en Estados Unidos, Canadá y Reino Unido a través del Marco de Trabajo Nacional de Datos Geográficos (NGDF: *National Geographic Data Framework*) y su sucesora la AGI. También se usa en el Servicio Sudafricano de Datos Espaciales, la Red Interamericana de Datos Geoespaciales en América Latina y en algunas partes de Asia.

Norma preliminar del CEN adoptada en 1998
<http://forum.afnor.fr/afnor/WORK/AFNOR/GNP2/Z13C/indexen.htm>

En 1992, el Comité Europeo de Normalización (CEN: *Comité Européen de Normalisation*) creó el Comité Técnico 287 a cargo de las normas de información geográfica. Se adoptó una familia de Normas Preliminares Europeas, incluso la "Norma Europea Voluntaria 12657, Descripción de los datos de información geográfica, Metadatos" (ENV: *Euro-Norme Voluntaire*). El CEN TC 287 se reunió en 2003 para encaminar el desarrollo de los perfiles europeos en las normas del ISO TC 211.

Varias iniciativas nacionales y regionales también han elaborado normas para metadatos, entre las que se incluyen la del Consejo de Información del Suelo de Australia y Nueva Zelanda (ANZLIC: *Australia and New Zealand Land Information Council*) y de dos proyectos terminados y financiados por la Comisión Europea (LaClef y ESMI), asimilados por el proyecto INSPIRE. Estas iniciativas tienen perspectivas semejantes en cuanto a la promoción de un conjunto limitado de metadatos (descritos como "Metadatos Centrales" o "Metadatos para Descubrimiento") que deberán usar las organizaciones, como mínimo, para mejorar el conocimiento, la toma de conciencia y la accesibilidad de los recursos de datos geoespaciales disponibles.

ISO 19115 (Norma Internacional) e ISO 19139 (Especificación Técnica Preliminar)

En 2003, se aprobó y se publicó una norma ISO sobre los metadatos comunes (<http://www.isotc211.org>)¹. La norma ISO se derivó de las propuestas de varios organismos nacionales y sus aplicaciones de las respectivas normas para metadatos asistidas por software para metadatos. En realidad, la mayoría de las normas existentes tienen mucho en común, y una discusión internacional robusta aseguró que la norma ISO haya adaptado la mayoría de los diferentes requisitos internacionales. ISO 19115 proporciona un modelo abstracto o lógico para la organización de los metadatos geoespaciales. No brinda una prueba de acatamiento rigurosa, ya que no hay una guía normativa en el formato de los metadatos incluidos en la norma. Una especificación acompañante, la ISO 19139, normaliza la expresión de los metadatos 19115 usando el Lenguaje de Marcado Extensible (XML: *Extensible Markup Language*) e incluye el modelo lógico (UML) derivado de la ISO 19115. En Norteamérica, se está trabajando para crear un Perfil Norteamericano de Metadatos basado en la ISO 19139 para Canadá, Estados Unidos y México. Así se responderá a la prueba de acatamiento de los archivos de metadatos con XML.

¹ En 1994, la Organización Internacional de Normas (ISO) creó el comité técnico 211 (ISO/TC 211) a cargo de Geoinformación y Geomática. Este grupo está terminando una familia de normas; el proceso involucra a un grupo de trabajo, el desarrollo de uno o más comités preliminares, una norma preliminar internacional y finalmente, la norma internacional. En la actualidad, hay muchos puntos comunes entre el Consorcio *OpenGIS* y el ISO TC 211 que ocasionarán que las especificaciones del OGC sean elegidas como Normas Internacionales o Especificaciones Técnicas.

Los metadatos también forman una parte importante de la Especificación Abstracta del *OpenGIS*. El Consorcio *OpenGIS* (OGC), <http://www.opengis.org>, es una organización con membresía internacional comprometida en un esfuerzo cooperativo para crear especificaciones abiertas de cálculo en el área de geoprocésamiento. Como parte de su "Especificación Abstracta del *OpenGIS*" preliminar, el OGC adoptó la ISO 19115 como el modelo abstracto para la administración de los metadatos dentro del consorcio. El OGC está trabajando muy de cerca con el ISO/TC 211 para desarrollar normas formales para metadatos espaciales globales. En su reunión plenaria en Viena, Austria en marzo de 1999, el ISO/TC 211 recibió la terminación satisfactoria del acuerdo cooperativo entre el Consorcio *OpenGIS* y el ISO/TC 211 y aprobó los términos de referencia para un grupo de coordinación ISO/TC 211/OGC.

Cada una de las iniciativas está promoviendo las normas y el uso de los metadatos para descubrimiento como una base de sus respectivas iniciativas del directorio de metadatos. Estos metadatos para descubrimiento proporcionan suficiente información para permitir que el solicitante averigüe que existen datos adaptados para un propósito y están referidos a algún punto de contacto para mayor información. Si después del descubrimiento se necesitan más detalles sobre conjuntos de datos individuales, se requieren metadatos más completos y específicos. Es posible que las organizaciones quieran desarrollar metadatos a niveles diferentes pero complementarios: metadatos para descubrimiento de uso externo y metadatos detallados domésticos y de uso interno; así como para evitar la duplicación de esfuerzos cuyos elementos comunes están marcados. Estas pautas se han elaborado reconociendo la importancia de metadatos más extensos para la administración de datos y cada una de las organizaciones está promoviendo la adopción de la Norma ISO para Metadatos.

Normas generales para metadatos

Hay otras normas en el amplio tema de los metadatos que no se aplican específicamente a la información geoespacial. Estas convenciones se mencionan con fines informativos. Pueden ser referencias útiles para ligar o integrar los recursos no geoespaciales en un marco de referencia geoespacial.

El Centro Dublín es un conjunto de elementos de metadatos orientados a facilitar el descubrimiento de los recursos electrónicos. Originalmente concebido para explicación autogenerada de los recursos de la red mundial, ha atraído la atención de comunidades descriptivas de los recursos formales como museos, bibliotecas, agencias gubernamentales y organizaciones comerciales.

La Serie de Talleres del Centro Dublín ha reunido, en un ciclo de talleres por invitación, a participantes del mundo de las bibliotecas, a las comunidades de investigación de bibliotecas de la red mundial y digitales, y a varios especialistas de contenido. La construcción de un consenso internacional e interdisciplinario alrededor de un conjunto de elementos centrales es la característica medular del Centro Dublín. El progreso representa la sabiduría emergente y la experiencia colectiva de muchos tenedores en el terreno de la descripción de los recursos. Se pretende que los metadatos del Centro Dublín sustenten específicamente el *descubrimiento de recursos* para fines generales. Los elementos representan el concepto de elementos centrales de una comunidad que podrían ser útiles para apoyar al descubrimiento de recursos. Por desgracia, el uso formal del modelo de metadatos del Centro Dublín no siempre ha reconocido la inclusión de elementos *calificados*, como "Cubrimiento". Este elemento de metadatos puede contener texto que representa una fecha o tiempo, una descripción del nombre de un lugar o de un periodo, o coordenadas, sin un medio para identificar el tipo de contenido que se encuentra en el elemento de texto. Como tal, los elementos no calificados del Centro Dublín son inadecuados, incluso para la descripción y el descubrimiento de recursos geoespaciales básicos, aunque se pueden aplicar a los recursos de la red mundial y de las bibliotecas con una definición geoespacial relajada. Los elementos calificados del Centro Dublín se pueden derivar de modelos de metadatos más detallados (como ISO 19115) y pueden apoyar el descubrimiento de información auxiliar poco documentada como libros, informes y otros objetos de la red de interés potencial para las investigaciones geoespaciales.

La Norma de Transferencia de Datos Espaciales (SDTS: *Spatial Data Transfer Standard*) y las Normas de Intercambio Digital (DIGEST: *Digital Exchange Standards*) para el Formato de Productos Vectoriales (VPF: *Vector Product Format*) se desarrollaron con el fin de codificar los conjuntos de datos espaciales digitales para su transferencia entre el software de datos espaciales. Ambas normas soportan la inclusión de elementos de metadatos en un intercambio, aunque, con gran sorpresa, no fue sino hasta fecha reciente que se consideraron como un apoyo para normalizar la codificación de normas pertinentes para metadatos geoespaciales en los formatos de exportación o de archivo.

Aun cuando existen normas generales para metadatos, se recomienda utilizar una norma integral de metadatos geoespaciales para documentar los datos geoespaciales. Es más fácil producir metadatos simplificados a partir de una colección de metadatos más robusta, pero es imposible hacer lo opuesto. A la larga, la integración de normas de contenido e intercambio de datos convergerá hacia las de contenido e intercambio de metadatos, de manera que los esfuerzos de codificación de los datos espaciales proporcionarán una solución completa para el archivo y la documentación.

Enfoque de aplicación

¿Quién deberá crear los metadatos?

Los administradores de datos tienden a ser científicos letrados técnicamente o especialistas en computadoras letrados científicamente. La creación de metadatos correctos es como la catalogación de bibliotecas, excepto que el creador necesita conocer más sobre la información científica detrás de los datos para documentarlos de manera apropiada. No considere que cada profesional tiene que ser capaz de crear metadatos apropiados. Se pueden quejar de que es demasiado difícil y tal vez no reconozcan los beneficios. En este caso, asegúrese de que hay una buena comunicación entre el productor de metadatos y el productor de los datos; quizá el primero tenga que estar consultando al segundo para colaborar en la preparación de la documentación adecuada.

La forma de mantener los metadatos dependerá de varios factores:

- Tamaño del acervo de datos,
- tamaño de la organización y
- patrones de la administración de los datos dentro de una organización.

Si el acervo de datos es bastante modesto, existe la convención de almacenar los metadatos en documentos separados, con cualquier software disponible (por ejemplo, procesador de textos, hoja de cálculo y una simple base de datos). Históricamente, las organizaciones han integrado carpetas de documentos únicos que pueden estar en formato analógico o digital. Muchas organizaciones empezarán a investigar el uso de sistemas más complejos conforme se den cuenta del beneficio de los metadatos e incrementen su acervo de datos, y comiencen a proporcionar un acceso más amplio de los datos.

En realidad, muchas organizaciones empezarán con una auditoría básica de su acervo de datos que le indicará la gran riqueza de datos que posee y dónde los está usando, se han duplicado o se han mejorado dentro de la organización. Conforme aumenta el acervo y se amplía el acceso a los datos, las organizaciones voltearán hacia métodos más avanzados para mantener los metadatos de su acervo de datos. Estas herramientas modernas pueden consistir en sistemas basados en formas comerciales o autodesarrolladas que también pueden formar parte de los sistemas de información geográfica operativos para extraer, de modo automático, aspectos de los metadatos de los propios datos.

¿Cómo tratar a la gente que se queja de que es muy difícil? En la mayoría de los casos, la solución es diseñar de nuevo el flujo de actividades, en lugar de desarrollar nuevas herramientas o capacitación. Con frecuencia, las personas consideran que los productores de datos deben generar sus propios metadatos. Ciertamente pueden proporcionar documentación informal no organizada, pero tal vez no necesiten pasar por los rigores de los metadatos formales bien estructurados. Para los científicos o especialistas de SIG, que producen uno o dos conjuntos de datos por año, quizá no vale la pena el tiempo que se utilice para aprenderse toda una compleja norma para metadatos. En su lugar, se les podría pedir que llenaran una forma o plantilla menos complicada que sería entregada en el formato apropiado por un administrador o catalogador de datos familiarizado (aunque no un experto) con el tema y versado en la norma para metadatos. Si veinte o treinta científicos están pasando datos al administrador de datos en un año, convendría que el administrador se diera tiempo para conocer la compleja norma para metadatos. Con buena comunicación, esta estrategia complementa la combinación entre herramientas de software y capacitación.

El primer conjunto de datos documentado siempre es el peor. El otro aspecto de "es muy difícil" es que documentar todo un conjunto de datos requiere (en ocasiones) una incómoda mirada minuciosa a los datos y pone en evidencia lo poco que se sabe acerca de su historia de procesamiento.

"Tiempo insuficiente" para documentar los conjuntos de datos también es una queja común. Es una situación en la que los administradores que aprecian el valor de los conjuntos de datos SIG pueden determinar prioridades para proteger su inversión de datos al destinar tiempo para su documentación. Ocupar uno o dos días en documentar un conjunto de datos que pudo llevar meses o años de elaboración a un costo de miles de dólares, difícilmente parecería un tiempo excesivo.

Estos asuntos de "dolor" y "tiempo" tienen cierta legitimidad, en especial para las agencias que pueden tener cientos de conjuntos de datos heredados que se podrían documentar, pero a las que el tiempo gastado en esta actividad las aparta de los proyectos actuales. En este punto en el tiempo, parece más útil tener muchos metadatos "breves" que unos cuantos metadatos completos. Por consiguiente, ¿cuáles son las recomendaciones para estas agencias con respecto a la clase de "metadatos mínimos" o medios para reducir la carga de la documentación?

En algunas operaciones, pequeñas cantidades de metadatos o "notas" se recolectan esporádicamente durante el flujo de procesamiento de datos. Después, estas ayudas se pueden reunir sin dificultad en un enunciado claro sobre la historia y el procesamiento del conjunto de datos. Lo anterior puede dejar una tarea menos desalentadora para el final de un proyecto, ya que la mayoría de los detalles se encuentran documentados, poco a poco. Cada vez más, los software para SIG y para procesamiento de imágenes son capaces de recolectar e informar cuantitativamente los metadatos que se pueden introducir en línea para el usuario, más que esperar una introducción manual. Estos procedimientos pueden sumar importantes ahorros en tiempo y esfuerzo frente al simple proceso manual de preparación de metadatos en la conclusión de un proyecto.

No invente su propia norma. Seleccione una norma con soporte internacional siempre que sea posible. Trate de permanecer dentro de sus conceptos. Cambios sutiles en una norma internacional, como el desplome de elementos compuestos, puede ser costosa a la larga, no podrá utilizar herramientas comunes de metadatos y puede ser que sus metadatos no sean intercambiables o analizables por el software.

No confunda la presentación (vista) de los metadatos con los propios metadatos. Existe la tentación de agrupar forma y contenido en el mismo cajón (por ejemplo, "Lo que veo en mi base de datos es lo que imprimo"). Sin embargo, la habilidad para diferenciar el contenido de la base de metadatos (columnas o campos) a partir de su presentación (informes en formato escrito) es ahora una trivialidad en los paquetes de escritorio del software para bases de datos. Lo anterior permite a los usuarios considerar con mayor flexibilidad *cómo* presentar *qué* información.

Por lo común, hay tres formas de metadatos que debieran reconocerse y soportarse en los sistemas: la forma de aplicación (dentro de una base de datos o sistema de software), el formato de exportación o de codificación (forma legible por la máquina diseñada para transferir metadatos entre computadoras), y la forma de presentación (un formato apropiado para ser visto por el hombre). Al reconocer las conexiones entre estas disposiciones de metadatos, se pueden construir sistemas que soporten los requisitos de la misión, la codificación común para el intercambio y que permitan diversas perspectivas de los metadatos a fin de cubrir las necesidades y la experiencia de diferentes clases de usuarios.

El Lenguaje Extensible de Marcación (XML) proporciona dos soluciones para este problema de metadatos. Primero, incluye un lenguaje de marcación capaz con reglas estructurales reforzadas por un archivo de control para validar la estructura del documento. Segundo, a través de una norma acompañante (Lenguaje de Estilo XML o XSL), un documento XML se puede usar junto con una hoja de estilo para producir presentaciones normalizadas de contenido, lo que permite al usuario entremezclar el orden de los campos, cambiar los nombres de las marcas o mostrar sólo ciertos campos de información. Al utilizar las hojas XML y de estilo, se obtiene un formato de intercambio estructurado y una presentación flexible. Por consiguiente, una entrada de metadatos se puede entregar en muchas formas a partir de la misma codificación sencilla estructurada.

XML es una metodología de codificación aceptada ampliamente con soporte de software internacional, libre y comercial. Sin embargo, la comunidad productora de metadatos no tiene mucha experiencia en cómo usarlo para resolver sus problemas. Por medio de aplicaciones de referencia de software y experimentación, las Infraestructuras de Datos Espaciales locales pueden compartir sus éxitos y sus fallas en la implementación de esta nueva tecnología para proporcionar un beneficio a la comunidad en su conjunto.

Considere la fragmentación de los datos. ¿Puede documentar muchos de sus conjuntos de datos (o mosaicos) dentro de un origen general? Priorice sus datos. Comience a documentar los conjuntos de datos que se utilizan actualmente o se prevé su uso en el futuro, los que forman el marco de referencia en el que otros se basan y los que representan el compromiso más grande de su organización en términos de esfuerzo o de costo.

Documente a un nivel tal que conserve el valor de los datos dentro de su organización. Considere cuánto quisiera saber sobre su conjunto de datos, si uno de sus operadores de SIG más antiguos se fuera repentinamente a una isla tropical para convivir con la naturaleza.

¿Cómo creo metadatos?

Primero, debe entender los datos que está tratando de describir y la propia norma. Entonces, debe decidir cómo codificar la información. De hecho, uno crea un archivo de texto para cada registro de metadatos; es decir, un archivo de disco por conjunto de datos. Por lo común, un programa de software se utiliza para ayudar a la entrada de información, de manera que los metadatos estén conforme a la norma.

En específico:

- Defina con exactitud el paquete de datos por documentar.
- Reúna la información sobre el conjunto de datos.
- Cree un archivo digital que contenga los metadatos, usando un formato normalizado, cuando sea posible.
- Verifique la estructura sintáctica del archivo. Modifique la disposición de la información y repita hasta que sea correcta la estructura sintáctica.
- Revise el contenido de los metadatos, confirme que la información describa los datos total y correctamente.

Digresión en conformidad e interoperabilidad

Las diferentes normas para metadatos son en realidad normas de *contenido*. Tal vez no dicten el esquema de los metadatos en los archivos de computadora. Dado que la norma es tan compleja, tiene un efecto práctico que *se puede decir que casi cada metadato se apega conceptualmente a la norma*; el archivo que contiene los metadatos sólo tiene que contener la información apropiada y no es necesario que una persona o incluso una computadora interprete o acceda con facilidad a esa información. Éste es el caso con la Norma Internacional ISO 19115.

Esta noción de conformidad más bien amplia no es de mucha utilidad. Por desgracia, es bastante común. Para que sí resulte útil, se deben poder comparar con claridad los metadatos con otros metadatos, no sólo en un sentido visual, sino también en cuanto a software que indexa, busca y recibe los documentos en Internet. Para ello, hay varias normas de codificación que especifican el contenido de una entrada de metadatos para el intercambio entre computadoras. Para que tengan un valor real, los metadatos deben ser *analizables*, lo que significa que pueda leerlos la máquina, e *interoperables*, lo que quiere decir que trabajan con software utilizado en servicios como el centro distribuidor del FGDC a través de los Servicios de Catálogo del *OpenGIS*. Por fortuna, la Especificación Técnica ISO 19139 acompañante proporciona una guía normativa en la forma de un Documento del Esquema XML (XSD: *XML Schema Document*) comentado y, por ejemplo, cómo se deben estructurar los metadatos en XML para su validación e intercambio.

Analizable

Información *analizable* significa que para su análisis se desensambla y se reconocen sus componentes. Claramente, los metadatos analizables pueden separar la información asociada con cada elemento de la de otros elementos. Además, los valores de los elementos no sólo se separan sino que se relacionan con los nombres de los elementos correspondientes, y los nombres de los elementos se relacionan entre sí según se describen en la norma.

En la práctica, esto significa que sus metadatos suelen acomodarse en forma jerárquica, como están los elementos en la norma, y deben usar los nombres uniformes para los elementos como una manera para identificar la información contenida en los valores de los elementos.

Interoperable

Para trabajar con software de servicio de metadatos, éstos deben ser legibles por el software. Por lo general, esto significa que deben ser analizables y deben identificar los elementos en la manera esperada por el software.

Hay un consenso general en cuanto a que los metadatos se deben intercambiar en el Lenguaje Extensible de Marcación (XML) conforme a la Declaración del Tipo del Documento (DTD: *Document Type Declaration*) o, incluso más riguroso, su sucesor más moderno, el Documento del Esquema XML. El soporte para el XML en las soluciones de análisis y de presentación está muy extendido en la red mundial y se da por sentado en las actuales normas preliminares del ISO TC 211 y las especificaciones del *OpenGIS*.

¿Qué software está disponible para crear y validar metadatos?

Ninguna herramienta puede verificar la *exactitud* de los metadatos. Asimismo, ninguna herramienta puede determinar si los metadatos incluyen apropiadamente los elementos designados por la norma como condicionales o "mandatorios, si es aplicable". En consecuencia, se necesita la revisión manual en alguna etapa. Pero esta revisión deberá ser más sencilla en los casos donde se sabe que los metadatos tienen la estructura sintáctica correcta.

No se puede decir que el *software* se adapte a la Norma. Sólo de los registros de los metadatos, en una forma de codificación determinada, se puede decir que son conformes o no. Un programa que pide la conformidad a la Norma tendría que ser incapaz de producir una salida discordante. Tal herramienta tendría que anticipar todos los conjuntos de datos posibles. En lugar de ello, las herramientas deben ayudarle a introducir sus metadatos y los registros de salida se deben verificar en cuanto a conformidad y exactitud en pasos separados. En el mejor de los casos, se puede describir o anticipar la prueba de *compatibilidad* entre los componentes del software.

Cuestiones en la aplicación

Vocabularios, diccionarios geográficos y tesauros

Cuando se busca información, quizá el investigador no encuentra ninguna referencia basándose en las palabras que se utilizan para describir la información buscada. Este problema se puede resolver usando un tesauro. En el contexto de los metadatos y de otros documentos electrónicos, un tesauro es una herramienta para la organización y la recepción de la información en materiales electrónicos: Acepta que se indexen y se reciban los datos en una forma congruente; permite el despliegue de jerarquías de conceptos de ideas, conduciendo al usuario, sea como clasificador o buscador de información, a definir su búsqueda en los términos en que sea más probable llegar a la recepción de información pertinente.

Por ejemplo, permitirá mejorar la recepción de información al proporcionar una búsqueda exitosa en sinónimos: si el usuario introduce el término "cultivo", el tesauro encontrará el término "agricultura". Se pueden presentar las jerarquías del significado: el término "Gran Bretaña" puede recibir datos indexados con ese término, pero también podría extender la búsqueda para obtener datos sobre Inglaterra, Gales y Escocia, que se han indexado bajo estos tres términos. El término "comidas sobre ruedas", aunque está en una jerarquía de términos relacionada con alimento, también se podría referir a conceptos sobre servicios sociales personales y a diferentes categorías de recipientes, de ahí que un usuario puede elegir continuar y obtener estos términos relacionados. Se tendrá una búsqueda congruente de los metadatos si quienes preparan los metadatos usan el mismo tesauro.

Colaboración mínima con los usuarios durante las fases de definición y aplicación: se necesita un tratamiento amigable para el usuario

Para un usuario no profesional, encontrar la información que necesita es muy difícil. Incluso si se puede encontrar "Ayuda" o "*Tutorial*" en algunos servicios de metadatos, no es muy fácil de entender lo que hay que

hacer y dónde teclear. Se deben hacer esfuerzos para explicar qué preguntar y para desarrollar interfaces multilingües y amigables para el usuario. Si lleva mucho tiempo entender cómo reaccionar a los servicios de metadatos, ¡los usuarios no se quedarán mucho tiempo y se quejarán de inmediato! Se deberá proporcionar a los usuarios un diccionario, tesauros multilingües o catálogos con palabras clave para garantizar que se utilice el mismo vocabulario. Una de las cosas más importantes es desarrollar servicios que no dependan de la tecnología ni estén orientados a ella. Los proyectos deben hacerse en colaboración con los usuarios (a los que hay que identificar primero).

Contenido esperado por el usuario

Dados los modelos de metadatos complejos desplegados, podemos estar razonablemente seguros de que los metadatos ahora presentados en los servicios de catálogo casi siempre son más de lo esperado por los usuarios finales. La aparente tendencia actual es proponer un criterio complejo para las bases de datos que parece muy "orientado a los productores de datos". Uno se puede imaginar que los usuarios están más interesados en los ejemplos y los beneficios de cómo utilizar los conjuntos de datos propuestos que en la descripción detallada de su estructura y contenido. Lo anterior se puede realizar por medio de presentaciones específicas de metadatos.

Es importante separar el contenido de los metadatos espaciales de sus medios de presentación. A través de aplicaciones como el Lenguaje Extensible de Marcación (XML), los documentos con detalles extensos se pueden mostrar en diferentes hojas de estilo desde una fuente de contenido en muchas formas de presentación apropiadas para distintas audiencias. Se requiere mayor trabajo en el desarrollo de metodologías de exposición para simplificar la carga que significa que todos comprendan los metadatos.

Metadatos para aplicaciones

Se tiende a adaptar la estructura y el contenido de los metadatos a las aplicaciones, por ejemplo, comercio electrónico o administración de datos dentro de una organización. Es más probable que estén mejor redactados y mantenidos los metadatos creados para satisfacer una necesidad real, que porque se considere que deben hacerse por un interés general.

El Consorcio *OpenGIS* y el ISO TC 211 han desarrollado estructuras de metadatos y campos para describir las interfaces del software, presentados como "servicios" para uso externo. La ISO 19119 describe la estructura de los metadatos de servicios para, por medio de intermediarios conocidos como catálogos de servicios, ayudar al software inteligente a descubrir los servicios disponibles que, finalmente, podrían encadenarse para formar nuevas operaciones compuestas. El Consorcio de la WWW y los grupos de Oasis XML han especificado mecanismos de descubrimiento de servicios y recursos que explotan un conjunto publicado de los campos de metadatos. Dos de estos esfuerzos se conocen como el ebXML con su Modelo de Información de Registro (ebRIM: *Registry Information Model*) y la Descripción Universal, Descubrimiento e Integración de los Servicios de la Red (UDDI: *Universal Description, Discovery and Integration of Web Services*). La interacción sugerida entre ebXML, metadatos de ISO e interfaces de servicio de catálogos del OGC se está armonizando en la Versión 2.0 de los Servicios de Catálogos del OGC.

Mecanismo de identificación de productos de información geográfica

No hay un mecanismo para proporcionar números de identificación (ID) a los distintos productos de IG producidos y ofrecidos a los usuarios. Este elemento que falta es un asunto muy importante para quienes están aplicando en paralelo un servicio de metadatos y una solución de comercio electrónico.

Para que el comercio electrónico de IG sea una realidad, sería conveniente un estudio sobre cómo organizar e implementar un sistema de numeración de IG y quién lo llevaría a cabo. Este sistema podría ser semejante a los utilizados por otros productos, como libros. Sería extremadamente útil si la actividad de la Infraestructura Global de Datos Espaciales pudiera desarrollar una guía inicial sobre los temas técnicos y políticos relacionados con el establecimiento de un sistema identificador de productos de datos que trabajaría de manera global con la información geoespacial digital y no digital.

Incentivos para el desarrollo de metadatos

La lista impresionante de incentivos que incluye recursos financieros, conocimiento y experiencia, normas y herramientas proporcionada por el Comité Federal de Datos Geográficos de Estados Unidos (U.S. FGDC

Federal Geographic Data Committee, <http://www.fgdc.gov>) para estimular la creación y el mantenimiento del contenido y los servicios de los metadatos dentro del concepto del Centro Distribuidor parecía ser un factor clave para el éxito de la iniciativa de metadatos de E.U. Es importante que los gobiernos nacionales y regionales evalúen, reconozcan y proporcionen tales incentivos a los constructores y los administradores de metadatos. Algunos ya han comenzado; Francia, Canadá, Australia, España, Etiopía, Estados Unidos y otros países desarrollan y proporcionan software libre a constructores de metadatos. Se anticipa que la adopción extendida de las normas para metadatos ISO 19115 y 19139 motivará la elaboración de una base internacional de herramientas libres y comerciales alrededor de una norma común.

Contemplar la legislación para el contenido de metadatos en el sector público

En los países donde la legislación es el principal motor para crear nuevas actividades del sector público o para adaptar las existentes, se necesitan nuevas leyes que fomenten o requieran la recolección y la distribución de metadatos basados en normas por parte del sector público de la IG y por parte de empresas comerciales que recolectan datos geoespaciales para el sector público.

Recomendaciones

- **Los autores del Recetario recomiendan que no invente su propia norma. Adopte o construya un perfil nacional de la Especificación Técnica ISO 19139 basada en la norma de metadatos ISO 19115 abstracta.**

Las normas son muy costosas en lo referente a su creación y la construcción de sus aplicaciones. Las normas nacionales se deben adoptar con la intención de sostener la norma de contenido de metadatos ISO 19115 y su acompañante, la Especificación Técnica ISO 19139, cuando se encuentre disponible. Así se obtendrán grandes recompensas en cuanto a interoperabilidad en un ambiente mundial.

- **Los autores del Recetario recomiendan que priorice sus datos.**

Comience por documentar los conjuntos de datos en uso actual o futuro, los que forman el marco de referencia en el que otros se basan y los que representan el mayor compromiso de la organización en términos de esfuerzo y costo. Las capas del marco de referencia y las capas únicas especiales de gran interés deberán documentarse adecuadamente para utilizarlas dentro y fuera de su organización. Por supuesto, todos los datos publicados justifican la documentación, pero al definir prioridades sabrá qué es lo que sigue.

- **Los autores del Recetario sugieren recolectar pocos metadatos a la vez.**

Para metadatos detallados como FGDC e ISO, se puede recolectar una enorme cantidad de información posible. Aunque nunca se llenan todos los campos, se tiene la oportunidad de almacenar propiedades específicas en su ubicación correcta dentro de la estructura común. Esto facilita su almacenamiento y descubrimiento en catálogos (consulte el Capítulo 4). Si ciertos tipos de metadatos se reúnen durante el proceso de recolección de datos como parte del circuito de producción actual, muchas notas de 20 segundos pueden sumar una historia decisiva más adelante. Puede suceder que este tipo de información no se recolecte con facilidad después del hecho.

- **Los autores del Recetario recomiendan el desarrollo de un sistema identificador de productos de datos espaciales coordinados para uso global.**

El Grupo Técnico de Trabajo de la IGDE, con asistencia del Comité Directivo en cuanto a políticas, deberá elaborar la guía inicial sobre los temas técnicos y políticos relacionados con el establecimiento de un sistema identificador de productos de datos que funcionará a nivel mundial en la información geoespacial digital y no digital. La identificación exclusiva de los registros de metadatos se practica en la comunidad bibliotecaria, en la que se puede compartir un registro de metadatos para reflejar su disponibilidad en muchas ubicaciones.

- **Los autores del Recetario sugieren que el Grupo Técnico de Trabajo de la IGDE conduzca la investigación de un sistema común de clasificación temática para datos geoespaciales.**

Mientras que el ISO TC 211 está desarrollando especificaciones y metodologías generales y el Consorcio *OpenGIS* está construyendo interfaces de software, no se tiene conocimiento de que se haya convocado a alguna organización mundial para coordinar un sistema de clasificación común para los datos geoespaciales. Como resultado, el uso de tesauros temáticos competitivos dificulta la búsqueda distribuida.

Referencias y ligas

Chenez, Christian y Gaël Kermarrec, "On-going Metadata Initiatives in Europe", 1999, 5th EC-GIS Workshop, Stresa, ITALY <http://www.eurogi.org/geoinfo/publications/5thgeo.html>

Metadata Home Page, US Federal Geographic Data Committee <http://www.fgdc.gov/metadata/metadata.html>

Metadata Home Page Australia and New Zealand Land Information Council
http://www.anzlic.org.au/infrastructure_metadata.html

Metadata (MetaGenie) Home Page UK Association for Geographic Information (AGI),
<http://www.askgiraffe.org.uk/datalocator/metadataatool.html>

Reference Data and Metadata, INSPIRE Initiative, European Commission,
<http://inspire.jrc.it/about/reference.cfm>

Capítulo Cuatro: Catálogo de datos espaciales. Descubrimiento de los datos

Editor: Doug Nebert, US FGDC

Introducción

Un gran volumen de información es hoy en día considerado crítico para la toma de decisiones diaria realizada en la sociedad moderna: una parte importante de esta información se relaciona esencialmente con "lugar" en el contexto de la posición sobre la Tierra. Dado que cada vez más información en línea incluye algún contexto geográfico, se va complicando la capacidad para describirlo, organizarlo y accederlo. La aptitud para descubrir y acceder a los datos geográficos para utilizarlos en la visualización, la planificación y el soporte a la toma de decisiones es un requisito para apoyar a las sociedades a nivel local, regional, nacional e internacional. Se han desarrollado soluciones comunes y se describirán en este Capítulo mediante la evaluación de las perspectivas organizativas, la comparación de definiciones de la comunidad, la identificación de soluciones arquitectónicas comunes y la compartición de una base de técnicas aplicadas en el software no comercial y comercial disponible basado en normas.

En este Capítulo, se presentan los conceptos, las prácticas vigentes y los diseños para el descubrimiento de datos geoespaciales. Se pretende que sea una guía para los interesados en administración, desarrollo y aplicación de los servicios de descubrimiento compatibles en ambientes donde se quiere la publicación de la información geográfica a través de dominios. Se describen los asuntos y los papeles organizativos determinantes para comprender y mantener los servicios dentro de una infraestructura de datos espaciales más grande. Los principios que se describen se pueden interpretar y aplicar en diversas condiciones de la administración de la información a partir de colecciones no digitales de información de mapas, por medio de catálogos digitales pequeños, hasta la integración de almacenes de datos y metadatos. Se identifican normas y software pertinentes para su evaluación y aplicación.

Contexto y fundamento

Aun cuando Internet se está convirtiendo en el recipiente de conocimientos más grande del mundo, su navegación está obstaculizada por la falta de un catálogo sustituto y amplio. Como resultado, se entregan decenas de miles de documentos candidatos en respuesta a una consulta razonable desde los motores de búsqueda actuales. Por fortuna, la información geográfica suele tener *marcas* de ubicación en forma de coordenadas o nombres de lugares, e incluso puede tener una fecha de referencia o tiempo asociado con los datos. Estos metadatos proporcionan la clave para una solución que puede funcionar y sí funciona en un contexto internacional.

La biblioteca ha constituido por mucho tiempo la metáfora inicial de acumulación y administración del conocimiento sobre la gente, los lugares y las cosas. Desde la construcción de la antigua biblioteca de Alejandría, Egipto, hasta sus equivalentes actuales, las bibliotecas han utilizado sistemas de clasificación, especialización y disciplina para la información en todas las formas. Una característica central de esta biblioteca virtual, y parte decisiva en su navegación y uso, es el catálogo. En el contexto del manejo de la información geoespacial, utilizamos las descripciones de los datos geoespaciales, o metadatos, según se describen en el Capítulo 2 como el vocabulario común para enmarcar los campos de información estructurados que buscamos administrar y usar en la búsqueda y la recepción. Estos elementos de los metadatos se almacenan y se utilizan mediante un catálogo de información geoespacial accesible al usuario.

El soporte de un servicio de descubrimiento y acceso para la información geoespacial se conoce de diversas maneras dentro de la comunidad geoespacial: "servicios de catálogo" (Consortio *OpenGIS*), "Directorio de datos espaciales" (Infraestructura Australiana de Datos Espaciales), y "Centro Distribuidor" y "Portal Geoespacial Único" (FGDC, E.U.). Aunque tienen diferentes nombres, los objetivos para el descubrimiento de los datos geoespaciales mediante las propiedades de los metadatos son los mismos. A fin de tener congruencia dentro de este documento, nos referiremos a estos servicios como "servicios de catálogo". La integración posterior de estos servicios con mapeo por la red, acceso directo a los datos espaciales y otros más pueden conducir a emocionantes ambientes de usuario en los que se pueden descubrir, evaluar, fusionar y

utilizar los datos en la solución de problemas. No obstante que este capítulo se enfocará al hallazgo de datos espaciales y servicios, la combinación de las prácticas aquí mencionadas con las de otros capítulos puede ampliar las capacidades de su infraestructura de datos espaciales.

Conceptos de catálogo distribuido

La puerta de acceso o pasarela del Catálogo y su interfaz de usuario le permiten solicitar colecciones distribuidas de información geoespacial por medio de las descripciones de sus metadatos. Esta información geoespacial puede tomar la forma de "datos" o de servicios disponibles para interactuar con los datos geoespaciales, descritos con formas complementarias de metadatos. En la Figura 4.1, se muestran las interacciones básicas de varios individuos u organizaciones relacionadas con la divulgación y el descubrimiento de los datos espaciales. Los recuadros son componentes identificables del servicio de catálogo distribuido; las líneas que los conectan muestran un conjunto específico de interacciones descritas por las palabras junto a la línea.

Un usuario interesado en localizar información geoespacial emplea una interfaz de usuario de búsqueda, llena una forma de búsqueda, especifica las consultas sobre los datos con determinadas propiedades. La solicitud de búsqueda entra a la Pasarela del Catálogo y plantea la consulta a uno o más servidores de catálogo registrados. Cada servidor de catálogo administra una colección de entradas de metadatos. En estas entradas se hallan instrucciones de cómo acceder a los datos espaciales que se describen. Hay diversas interfaces de usuario disponibles en este tipo de búsqueda de catálogo en varias IDE nacionales y regionales en el mundo. Se puede realizar esta búsqueda interoperativa en los catálogos internacionales mediante un vocabulario descriptivo común (metadatos), una búsqueda común, un protocolo de recepción y un sistema de registro para los servidores de las colecciones de metadatos.

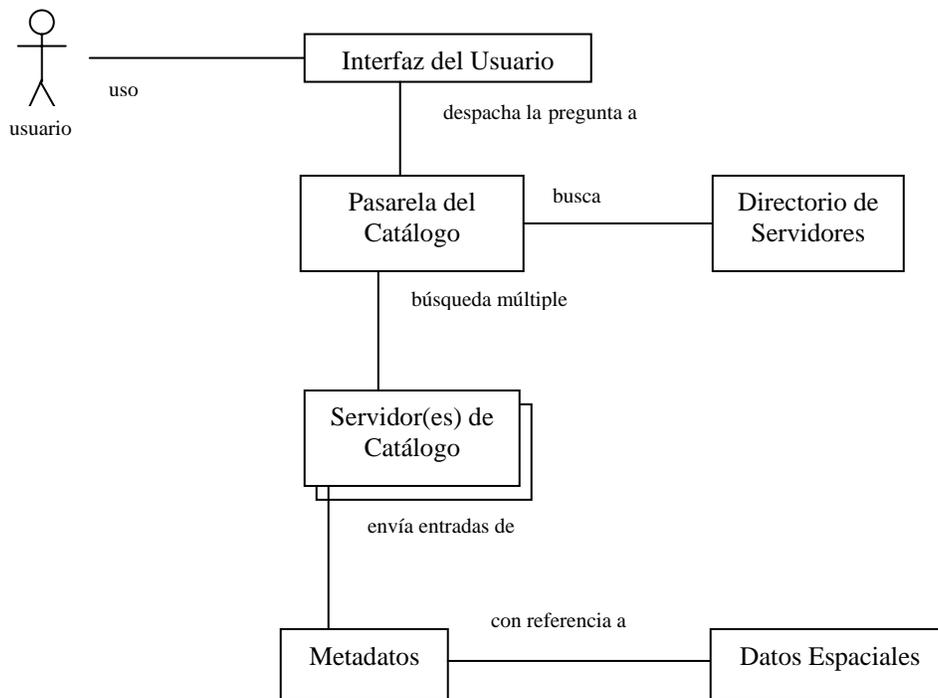


Figura 4.1. Diagrama de interacción que muestra el uso básico de los servicios de catálogo distribuido y los elementos relacionados de la IDE, desde la perspectiva del usuario.

El Ambiente del Catálogo Distribuido es algo más que un catálogo para localizar registros. El Catálogo Distribuido incluye una referencia o el acceso a los datos, mecanismos para ordenar, gráficos de mapas para mostrar los datos y otra información de uso detallada que se proporciona por medio de las entradas de metadatos. Estos últimos asumen tres roles: 1) documentar la ubicación de la información; 2) fundamentar el

contenido y las estructuras de la información, 3) proporcionar al usuario final la información detallada acerca de su uso correcto. Un catálogo tradicional, como se encuentra en las bibliotecas modernas, sólo proporciona información de ubicación. En la era de los datos digitales, los límites entre datos o servicios y el catálogo pueden ser confusos y permitir que la administración de la información extendida llamada metadatos, pueda ser aprovechada por el hombre en diferentes usos, por medio de la computadora.

Enfoque organizativo

¿Quiénes son los individuos o *actores* involucrados en la publicación y el descubrimiento de la información geoespacial? Al definir los papeles y las responsabilidades que juegan estos actores, se pueden entender las funciones esenciales que los servicios humanos o asistidos por computadora deberían poder conducir en interés del descubrimiento de recursos para la IGDE.

Terminología:

Conjunto de datos.- paquete específico de información geoespacial proporcionado mediante un productor de datos o un software, también se conoce como colección de rasgos, imagen o cubrimiento.

Metadatos.- conjunto formalizado de propiedades descriptivas compartido por una comunidad para incluir una guía sobre las esperadas estructuras, definiciones, repetibilidad y condicionalidad de los elementos.

Entrada de metadatos.- conjunto de metadatos que pertenece específicamente a un conjunto de datos.

Catálogo.- colección única de entradas de metadatos que se maneja en conjunto.

Servicio de catálogo.- servicio que responde, en un Catálogo, a las solicitudes de metadatos que cumplan con cierto criterio de demostración o búsqueda.

Entrada de catálogo.- entrada única de metadatos accesible mediante un Servicio de Catálogo o almacenada en un Catálogo.

Entrada de servicio.- metadatos para un servicio u operación que se puede solicitar, también conocidos como metadatos de operación o de servicio.

Quehaceres

En la Figura 4.2, se muestran las interacciones entre los Actores, las funciones que realizan y los objetos con los que interactúan. En la ilustración se utiliza la notación del Lenguaje Unificado de Modelado (UML) para representar los procesos desde un punto de vista funcional.

Creador de la entrada de metadatos. La responsabilidad de este Actor es generar elementos de metadatos acordes, empaquetados de tal forma que reflejen con exactitud el contenido de la información que se describe. El papel y las credenciales de la persona responsable de la creación de estos metadatos pueden variar entre las organizaciones. En algunas situaciones, el creador puede ser el científico involucrado en la construcción del conjunto de datos descrito. En otras, el creador puede ser un concesionario o una segunda parte a quien se le ordenó crear los datos o los metadatos de acuerdo con algunos requisitos del proyecto, o puede ser una descripción general originada por una organización centrada en la producción sin que se mencionen los nombres de las personas involucradas en esta creación. Dada la rareza de los metadatos, también es común que una tercera parte interprete o derive una entrada de metadatos a partir de la información disponible donde no se han creado aún metadatos formales.

Colaborador del catálogo. La responsabilidad de este Actor es proporcionar una o más entradas de metadatos conformes a un Catálogo. Las entradas de metadatos se pueden entregar en el formato apropiado, derivado de otros formatos, o desarrollado de la información almacenada en los sistemas de datos y de software. La persona interactúa con las funciones del manejo del Servicio de Catálogo, para poder introducir, actualizar, borrar una entrada de metadatos, o asignar niveles de acceso o privilegios de visualización.

Administrador del Catálogo. La responsabilidad del Administrador es manejar los metadatos para que los usuarios tengan acceso. El encargado o guardián de los metadatos puede ser el mismo que el colaborador, puede estar en una organización de recolección trabajando sobre la autoridad de toda una organización (por ejemplo, el bibliotecario o el administrador del contenido del sitio en la red), o puede ser una parte diferente que adquirió los metadatos de alguna manera y proporciona el acceso al público. El Custodio autoriza el acceso al Servicio de Catálogo para las funciones de la Administración, incluyendo entrada, actualización o

eliminación, maneja los detalles de autorización y puede realizar cierta evaluación de garantía de calidad sobre las entradas. El Custodio también puede administrar el acceso externo (cliente) al Catálogo, si no es accesible al público.

Usuario del catálogo. Su responsabilidad es definir los criterios con los que se podría localizar y utilizar la información relacionada geográficamente por medio de categorías de navegación o la formulación de una consulta por campos o texto. Este usuario puede ser conocedor de SIG o no, pero con Internet es probable que no esté familiarizado o no tenga SIG, o no cuente con software para el procesamiento de imágenes. Es posible que el usuario no tenga los suficientes conocimientos de geografía. Otro método común de acceso al catálogo puede ser a través de un programa para descubrir y trabajar con la información del Catálogo. La interacción ocurre al nivel de software y asume una interfaz documentada (por ejemplo, una interfaz de programación de aplicaciones) para presentar consultas y recibir respuestas de un Catálogo.

Administrador de la pasarela. La responsabilidad del Administrador es desarrollar, almacenar y mantener las capacidades de búsqueda distribuida dentro de la comunidad de usuarios. También puede incluir la administración o la contribución a un directorio de servidores (registro) que participa en la IDE nacional o regional.

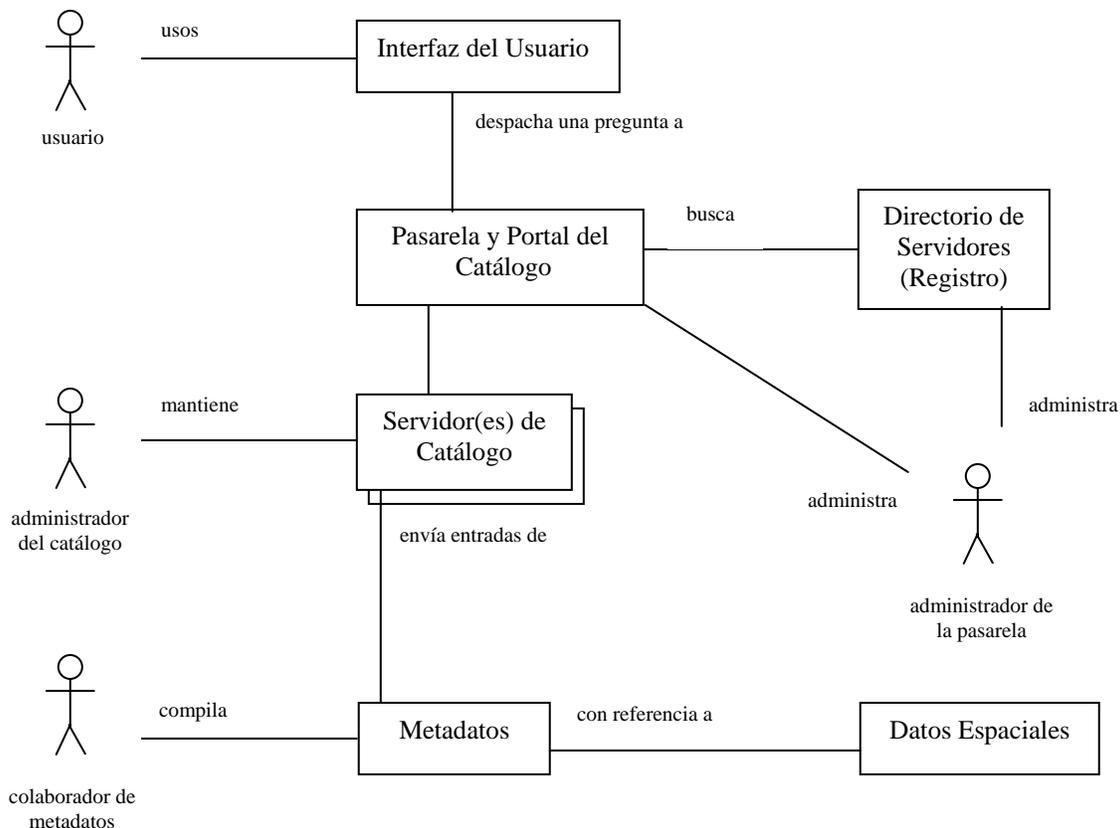


Figura 4.2. Diagrama de interacción del uso básico de los servicios de catálogo y de elementos relacionados con la IDE.

A partir de los actores de la Figura 4.2, como se refiere en el texto, en las secciones subsecuentes se describirán los requisitos de la administración organizativa y operativa para los servicios de catálogo distribuidos compatibles con la IGDE que se basa en las siguientes áreas de interés.

Desarrollo del Servicio de catálogo
Pasarela e interfaces de acceso del catálogo

Registro de participantes

En cada sección se incluye un caso de uso para concentrarse en los quehaceres y las acciones que se deben tomar en cuenta al momento de crear el componente de descubrimiento de su IDE.

Servidor del catálogo y desarrollo del servicio

Los Servicios del Catálogo Distribuido consideran algún grado de propiedad y participación distribuida. Actividades semejantes en Internet se han centrado totalmente en la administración de los metadatos al colocarlos en un índice en un servidor, o en varios servidores repetidos. En un ambiente de manejo de datos cada vez más dinámico, se va dificultando la sincronización entre los metadatos detallados y ese índice. A diario se experimenta este problema al investigar en los motores de búsqueda de la red mundial y aparece el error "404: Archivo no encontrado", cuando se ha movido o cambiado un documento. Además, estamos viendo una migración donde se tratan los metadatos y los datos como interrelacionados e incluso administrados en una base de datos única. Puede resultar costoso duplicar estos metadatos en un índice externo, además que llama a los problemas de sincronización de los datos, sus metadatos, y los metadatos indexados externamente. Las organizaciones que ya manejan datos espaciales y están interesados en publicarlos suelen ser los candidatos más capaces para publicar y mantener los metadatos. Los metadatos localizados en un servidor junto con los datos tienden a ser más actuales y estar más detallados que los publicados en un índice externo (recolectados e indexados por fuera).

La producción de una capacidad de servicio de catálogo para la información geoespacial se prepara con el compromiso de recolectar y administrar algún nivel de metadatos geoespaciales dentro de una organización. En el siguiente escenario de Caso de Uso se describe la publicación de una entrada de metadatos.

Un **colaborador de metadatos** recibe la descripción de un nuevo conjunto de datos espaciales desarrollado por otro grupo profesional. Estos metadatos se generan en un formato codificado de transferencia para permitir el intercambio de metadatos sin pérdida de contexto o contenido de información.

Esta entrada de metadatos se pasa a un **administrador de catálogo** para su consideración y para cargarlo en el catálogo.

El **administrador de catálogo** aplica algún criterio de aceptación en la calidad de los metadatos según se requiera en la organización. Si los metadatos son aceptables, se inserta en el catálogo.

A continuación, el administrador de catálogo lo actualiza para reflejar la entrada nueva como disponible al acceso del público.

Así, este conjunto de datos se considera publicado porque sus metadatos proporcionan un registro investigable y mostrable sobre sus antecedentes, su extensión temporal y espacial, y muchas otras características que se pueden buscar.

Hay varios modelos en los que se podrían instalar servicios de Catálogo dentro o entre las organizaciones. En sentido general, un servidor de catálogo suele estar instalado al nivel de organización apropiado a la naturaleza de los datos o metadatos, el contexto organizativo o los mandatorios, y el nivel al que se puede soportar operativamente el catálogo.

Enfoque del consorcio. El modelo de consorcio es aquél en el que se construye y se opera un catálogo único de metadatos en una ubicación y se comparte entre varias organizaciones con una disciplina o contexto geográfico común. Los metadatos se exportan de los colaboradores y se envían al sitio común donde se pueden evaluar, cargar y poner a disposición del público. Este modelo puede funcionar bien donde hay restricciones de personal o de computadoras y un servicio compartido proporciona o extiende el alcance. El enfoque del consorcio también motiva la colaboración entre los participantes con respecto a la elaboración de una base de recursos de datos y metadatos colectivos entre las organizaciones. Las responsabilidades de este enfoque pueden incluir el manejo de la complejidad y las contribuciones de distintas fuentes y asegurarse de que los metadatos proporcionados se mantengan sincronizados con los datos descritos. Los datos pueden no estar localizados junto con el servicio de catálogo, pero sí referidos a las ubicaciones del colaborador.

Enfoque corporativo. En el modelo corporativo se considera que todos los metadatos están orientados en la organización hacia un sólo servicio, en cuyo momento se pueden evaluar asuntos corporativos sobre calidad, publicación, estilo y contenido. Este modelo permite al personal y a los recursos de la red centrarse en el desarrollo y el manejo de un servicio y una computadora únicos dentro de una organización. Se deben establecer ciertas políticas dentro de la organización para la recolección y la propagación de los metadatos al interior de la corporación. Este modelo se adapta bien a las organizaciones que pueden estar restringidas al proporcionar acceso único computacional al público por razones de seguridad. Entre las responsabilidades de este enfoque se pueden incluir: ordenar las contribuciones de diversas fuentes dentro de la organización y asegurarse de que los metadatos proporcionados estén sincronizados con los datos descritos. Estos últimos se pueden localizar junto con el servicio de catálogo o referirse con la ubicación del colaborador.

Enfoque del grupo de trabajo. El modelo de grupo de trabajo considera que se debe establecer un servicio en cada lugar dentro de la organización donde se recolectan, documentan, administran y se ponen a disposición los datos. Lo anterior sigue la tendencia de Internet, en la que virtualmente cualquiera que se conecte a una red puede considerarse como "publicador" de información. El modelo de grupo de trabajo también supone que los individuos y los grupos más asociados con la recolección y la revisión de la información también están involucrados en su catálogo y su servicio. Esto puede desembocar en un alto grado de sincronización entre los datos y sus metadatos, en algunos casos, se podrían integrar almacenes de datos y metadatos por completo. Las responsabilidades de este enfoque pueden incluir la experiencia técnica en catálogos a nivel local y asuntos de coordinación en una cierta organización.

Debido a la naturaleza del catálogo distribuido y su habilidad para buscar en varios servidores, todos los modelos sugeridos listados son igualmente viables. De hecho, la lectura cercana de las descripciones de los modelos mostrará que representan un continuo de opciones organizativas que varían en complejidad, gobierno y grado de integración con los datos descritos.

Enfoques opcionales

El diseño operativo de un catálogo distribuido ya descrito depende en gran parte de la habilidad de los clientes en usar los servicios propuestos. Globalmente, el acceso a las computadoras y las redes de comunicación que soportan las aplicaciones de la red mundial sólo está disponible para una minoría de la población. Aun cuando lo anterior se está modificando en casi todas las regiones al proporcionar a la comunidad puntos de acceso público, construyendo y subsidiando la construcción y la interconexión, tal vez el catálogo distribuido no está bien adaptado a las condiciones en que se encuentran muchos países desarrollados o en desarrollo donde Internet no es común o la anchura de banda es restringida. Hay dos soluciones que se han convertido en el prototipo y son apropiadas para el acceso a la información pública en tales ambientes.

Para las organizaciones y la clientela que tienen acceso limitado a las computadoras o las redes, los metadatos se pueden reprocesar, imprimir o distribuir como catálogos en papel. Los costos de impresión y distribución pueden ser significativos, pero mediante librerías públicas y organizaciones se puede llegar a una gran audiencia interesada en utilizar los datos espaciales en la toma de decisiones. La sincronización entre el contenido actual y el acervo de datos en estos catálogos en papel también puede ser un asunto para tomar en cuenta. La distribución de catálogos en papel siempre se puede considerar como un complemento a los métodos digitales del servicio de información.

Si los servicios de Internet están presentes y disponibles al público pero la anchura de banda de la red en la región de interés es limitada, los catálogos individuales pueden requerir apoyo para recolectar los metadatos desde sitios remotos en catálogos "espejos" o "cachés de metadatos". Un buen ejemplo de esto sería soportar el descubrimiento regional de los datos mediante varios servidores en ubicaciones distintas cuyas conexiones son lentas. Si cada catálogo divulgó sus metadatos en un directorio accesible por red, un programa rastreador o recolector podría recuperar e indexar los metadatos de otros sitios en un índice regional o duplicado. En Estados Unidos se está mostrando esta metodología para proporcionar un punto de acceso sincronizado único a los metadatos que se buscan en un número de sitios de pequeño a moderado. Observe que aún esto sugiere que la propia colección combinada sigue detrás de un servidor en interfaz común, pero potencialmente se requieren menos servidores permanentes en esta arquitectura. Al final de este diseño se podrían prever unos cuantos recipientes grandes de metadatos con interfaces de búsqueda comunes. La inquietud primaria sobre la

escalabilidad de esta perspectiva incluye soportar índices extremadamente grandes de metadatos investigables y la sincronización de los índices con metadatos y datos mantenidos en forma remota. No es probable que esta visión se escalaría para soportar una recolección global única de los metadatos usando las tecnologías actuales, aunque los motores de búsqueda de la red mundial sean capaces de tales búsquedas pero carecen de una conciencia geográfica.

En ambientes donde proveedores de datos y clientes tienen acceso a las computadoras pero no así a redes confiables, la creación de los medios CD-ROM o DVD con metadatos investigables (y quizás incluso los datos) es otro mecanismo de extensión. La creación de medios digitales con metadatos y datos será de un beneficio mayor donde se siguen los enfoques comunes de metadatos y datos, y se podría colocar un catálogo (software y datos) en los medios para disminuir el costo del despliegue donde ya existen catálogos.

Estas alternativas deberían verse como enfoques que complementan las recomendaciones de los servicios de catálogo en este Capítulo hasta ese tiempo, ya que la información es accesible para la mayoría de los clientes probables por medio de Internet. El empleo de los servicios de catálogo permitirá de inmediato el uso internacional, académico, comercial y gubernamental de esa información para asuntos de análisis regional.

Pasarelas de catálogos y desarrollo de la interfaz de acceso

Dentro de una determinada comunidad geográfica o basada en una disciplina, existirá la necesidad de construir capacidades de búsqueda pertinentes que faciliten la búsqueda intuitiva a través de varios servidores. Este problema se puede dividir en dos partes vinculadas que deben interrelacionar: una interfaz de usuario (Interfaz de Búsqueda y Presentación, fig. 4.2) y un distribuidor de consultas (Portal y Pasarela del Catálogo, fig. 4.2). Cuando se realiza en Internet, estas funciones se pueden desplegar lógicamente en diferentes ubicaciones, aunque tienden a acoplarse en soluciones de búsqueda con base en el servidor o en el cliente.

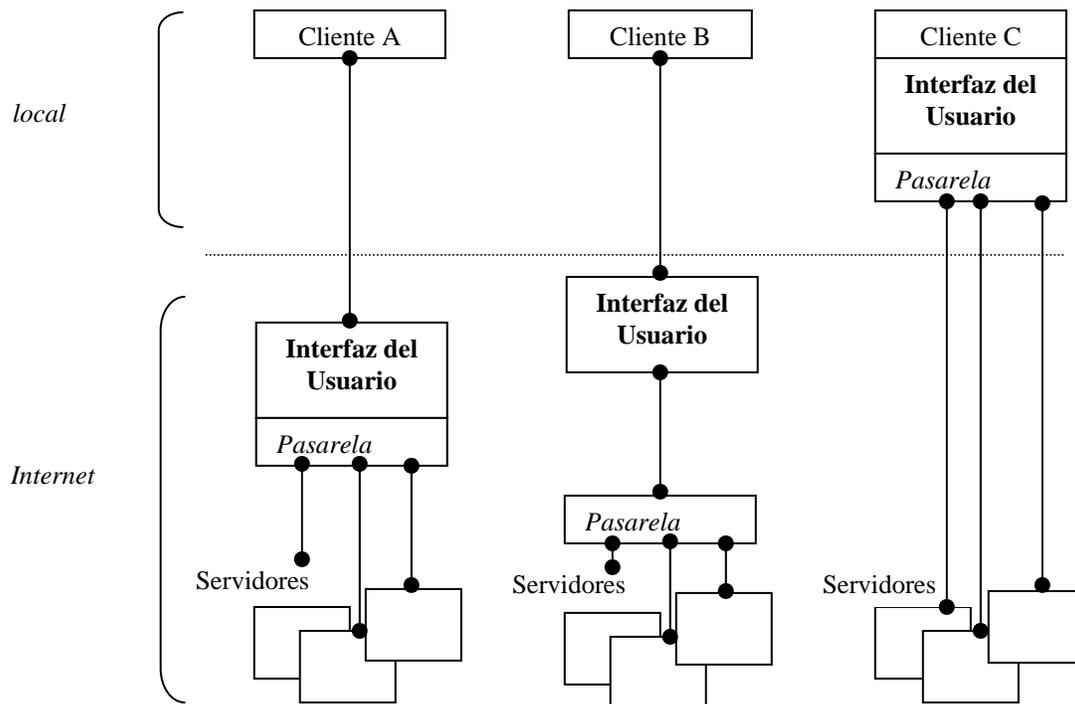


Figura 4.3. Opciones de configuración para Pasarela e Interfaces de Usuario al Catálogo Distribuido

En la Figura 4.3, se muestran las posibles configuraciones de una pasarela de catálogo y la interfaz del usuario. El Cliente A accede a una interfaz de usuario que se baja (como formas o miniprogramas) desde un

anfitrión en Internet que también maneja conexiones múltiples hacia los servidores. El cliente B accede a una interfaz de usuario desde una ubicación diferente de la pasarela que sustenta la construcción de las interfaces de usuario adaptadas para una comunidad. El cliente C es una aplicación "de escritorio" del lado del cliente completamente autónoma, e incluye la interfaz del usuario y las capacidades de consulta distribuidas para la conexión directa a servidores remotos. Lo que se desconoce en este diagrama es la dependencia o la referencia a un registro o Directorio de Servidores, como se muestra en la Figura 4.2, mismo que se explica en la siguiente sección. Los tres estilos de interacción se utilizan en varias IDE. Como todos dependen de servidores de catálogo distribuidos, los tres enfoques son compatibles por completo.

Se sabe de dos estilos de interacción en las interfaces de búsqueda de la red mundial que se aplican igualmente bien al acceso de catálogos distribuidos. El primer estilo es la **consulta**, en la que el usuario especifica los criterios de búsqueda usando interfaces de sencillas a avanzadas. El segundo estilo es una interfaz de **presentación**, en la que se muestran al usuario categorías de información y selecciona rutas o grupos, con frecuencia en forma jerárquica, para cruzarlos.

El método de búsqueda para interactuar con los catálogos distribuidos puede proporcionar una precisión adicional para usuarios avanzados en la selección de datos espaciales de interés. Se suele aplicar una iteración para descubrir los efectos que tienen las partes individuales de una consulta sobre el patrón de resultados recibidos. El método de presentación es muy atractivo para los usuarios principiantes que quieran navegar por referencias sin conocer las palabras o campos de búsqueda apropiados con anticipación. El desafío en la construcción y el soporte de un mecanismo navegador a través de una serie global de servidores es el trabajo que se necesita para la preparación y el apoyo de un vocabulario universal para clasificación y su jerarquía o espacio de palabras, conocido como ontología. Como este servicio se encuentra en la intersección de las distintas disciplinas de interés, la elaboración de un sistema único de clasificación resulta una tarea improbable y en extremo desalentadora. Los sistemas de clasificación inteligentes que corren externamente en series con redes neurales, probabilidades bayesianas y otras estimaciones de "contexto" tal vez estén disponibles en años venideros para ayudar a que los usuarios naveguen por una información geoespacial heterogénea.

Escenario de un caso de uso por consulta

1. Un usuario utiliza software cliente a fin de descubrir que existe un servicio de búsqueda de catálogos distribuido.
2. El usuario abre la interfaz del usuario y une los elementos de la consulta requeridos para restringir la búsqueda de información disponible.
3. La solicitud de búsqueda se pasa a uno o más servidores con base en los requisitos del usuario a través de una función de la pasarela. La búsqueda puede ser iterativa, repitiendo o refinando las consultas con base en nuevas interacciones con el usuario.
4. Se reciben resultados de cada servidor, se compaginan y se presentan al usuario. Los tipos de estilos de respuesta pueden incluir: una lista de "éxitos" en formato de título y enlace, un breve formateo de información, o una presentación completa de metadatos. La visualización de varios resultados también puede estar disponible por medio de un despliegue de ubicaciones de conjuntos de datos en una carta, agrupamientos temáticos o extensión temporal.
5. El usuario selecciona la entrada de metadatos pertinente por nombre o referencia, y selecciona el contenido de la presentación (breve, completa, otro) y el formato (HTML, XML, Texto, otro) para una revisión posterior.
6. El usuario decide si adquiere el conjunto de datos a través de ligas en los metadatos. Presionando sobre Localizadores de Recursos Uniformes integrados (URL), el usuario puede acceder directamente a ordenar en línea o a recursos que se pueden bajar, mientras que la información de distribución lista formas de acceso opcionales.

Un escenario de caso de uso por presentación:

1. Un usuario utiliza el software cliente a fin de descubrir que existe un servicio de búsqueda de catálogo distribuido. Lo anterior se puede hacer con una búsqueda de los recursos de la red mundial, un puntero guardado, una referencia de una página de consulta, o una referencia verbal.

2. El usuario abre la interfaz de usuario y selecciona los parámetros requeridos para reducir la búsqueda de información disponible con base en temas y asuntos, organizaciones, ubicación geográfica, u otros criterios. Por lo general, los parámetros se agrupan en jerarquías para que navegue el usuario.
3. Se presentan las solicitudes a cada servidor por un mecanismo de solicitud distribuida.
4. Los resultados de cada servidor se compaginan y se presentan al usuario. La forma de la organización de los resultados se controla con la interfaz del usuario y la colaboración de la pasarela para presentar un espacio uniforme de resultados.
5. El usuario selecciona la entrada de metadatos pertinentes por nombre o por referencia, y elige el contenido de la presentación (breve, completo, otro) y el formato (HTML, XML, Texto, otro) para una revisión posterior.
6. El usuario decide si adquiere el conjunto de datos por medio de las ligas en los metadatos. Con presionar en los Localizadores de Recursos Uniformes integrados (URL), el usuario puede acceder directamente a ordenar en línea o a los recursos que se pueden bajar, mientras que la información de distribución lista formas de acceso opcionales.

Registro de los servidores de catálogo

La naturaleza de los catálogos distribuidos requiere que en una comunidad se sepa de la existencia y las propiedades de cualquier catálogo que opera en esa comunidad. En apoyo a los conceptos de la IGDE, resulta aún más importante la necesidad de un directorio de servicios dinámico y completo, que incluya los servidores de catálogo. El concepto directorio de servidores permite que un operador individual de catálogos construya y registre los metadatos del servicio con una autoridad central. De ahí, este registro es un catálogo investigable por derecho propio, de manera que el software puede descubrir objetivos de catálogo oportunos con base en su extensión geográfica predominante, palabras descriptivas o clasificación, país de operación o afiliación organizativa, entre otras propiedades. Se han preparado listados nacionales de servidores de catálogo compatibles, pero el funcionamiento de una red mundial de servidores de catálogo dentro de la IGDE requerirá que se elabore y administre un directorio común de servidores para garantizar el contenido actualizado, la propiedad de distribución y la referencia autoritativa para los servidores.

Las características del directorio de servidores pueden incluir:

- Una entrada descriptiva por colección de servicio (servidor de metadatos).
- Facultad para que un donante contribuya o actualice un registro en el directorio.
- Facultad para validar el acceso a un servidor, según se haya anunciado.
- Acceso en línea del navegador del usuario hacia el servidor de metadatos.
- Acceso al software de búsqueda del servidor de metadatos.
- Manejo de los registros activos e inactivos, estadísticas de accesibilidad.

Varias actividades nacionales de catálogo distribuido facilitan los servicios de administración para metadatos a nivel del servidor y contienen las referencias para los servidores, sobre todo en su país. En la actualidad, la IGDE patrocina un directorio global de servidores de catálogo para que todos los países lo utilicen, con delegación de autoridad a los participantes de los países a fin de que administren y validen la información contenida para sus servidores (<http://registry.gsdi.org/registry>), pero no incluye la catalogación de todos los tipos de servicio en este momento. UDDI (*Universal Description, Discovery and Integration*: Descripción, descubrimiento e integración universal) (<http://www.uddi.org>) ofrece el potencial de un "registro empresarial universal" público, hospedado por IBM, Microsoft y SAP, que podría ser utilizado por los editores de las IDE para anunciar sus servicios. Se está investigando el uso de UDDI como un directorio de servicio para la IGDE.

Normas pertinentes

El catálogo distribuido de la IGDE se diseñó con una total confianza en las tecnologías y las normas existentes. Por ello, el software existente se puede reutilizar o adaptar para sustentar la información geoespacial sin que se tenga que invertir en nuevas tecnologías. Los esfuerzos clave de normalización en el acceso a los catálogos se encuentran en la ISO 23950, Protocolo de Búsqueda y Recepción, en la Especificación de Servicios del Catálogo del Consorcio *OpenGIS*, versión 1.0 y en las normas pertinentes o "recomendaciones" del Consorcio de la Red Mundial de Computadoras (W3C).

La ISO 23950, también conocida como ANSI Z39.50, es un protocolo de búsqueda y recepción desarrollado en un inicio en la comunidad bibliotecaria para acceder a catálogos virtuales. Las características clave del protocolo ISO 23950 incluyen:

- Sostén de los atributos de "campo" públicos registrados para una consulta en varios servidores donde pueden estar mapeados en atributos privados.
- Aplicación independiente de la plataforma sobre TCP/IP utilizando el protocolo de unidades codificadas de datos ASN.1.
- Habilidad para solicitar contenido (conocido como Conjuntos de elementos o grupos de "campos", como Breve o Completo) y formato de presentación (Sintaxis preferida, por ejemplo, XML, HTML, texto).
- Perfil GEO (metadatos geoespaciales) con una guía de aplicación registrada para los metadatos actuales de FGDC y ANZLIC, y pronto incluirán los elementos de metadatos de la ISO 19115.

El uso de un protocolo de consulta generalizado en ISO 23950 permite una migración de las formas nacionales de metadatos a formas futuras en desarrollo mediante consenso internacional en el Comité Técnico 211 de la ISO y su norma preliminar para metadatos, 19115. Aun cuando cambie la norma para metadatos, el Perfil GEO especifica el significado de los campos de búsqueda en forma tal que se puedan mapear en varios esquemas de metadatos donde existen elementos compatibles. Según el Perfil GEO, se pueden obtener los metadatos internacionales a través de colecciones en el Reino Unido, Estados Unidos, África, Canadá, América Latina y Australia en una búsqueda única, a pesar de que existan diferentes modelos de metadatos locales subyacentes.

El Consorcio *OpenGIS* publicó una Especificación de Servicios de Catálogo en 1999 donde se proporciona un modelo general para el descubrimiento de datos geoespaciales mediante un catálogo que contiene: servicios de administración, descubrimiento y acceso de datos. Para su aplicación, estos servicios generales se describen en los ambientes OLEDB, CORBA y ANSI Z39.50 (ISO 23950). Las funciones de administración incluyen la capacidad para especificar interfaces para creación, entrada, actualización y eliminación de entradas de metadatos en un catálogo. Las funciones de descubrimiento abarcan la habilidad para buscar y recibir entradas de metadatos desde un catálogo con referencias contenidas dentro de metadatos formales para un acceso de datos en línea, donde se encuentre disponible. Las funciones de acceso soportan el acceso extendido a los datos espaciales y su solicitud, con base en referencias establecidas en los metadatos. Sólo las funciones de descubrimiento se consideran obligatorias en las aplicaciones de Servicios de Catálogo; se proporciona una guía para la aplicación de la administración y el acceso opcionales (en realidad, solicitarlos) en formas interoperables.

En la reunión del OGC en Southampton, Reino Unido, se presentó y se demostró una propuesta de servicios de catálogo comunes construida en el modelo de búsqueda y recepción esencial de la ISO 23950. Las especificaciones de aplicación iniciales en la Versión 1.0 de la Especificación de Servicios de Catálogo fueron presentadas para CORBA, OLEDB e ISO 23950. La búsqueda paralela distribuida en estos diferentes protocolos se demostró por medio de un software de pasarela disponible en el comercio.

En la versión 2.0 de la Especificación de Servicios de Catálogo del OGC, se publicó un Enlace de Protocolo HTTP basado en la red mundial para búsqueda en Catálogo. Las actividades del Banco de Pruebas del OGC han mostrado la popularidad del enfoque basado en HTTP para los servicios de catálogo que aún aplica los preceptos básicos de la ISO 23950. Conocido comúnmente como el "Catálogo Apátrida" y el "Servicio de Registro de la Red Mundial", este enlace de protocolo será conocido como "Servicio de Catálogos, Red Mundial (CS-W)" y complementará los enlaces CORBA e ISO 23950 definidos en la Versión 1.1.1.

La Organización Internacional de Normalización (ISO) tiene un Comité Técnico, TC 211, dedicado a la normalización de conceptos abstractos relacionados con los datos geoespaciales, los servicios y el campo geomático en general. La Norma Internacional para Metadatos (ISO 19115) proporciona un vocabulario y una estructura completos para metadatos que deberán usarse para caracterizar los datos geográficos. La Especificación Técnica ISO 19139 acompañante define la codificación para estos metadatos. El desarrollo de los perfiles nacionales y orientados a una disciplina de ISO 19139 facilitará el intercambio de información usando semántica y sintaxis comunes.

El Consorcio de la Red Mundial de Computadoras (W3C) es un grupo de organizaciones de ejecución interesadas en el desarrollo de especificaciones comunes, conocidas como "recomendaciones" para un soporte amplio en la red. Un grupo clave de recomendaciones y temas de trabajo se enfoca en el Lenguaje Extensible de Marcación (XML), lenguaje de marcación articulado para la codificación del contenido estructurado de la información. Los temas adjuntos incluyen la actividad del Esquema XML, que trabaja en la definición de los tipos de esquema y datos para documentos XML y Consulta XML, en el presente como una actividad de diseño para una sintaxis de solicitud para documentos estructurados en XML. La Recomendación XML 1.0 es ahora de uso general, y se ve como una aplicación más amplia en el campo del software geográfico, como un medio cada vez más rico para codificar y transferir información estructurada de todos los tipos. El Esquema XML fue aprobado recientemente por el W3C y soporta una validación más rigurosa de los archivos XML.

Enfoque de aplicación

El desarrollo operativo de servicios del catálogo distribuido ha tenido lugar en varios países, incluyendo Estados Unidos, Canadá, México, Australia y Sudáfrica, como ejemplos primarios. Los sistemas de software utilizados para poner en práctica la ISO 23950 y los servicios basados en la red se han desarrollado durante mucho tiempo mediante apoyo gubernamental, que ha resultado tanto en soluciones de código abierto como de software comercial. La evolución de protocolos y prácticas industriales son difíciles de pronosticar, pero en esta sección se presenta una revisión de las soluciones disponibles.

Consideremos un escenario técnico de caso de uso para acceso a un catálogo distribuido:

Un Usuario utiliza un software cliente para descubrir que existe un servicio de búsqueda de catálogo distribuido. Esto se puede hacer mediante una búsqueda de recursos de la red, un marcador guardado, una referencia de una página de consulta, o una referencia verbal.

El Usuario abre la interfaz del usuario y ensambla los parámetros requeridos para reducir una búsqueda de información disponible.

La solicitud de búsqueda se pasa a uno o más servidores según los requerimientos del usuario a través de un servicio de pasarela. La búsqueda puede ser iterativa, repitiendo o refinando consultas basadas en nuevas interacciones con el usuario.

Los resultados regresan de cada servidor y son compaginados y presentados al Usuario. Los tipos de estilos de respuesta pueden incluir: una lista de "éxitos" en formato de título y de liga, un formateo breve de la información, o una presentación completa de los metadatos. La visualización de los resultados múltiples también está disponible por medio del despliegue de la ubicación del conjunto de datos en un mapa, agrupamientos temáticos o extensión temporal.

El usuario selecciona la entrada de metadatos pertinente por nombre o referencia, y selecciona el contenido de la presentación (breve, completo, otro) y el formato (HTML, XML, Texto, otro) para una revisión posterior.

El usuario decide si adquiere el conjunto de datos mediante ligas en los metadatos. Con presionar en los Localizadores de Recursos Uniformes (URL), el usuario puede acceder directamente a ordenar en línea o bajar recursos, mientras que la información de distribución lista formas alternas de acceso.

El Catálogo Distribuido se aplica con una arquitectura de software con varias filas e incluye una fila de cliente, una fila intermedia o pasarela y una fila de servidor, como se muestra en la figura 4.4.

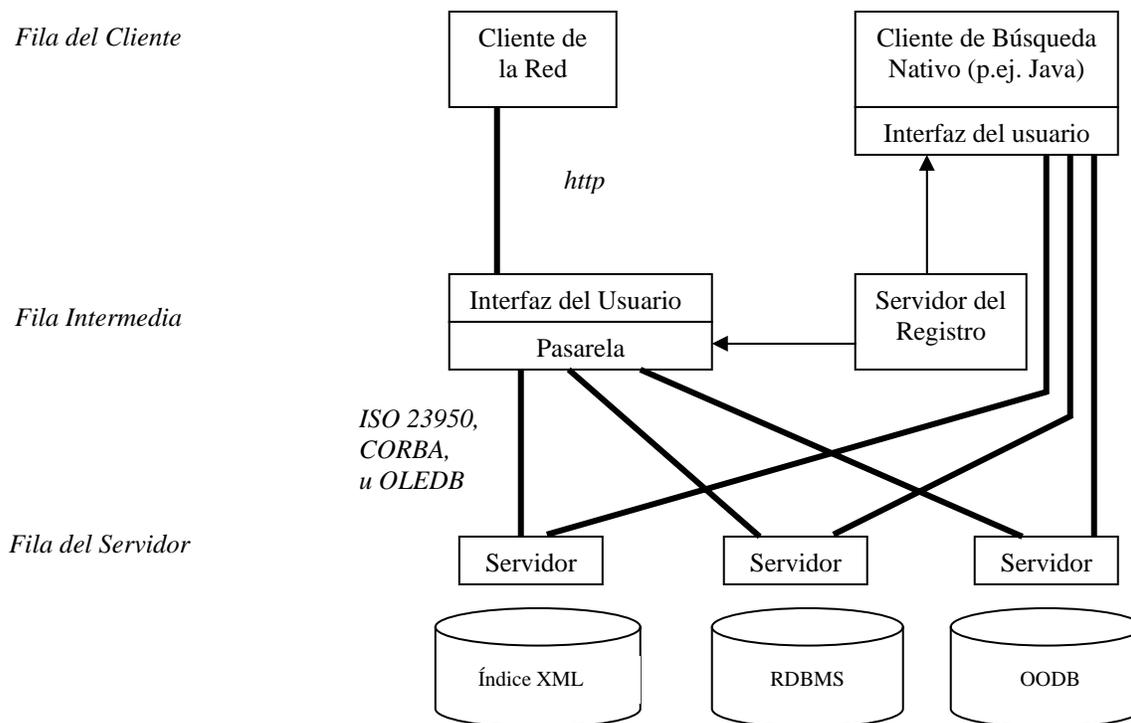


Figura 4.4. Vista de la aplicación de los servicios de catálogo distribuido

La fila del cliente se realiza por medio de un navegador tradicional de la red o una aplicación de búsqueda nativa para el cliente. El navegador de la red usa comunicaciones de Protocolo de Transferencia de Hipertexto convencional (HTTP: *HyperText Transport Protocol*), mientras que el buscador nativo del cliente utiliza el protocolo de la ISO 23950 directamente frente a un conjunto de servidores. También es posible desintegrar esta arquitectura de filas múltiples en dos hileras, donde una fila intermedia sea funcional para el cliente.

En la arquitectura, la fila intermedia incluye una pasarela de protocolo de la red mundial a los servicios de catálogo. Una pasarela convierte efectivamente un HTTP POST o petición GET en varios clientes del servicio de catálogo que corren en serie o en paralelo. Las soluciones de pasarela proporcionan una búsqueda distribuida paralela de múltiples servidores de catálogo a partir de una sesión en red de un cliente único. En la actualidad, se han instalado pasarelas en Estados Unidos, Canadá, México, Sudáfrica y Australia para proporcionar puntos de acceso regionales. Las formas e interfaces instaladas en cada sitio son idénticas y cada anfitrión realiza búsquedas paralelas en todos los servidores. Para rastrear una gran cantidad de servidores de Catálogo Distribuido, también se debe manejar una lista de servidores conocidos compatibles llamada Directorio o Registro de Servidores. Este servicio contiene metadatos del servidor o de la colección que se pueden buscar como un catálogo especial. En esta forma, se puede realizar una búsqueda inteligente de servidores elegibles en un paso, en lugar de que el usuario seleccione servidores de una lista, o que todas las consultas tengan que pasar a todos los servidores.

En la fila inferior de la arquitectura de servicios están los servidores de catálogo. Se puede acceder a estos servidores usando el Perfil GEO del protocolo de la ISO 23950, aunque también existen aplicaciones CORBA. El Perfil GEO de la ISO 23950 está disponible para los aplicadores en la comunidad geoespacial como un conjunto extendido de los campos bibliográficos tradicionales que se pueden buscar. GEO incluye coordenadas geoespaciales (latitud y longitud) y campos temporales, además de texto libre (por ejemplo, búsqueda de la palabra en cualquier lugar en la entrada de metadatos). Los servidores de la ISO 23950 se

pueden implementar sobre bases de datos en documentos XML, objeto relacional o sistemas de bases de datos relacionales, donde se almacenan los metadatos estructurados para su búsqueda y presentación.

Se seleccionó el protocolo de la ISO 23950 para utilizarlo en el Catálogo Distribuido por varias razones. Primero, la comunidad de servicio de catálogo de la biblioteca tenía software y especificaciones pertinentes que se podrían mejorar para una búsqueda geoespacial. Al adoptar términos compatibles, los catálogos de bibliotecas se pueden buscar con catálogos GEO. Segundo, el protocolo de la ISO 23950 sólo especifica el comportamiento entre el cliente y la búsqueda, y no las estructuras de datos nativos o el lenguaje de consulta usados para manejar los metadatos detrás del servidor. La abstracción de la consulta permite considerar una consulta pública en campos "bien conocidos" que se pueden traducir en cada servidor en equivalentes locales. Esto permite mantener las estructuras de bases de datos y nombres actuales, pero soporta el acceso opcional mediante esta "vista" pública geoespacial, expresada en la representación de informe de XML o HTML. Esta funcionalidad común de búsqueda a través de cientos de servidores es un requisito previo para la búsqueda distribuida. Permite la autonomía local de la administración de la base de datos, pero soporta una búsqueda integrada. Tercero, el protocolo es independiente de la plataforma de cómputo. Existen clientes y servidores de búsqueda de la ISO 23950 para diferentes tipos de plataformas UNIX y Windows, y librerías Java disponibles para programación adicional de clientes y servidores.

En esta separación entre campos de búsqueda de metadatos locales y públicos se ha considerado la búsqueda en la ISO 23950 de diferentes tipos de colecciones de metadatos que sostienen el Perfil GEO, aun cuando tal vez no soporten el mismo modelo de metadatos. Por ejemplo, los metadatos del Consejo de Información del Suelo de Australia y Nueva Zelanda (ANZLIC: *Australia and New Zealand Land Information Council*) contiene diferentes nombres de marcas con respecto a los metadatos del FGDC de Estados Unidos. Por medio de tablas de traducción comunes en el servidor, la búsqueda en el campo de ANZLIC "*Data Set Name*" se asocia con "*Title*" (la consulta lo etiqueta como atributo número 4) en los campos públicos registrados. Como resultado, los servidores de los catálogos australianos se pueden buscar en las pasarelas del Centro Distribuidor del FGDC, pero se reciben registros de metadatos con una estructura distinta. La misma perspectiva se podría aplicar a otros servicios comunitarios de metadatos, como los que se utilizan en los archivos del Formato de Intercambio de Directorio (DIF: *Directory Interchange Format*) usados en las disciplinas de cambio espacial y global o de otras normas de metadatos con contenido similar. Idealmente, los formatos de metadatos deberían entregarse en una estructura tal que se pudiera convertir o traducir para una presentación congruente, incluso si vienen de comunidades distintas. El Lenguaje Extensible de Marcación y el software traductor está empezando a permitir la transformación de diferentes documentos XML en distintos esquemas.

Servidor de catálogo y desarrollo del servicio

Para fomentar la participación extendida en el Centro Distribuidor, se desarrolló un software para el servicio de catálogo bajo la dirección del FGDC y otras organizaciones coordinadoras en el mundo. Existen aplicaciones de referencia del software que proporcionan un ejemplo gratuito o económico de la administración de los metadatos y el servicio de Catálogo Distribuido que se puede aplicar rápidamente. Los diseñadores de software también lo pueden usar como referencia para probar por anticipado la funcionalidad y la interoperabilidad, y elaborar productos con valor agregado.

Un servicio de catálogo que participa en un catálogo distribuido deberá cubrir los siguientes requisitos:

- Soportar un protocolo normado (de preferencia la ISO 23950) para búsqueda y recepción en un servidor accesible por Internet. Cuando estén disponibles pruebas de conformidad para los perfiles de Servicios de Catálogo del OGC, los servidores deberán estar certificados como: cumple con el *OpenGIS* (a febrero de 2000, no existe metodología para la prueba de conformidad).
- Estar ligado a un sistema indexado de administración de metadatos que soporte consultas con varios campos en tipos de texto, numérico y de datos extendido (por ejemplo, una caja limitante), y construcciones AND y OR, y que pueda regresar entradas estructuradas en tal forma que sean o se puedan convertir en un informe solicitado en HTML, XML y texto. Puede ser una base de datos relacional, relacional de objetos, o XML; incluso una solicitud a un catálogo remoto para ejecutar servicios de catálogo en cascada.

- Capacidad para traducir campos públicos y estructuras de atributos a nombres y estructuras usados en el sistema de administración de metadatos con un vocabulario nacional o internacional (ISO 19115, cuando se tenga disponible).
- Capacidad para agregar, actualizar o borrar entradas de metadatos en el sistema de administración de metadatos.

Aplicaciones de software disponibles

El paquete del software Isite es una aplicación de referencia del servidor de Catálogo que incluye una base de datos del documento XML y un servidor ISO 23950 que soporte el Perfil GEO para usarse en las plataformas Windows y UNIX. El Comité Federal de Datos Geográficos de E.U. es uno de los varios patrocinadores que siguen apoyando el desarrollo de este código de software abierto. Isite soporta tipos de documento acordes con ANZLIC (Australia y Nueva Zelanda), Formato de Intercambio de Directorio (DIF: *Directory Interchange Format*), Norma de Contenido para Metadatos Geoespaciales Digitales del Comité Federal de Datos Geográficos (FGDC) y las interpretaciones de las normas preliminares de ISO 19115 y 19139; el paquete se utiliza en varios países que sustentan estas normas de contenido.

En la actualidad, se encuentran disponibles en el mercado varios servicios de catálogo comerciales que sostienen el Perfil de la Red de la Especificación de Servicios de Catálogo del Consorcio *OpenGIS* Versión 1.0 mediante la ISO 23950. En el sitio de la red del Comité Federal de Datos Geográficos (<http://fgdc.gov/clearinghouse>) se encuentran ligas a soluciones comerciales conocidas. Cuando se publique la Versión 2.0 de la especificación de Servicios de Catálogo del OGC y estén disponibles las metodologías de pruebas de conformidad, también se listará el software validado que cumple con el OGC en el sitio de la red de *OpenGIS* (<http://www.opengis.org>).

Pasarela del catálogo y desarrollo de la interfaz de acceso

Como se representa en las Figuras 4.3 y 4.4, con frecuencia hay necesidad de un intermediario que proporcione la integración de una aplicación para un usuario final. Conocidos como "servidores de aplicación" o software intermedio, estos anfitriones permiten el almacenamiento, la construcción y la descarga de interfaces de usuarios a usuarios finales y se comunican simultáneamente con varios servidores de catálogos: una hazaña no soportada por muchos navegadores de la red debido a las definiciones de seguridad.

Los sistemas de software, como servidores de aplicación, que integran búsqueda de catálogo y otras funciones de SIG y de mapeo, se benefician con el diseño comunitario de los paquetes de desarrollo de software (SDK: *software development kits*) basados en normas. Los SDK pueden proporcionar librerías de cliente y servidor para búsqueda de catálogo y otros servicios basados en interfaces comunes. Por medio de la arquitectura de componentes, los SDK facilitan el desarrollo de software avanzado al combinar partes de software apropiadas según sea necesario, y reducir la necesidad de que un programador tenga que aprender las complejidades de un cierto servicio.

Una aplicación de pasarela de referencia de la Red Mundial de Computadoras basada en UNIX para diversos objetivos de la ISO 23950 está disponible para uso no comercial en IndexData de Dinamarca, y se conoce como ZAP (<http://www.indexdata.dk>). Una librería cliente de programación basado en Perl para ISO 23950 también se encuentra disponible en el Centro de Investigación Conjunta (*Joint Research Centre*) en Italia (<http://perlz.jrc.it/download>). Un módulo de búsqueda distribuido basado en Java para varios objetivos de la ISO 23950 de los servidores comunes de la red también está acreditado como software abierto por parte del FGDC de E.U., ya que es una librería Java cliente.

Registro de servidores de catálogo

La operación de una red en crecimiento de servidores de catálogo distribuido requiere que se administre la información a nivel de servidor en una ubicación central. Este servidor de registro, que se muestra en la Figura 4.4, aloja esencialmente al servidor o los metadatos de colección para búsqueda, recepción y uso en la consulta distribuida. En esta forma, se puede hacer una búsqueda primero del registro de servidores a fin de identificar a los servidores candidatos para el objetivo de la consulta, como un intermediario; el registro envía la lista de objetivos probables según algunos criterios como extensión geográfica o temporal, y otros límites

de búsqueda. Un registro facilita en gran medida la escalabilidad de una red nacional, regional o mundial de catálogos.

En el contexto de la IGDE, se requiere un registro coordinado de servicios de catálogo (y otros). Si todos los catálogos se incluyeran en un registro distribuido y común parecido al funcionamiento del Sistema de Nombre de Dominio (DNS: Domain Name System), se habilitaría la resolución de anfitriones apropiados de la información geoespacial a nivel mundial.

La IGDE alberga un registro global e investigable de servidores de catálogo que usan Isite alimentado por XML generado de una Base de Datos de Acceso. Se deberán registrar aquí todos los catálogos geoespaciales acordes a los perfiles de metadatos FGDC, ISO o ANZLIC. Éste se reemplazará con una solución conforme con el Catálogo *OpenGIS* que sustenta los metadatos de ISO en años futuros (<http://registry.gsdi.org/registry>). Se propone un registro coordinado entre Estados Unidos y Canadá a través de un acuerdo de agencias entre la Secretaría FGDC e IGDE y Geomática de Canadá como modelo para otros países para continuar la administración y la coordinación de sus propias entradas de catálogo nacional con el sistema global.

Recomendaciones

- **Los autores del Recetario recomiendan que las organizaciones publiquen sus metadatos con base en la Especificación de Servicios de Catálogo del Consorcio *OpenGIS*.**

El uso de esta especificación, y un Perfil de la red en particular (ISO 23950), ha aumentado el soporte proveniente de las actividades del localizador de información en la red. El software de aplicación de referencia existente facilita la participación de las organizaciones a muy bajo costo; las aplicaciones comerciales permiten que las organizaciones incrementen sus colecciones y sus aplicaciones.

- **Los autores del Recetario recomiendan que los participantes incluyan sus servidores de catálogo en el registro coordinado de la IGDE para los servicios de catálogo geoespacial.**

La operación del registro del servicio global no está dentro del alcance de una organización nacional o de un consorcio como el *OpenGIS*. La IGDE es una coordinadora lógica para ese registro de servicio y proporciona un foro de políticas para fallar sobre las políticas asociadas con ese registro. Al colocar las referencias de catálogo en ese sistema, se pueden descubrir en un contexto transnacional. Se prevé que la guía para usar la UDDI pública como directorio de servicios geoespaciales será un siguiente paso en la coordinación del descubrimiento de los servicios globales.

Referencias y ligas

Catalog Services Specification Version 1.1.1, 2002, Open GIS Consortium,
(<http://www.opengis.org/specs/?page=specs>)

Z39.50 International Standard Agency Home Page, (<http://lcweb.loc.gov/z3950/agency>)

Capítulo Cinco: Visualización de los datos geospaciales: Mapeo por la Red Mundial de Computadoras

Colaboradores: Steve Blake, Australia; Frank Lochter, Alemania; Allan Doyle, E.U.

Introducción

En este capítulo se documentan los conceptos sencillos y las herramientas del mapeo por la Red Mundial de Computadoras que permiten visualizar la información geoespacial de diferentes organizaciones y servidores de la Red. Además, se examinan los enlaces con el Capítulo Cuatro: Catálogos de Datos Geospaciales. Se comentan las mejores prácticas actuales que se relacionan con el mapeo en línea, así como el progreso del Programa de Interoperabilidad (IP: *Interoperability Program*)² del Consorcio *OpenGIS* (OGC) para llevar a cabo el sueño de la verdadera interoperabilidad y difusión de una especificación de mapeo por la red que sea adoptada y promulgada por los distribuidores.

Con respecto a estos deseos:

- ¿Quiere ver su información en un mapa en línea? ¿Tal vez como una vista sencilla (un mapa a la vez) o superponer capas de distintas fuentes para producir un mapa en la pantalla de su computadora según las necesidades del cliente?
- ¿Quiere exponer en la red mundial una capa del mapa desde su SIG local o sistema de procesamiento de imágenes para que otros la vean? ¿Quiere proporcionar vistas de sus metadatos de manera que sus clientes puedan descubrir los datos o el producto de los cuales es usted responsable?

Si la respuesta a estas preguntas es sí, quizá esté interesado en el Mapeo por la Red Mundial de Computadoras.

Contexto y fundamento

El surgimiento de Internet y, específicamente, de la Red Mundial de Computadoras (WWW) ha creado expectativas con respecto a tener un acceso ágil a la información geoespacial en la Red a través de un navegador común. El Mapeo por la Red incluye la presentación de mapas de propósito general para desplegar las ubicaciones y las situaciones geográficas, así como las herramientas del mapeo interactivas más sofisticadas y acordes a las necesidades del cliente. La intención del Mapeo en línea o por la Red es representar la información espacial rápida y fácilmente para la mayoría de los usuarios, que sólo necesiten habilidades para leer el mapa. Los servicios de mapeo se pueden encontrar por medio de directorios en línea que sirven para dar información de los *datos espaciales* (por medio de los metadatos) y de los *servicios* (por ejemplo, la especificación preliminar de los *Servicios de Catálogo del OGC*). De hecho, los servicios de mapeo suelen utilizarse para ayudar a los usuarios en los sistemas de búsqueda geoespacial, donde se muestra el contexto geográfico y la extensión de los datos pertinentes frente a los datos de referencia del mapa básico.

El Mapeo por la Red implementado como un conjunto de sistemas propietarios funciona bien siempre y cuando con quien trate, tanto dentro de su organización como fuera de ella, utilice el mismo software propietario. Debido a esta obvia limitación particular, el Consorcio *OpenGis* desarrolló un método de mapeo por red no propietario que se basa en el concepto de interoperabilidad. El tema de este capítulo no es el complejo SIG en línea, sino los sencillos conceptos y las herramientas de mapeo por la red, es decir parte del servicio de representación para mostrar la información espacial en línea cuando ésta proviene de varios servidores de datos discretos y mapas (por lo común de diferentes organizaciones).

² El Programa de Interoperabilidad del OGC comenzó como el Banco de Pruebas del Mapeo por la Red Mundial de Computadoras o WMT (*Web Mapping Testbed*) del OGC. Desde entonces se ha extendido para abarcar diversas actividades y se le suele conocer como IP 2000 o IP 2001, etc., dependiendo del año en que se realice la actividad.

Actividades del *OpenGIS* en el Mapeo por la Red Mundial de Computadoras

El surgimiento repentino del mapeo por la red en los últimos años (compárese con *GIS Online: Information Retrieval, Mapping, and Internet*, de Brandon Plewe, OnWord press; ISBN: 1566901375) se demuestra en la perspectiva de la *interoperabilidad* mantenida por las iniciativas del *Programa de Interoperabilidad* del Consorcio *OpenGIS*. En el OGC, los usuarios especialistas en SIG y tecnología del mapeo por red trabajan con los distribuidores de software SIG, de imágenes de la Tierra, de software de base de datos, de computadoras e integradores, y otros proveedores de tecnología para acordar sobre los detalles técnicos de las interfaces abiertas del mapeo por la red que permiten que estos sistemas trabajen unidos en la Red.

El consenso entre los distribuidores en el Banco de Pruebas del Mapeo por la Red del OGC ha creado formas para que los distribuidores escriban el software que permite a los usuarios superponer de inmediato y operar sobre vistas de los datos de la carta temática digital desde distintas fuentes en línea, aunque con diferente software de los distribuidores. Este Banco de Pruebas entregó, entre otras especificaciones, un conjunto de interfaces comunes para dar parte de unos cuantos comandos y parámetros básicos que habilitan superpuestos automáticos. Este conjunto de interfaces se conoce como Especificación de la Implementación de Interfaces del Servidor de Mapas por la Red Mundial de Computadoras³ de *OpenGIS*® y fue desarrollado por más de 20 organizaciones participantes. Se encuentra disponible un recetario detallado sobre la implementación del WMS en el OGC: <http://www.opengis.org/resource/?page=cookbooks> .

Las especificaciones del Servidor de Mapas en la Red Mundial de Computadoras (WMS: *Web Map Server*) ofrece una forma de habilitar la superposición visual de información geográfica compleja y distribuida (mapas) simultáneamente, en Internet. Además, otras especificaciones del OGC permitirán compartir los servicios de geoprocésamiento, como una transformación de coordenadas, en la WWW (revise el Capítulo Siete). Los diseñadores de software y los integradores que desarrollan software para mapeo por la red o que buscan integrar estas capacidades en sistemas de información para fines generales pueden añadir estas interfaces de mapeo a su software.

"Mapeo por la Red" se refiere, como mínimo, a las siguientes acciones:

- Un Cliente solicita uno o más Registros de Servicio (con base en la *Especificación de Servicios de Catálogos* del *OpenGIS*) para descubrir el URL de los Servidores de Mapas por la Red que contienen la información deseada.
- Los Registros de Servidores regresan los URL y también información sobre métodos con los que se puede acceder a la información encontrada en cada URL.
- El cliente localiza uno o más servidores que contienen la información deseada y los llama simultáneamente.
- Tal como lo ordenó el cliente, cada Servidor de Mapas accede a la información que solicitó y la retorna de manera conveniente para su despliegue en una o más capas de un mapa formado por muchas capas.
- Los Servidores de Mapas proporcionan al Cliente (o clientes) la información lista para despliegue, quien(es) a su vez la despliega(n). Los Clientes pueden mostrar la información proveniente de muchas fuentes en una sola ventana.

Las Especificaciones del Mapeo por la Red del *OpenGIS* presentan el cómputo básico de la red, acceso a imágenes, despliegue y capacidades de manipulación. Es decir, especifican los protocolos de solicitud y respuesta para las interacciones abiertas de clientes en la red y servidor de mapas. La primera de estas especificaciones, que se describe más adelante, es el producto del exitoso Banco de Pruebas del Mapeo por la Red del OGC. Se complementan las especificaciones del *OpenGIS* ya disponibles, como Rasgos Sencillos y Servicios de Catálogos, así como normas ISO para metadatos para proporcionar la base con la que se

³ La última versión (1.1.1) de la especificación del Servicio de Mapas por la Red Mundial de Computadoras del OGC se puede encontrar en <http://www.opengis.org/docs/01-068r2.pdf> .

construirá un ambiente abierto cada vez más robusto para el mapeo por red. Las subsiguientes iniciativas de interoperabilidad (IP 2000 e IP 2001) han definido los Servicios de Rasgos por la Red, los Servicios de Cubrimiento por la Red y las extensiones a los Servidores del Mapeo por la Red que permiten un mayor grado de control sobre la simbolización⁴.

La Especificación WMS 1.1.1 define tres interfaces que soportan el Mapeo por la Red: **GetMap**, **GetCapabilities** y **GetFeatureInfo**; se demostraron en la conclusión de la Fase 1 (mayo a septiembre, 1999) del Banco de Pruebas del Mapeo por la Red y se liberaron al público en abril de 2000. **GetMap** (Obtener el mapa) especifica los parámetros de solicitud del mapa que permiten que varios servidores produzcan diferentes capas del mapa para un sólo cliente. **GetCapabilities** (Obtener las capacidades) explica qué puede hacer un servidor de mapas (para que los integradores sepan qué pedir). **GetFeatureInfo** (Obtener la información de los rasgos) especifica cómo pedir más información sobre los rasgos del mapa.

Estas interfaces proporcionan un alto nivel de abstracción que esconde el "levantamiento pesado" en el escenario del Mapeo por la Red. Este levantamiento incluye encontrar servidores remotos de almacenamiento de datos, solicitar datos a los mismos en estructuras definidas específicas, agregar símbolos de manera inteligente, cambiar sistemas de coordenadas y recuperar información lista para desplegarse en el cliente: todo en cuestión de segundos.

Los servidores compatibles con la WMS 1.1.1 del *OpenGIS* habilitarán sitios geográficos de la Red y dispositivos móviles para nuevas y diversas aplicaciones de tecnología geoespacial. Considere cualquier dominio de aplicación que se lista más adelante. Dondequiera que los compradores de la tecnología hayan decidido no limitar a sus usuarios con una solución basada en pares sencillos de cliente distribuidor y servidor, estos usos de datos geoespaciales dependerán de las interfaces que conforman la Especificación de Interfaz del Mapa de la Red Mundial de Computadoras del *OpenGIS*:

- Emplazamiento de negocios, investigación de mercado y otras aplicaciones geográficas empresariales.
- Planificación para la instalación de cable, microondas y transmisión celular.
- Ingeniería civil.
- Educación y capacitación, enseñanza a distancia, colaboración de investigación multidisciplinaria.
- Bibliotecas, museos y galerías electrónicas.
- Servicios de emergencia en autopistas y sistemas de respuesta a emergencias 911.
- Control ambiental, global y local.
- Administración de servicios.
- Desastres, emergencias y manejo de crisis globales.
- Asistencia médica: telemedicina, mejor asistencia y más rápida para las víctimas rurales de traumas, control de pacientes, etcétera.
- Sistemas Inteligentes de Vehículos y Autopistas (IVHS: *Intelligent Vehicle Highway Systems*)
- Mantenimiento del propio contexto de la información y la conexión (red lógica personal) según se mueve uno en el espacio, enlazando los medios y la modalidad; ubicaciones electrónicas de mapeo de las direcciones hacia sus ubicaciones físicas; uso de los conceptos de espacio de alcance, ubicación y cercanía.
- Aplicaciones militares: supervivencia, planificación, entrenamiento, mando y control, logística y orientación.
- Mantenimiento y administración de obras públicas municipales.
- Descubrimiento, explotación y administración de los recursos naturales.
- Navegación.
- Agricultura de precisión (aplicación controlada, guiada con GPS, de nutrientes y sustancias químicas basadas en imágenes terrestres o muestreo automatizado de suelo o cosechas).
- Distribución de productos y optimización del almacenamiento.
- Seguridad pública: departamentos de incendios y de la policía.
- Recreación: excursión, canotaje, etcétera.
- Ciencia: investigación del clima, agronomía, biología, ecología, geología y otros.

⁴ El Descriptor de Estilo de Capas (SLD: *Styled Layer Descriptor*) define la simbología para los rasgos: <http://www.opengis.org/docs/02-070.pdf> . La Especificación de Contexto del OGC permite definir y reutilizar las capas seleccionadas en una interfaz de mapeo: <http://www.opengis.org/docs/03-036r2.pdf> .

- Supervisión de seguridad y respuesta a la intrusión.
- Navegación especial para ancianos y discapacitados.
- Planificación de la red de telecomunicaciones: comunicaciones móviles.
- Planificación del transporte.
- Planificación urbana y regional.
- Administración de recursos de agua.

Hay una reciente tendencia productiva dentro del OGC a utilizar Iniciativas de Interoperabilidad como el Banco de Prueba de Mapeo por la Red para producir con rapidez las Especificaciones del *OpenGIS*, en oposición con la creación de todas ellas mediante un proceso de comité tradicional. El IP2000, terminado a finales de 2000, se enfocó en la redacción y la publicación del mapa, integración de los datos gráficos y los elementos de los datos (leyendas, simbolización, etc.), clientes que pueden aprovechar la información codificada en XML, trabajo posterior en cuanto a servicios de catálogo y descubrimiento, y sobre el transporte de los datos codificados en XML en Internet.

Enfoque organizativo

El mapeo por la red proporciona la funcionalidad para ayudar a descubrir y visualizar la información espacial referida de los Sistemas de Servicios de Catálogos. Un Sistema de Servicio de Catálogo (ya descrito en el Capítulo 4) se aplica por medio del software de Internet que permite a los usuarios hacer el inventario, anunciar y acceder a los metadatos y a la información geoespacial asociada dentro de un marco global de servidores. En la Figura 5.1, se muestra un escenario de un cliente que accede al Catálogo (en la actualidad, en el catálogo se implementa un Registro de Servicios) para descubrir los datos y los servicios de mapeo en la red, y luego se piden y se despliegan los mapas desde diferentes servidores.

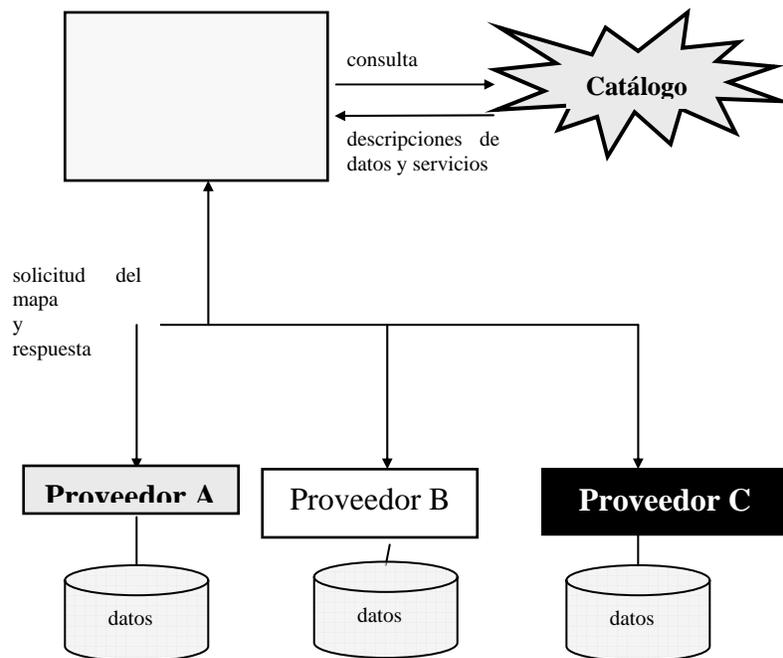


Figura 5.1. Interacción del cliente del mapa por la red con el catálogo y los servidores de mapas.

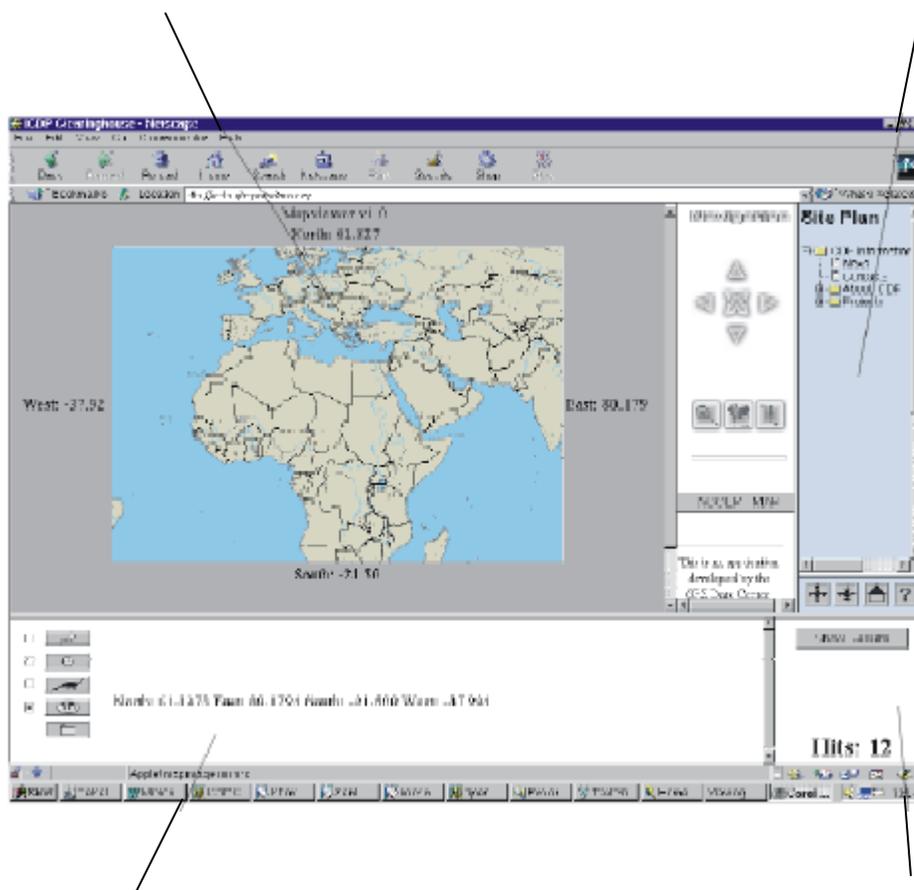
Un servicio de catálogo que únicamente proporciona referencias para los datos geoespaciales sería de utilidad para los especialistas en SIG y su software. Al desplegar mapas de información geoespacial, los usuarios ocasionales pueden interactuar con los datos espaciales y verlos, siendo que antes sólo estaban disponibles para los especialistas en SIG.

En la Figura 5.2, se muestra un ejemplo de una interfaz de usuario para un Sistema de Servicio de Catálogo. Se pueden construir muchas Interfaces Gráficas del Usuario (GUI: *Graphical User Interface*) para proporcionar acceso especial a las diferentes categorías del usuario. Todas las GUI deben utilizar los mismos acuerdos de protocolo para interactuar con el software del servidor de mapas.

El Marco del Mapa en la Figura 5.2 ilustra el valor de especificar la geometría limitante (recuadro o polígono) para la parte espacial de la consulta para la recuperación dentro del Sistema de Servicios de Catálogo. Las dimensiones típicas de la consulta incluyen valores espaciales, temporales, paleotemporales y temáticos. El usuario también tiene la opción de especificar determinados servidores, o buscar en todos los servidores registrados para los datos geoespaciales de interés.

Marco del Mapa

Marco de Navegación



Marco de Búsqueda

Marco de Aciertos

El Marco del Mapa también se puede utilizar para la presentación de la componente espacial de los metadatos en los mapas. La presentación de resultados en un Sistema de Servicios de Catálogo se puede instalar como una variable de búsqueda oculta para un procesamiento posterior, o como una Lista o Mapa en un navegador de la red para una presentación visual. La presentación resultante deberá estar dentro de la geometría limitante especificada por el usuario para la Consulta Espacial. Con frecuencia, a los usuarios les gusta interactuar con los objetos en los mapas. Les gusta tener enlaces de un objeto en un mapa con sus metadatos, y luego utilizan la liga en los metadatos para conectarse con los datos reales. Esto se puede hacer con la interfaz *GetFeatureInfo* de la especificación del Servidor de Mapas por la Red.

El éxito de este mapeo depende del uso de normas de metadatos congruentes (consulte el Capítulo Tres). Históricamente, se ha desarrollado y aplicado una gran variedad de normas para metadatos en las comunidades. Gracias a las contribuciones de muchas organizaciones de mapeo en el mundo, en 2003 se publicó la norma ISO 19115 para los metadatos. Con el tiempo, las organizaciones apreciarán el valor de migrar a un formato para metadatos congruente con la ISO, basado en la Especificación Técnica 19139 de ISO, de manera que se puede dar la búsqueda y el acceso a una escala global congruente de los datos geoespaciales para soportar el mapeo en línea.

Servidores de mapas

Para que el concepto de Mapeo por la Red tenga éxito, se debe establecer una serie de servidores de mapas verdaderamente interconectada casi global con protocolos comunes, sea que se encuentren en una red interna o externa, o en un escenario de Internet. En la Figura 5.3, se presenta una noción de ese tipo de red de servidores. Los servidores soportados en el mapeo por la red en línea estarán registrados en un Sistema de Servicios de Catálogo.

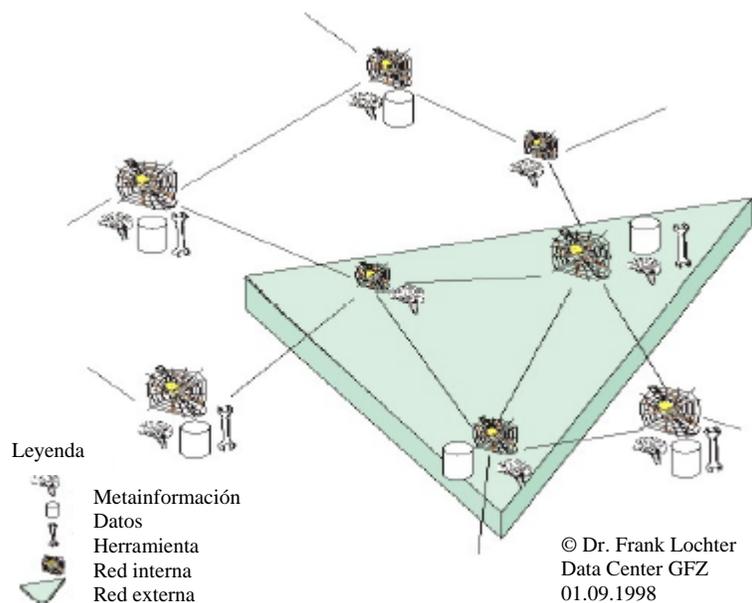


Figura 5.3. Noción de la Red de Servidores de Mapeo en la Red Mundial de Computadoras.

Enfoque de aplicación

A manera de introducción para las aplicaciones de los Servidores de Mapeo por la Red, se extrajo el siguiente texto de la especificación WMS 1.0⁵:

Un Servidor de Mapas puede hacer tres cosas:

- Producir un mapa (como una fotografía, una serie de elementos gráficos, o un conjunto de datos de rasgos geográficos empacado),
- responder consultas básicas sobre el contenido del mapa, y
- decir a los otros programas qué cartas puede producir y cuáles se pueden consultar más adelante.

Un navegador común puede pedirle al Servidor de Mapas que haga estas tareas con sólo enviar una solicitud en la forma de los Localizadores Uniformes de Recursos (URL: *Uniform Resource Locators*). El contenido de esos URL depende de la tarea que se solicite. Todos los URL incluyen un número de versión de la especificación del Servicio de Mapeo por la Red y un parámetro del tipo de la solicitud. Además, para producir un mapa, los parámetros de URL indican la parte de la Tierra que se va a representar, el sistema de coordenadas por utilizar, el tipo de información por mostrar, el formato de salida deseado y quizá el tamaño de salida, estilo de entrega, u otros parámetros. Para consultar el contenido del mapa, los parámetros del URL indican qué mapa se está solicitando y qué parte del mismo es el de interés. Para consultar el acervo del Servidor de Mapas, los parámetros del URL incluyen el tipo de solicitud de las "capacidades", mismos que se

⁵ La especificación se está revisando a la fecha de esta publicación, se espera que la WMS 1.2 se publique para mediados de 2004.

describirán posteriormente con más detalle. Primero proporcionamos alguna muestra de URL y sus mapas resultantes en las dos páginas siguientes. Se pueden enviar las solicitudes a varios servidores para recibir resultados que se superpongan en el mismo sistema de coordenadas, de manera que los datos del mapa se puedan ver juntos aun cuando se encuentren y se proporcionen en diferentes organizaciones.

Aquí se solicita una imagen AVHRR de la Administración Nacional Atmosférica y Oceanográfica de E.U.:

```
http://map.com/mapserver.cgi?VERSION=1..1.1&REQUEST=getmap&
SRS=EPSG%3A4326&BBOX=-97.105,24.913,78.794,36.358&
WIDTH=560&HEIGHT=350&LAYERS=AVHRR-09-27%3AMIT-mbay&STYLES=default&
FORMAT=PNG&BGCOLOR=0xFFFFFF&TRANSPARENT=TRUE&
EXCEPTIONS=INIMAGE&QUALITY=MEDIUM
```



Figura 5.4. Imagen AVHRR, NOAA, del Golfo de México.

En ésta, se piden tres capas, "áreas con construcciones", límites políticos y litorales:

```
http://maps.com/map.cgi?VERSION=1.1.1&REQUEST=getmap&
SRS=EPSG%3A4326&BBOX=-97.105,24.913,78.794,36.358&
WIDTH=560&HEIGHT=350&LAYERS=BUILTUPA_1M%3ACubeWerx,
COASTL_1M%3ACubeWerx,POLBNDL_1M%3ACubeWerx
&STYLES=0XFF8080,0X101040,BLACK&FORMAT=PNG&BGCOLOR=0xFFFFF&
TRANSPARENT=FALSE&EXCEPTIONS=INIMAGE&QUALITY=MEDIUM
```

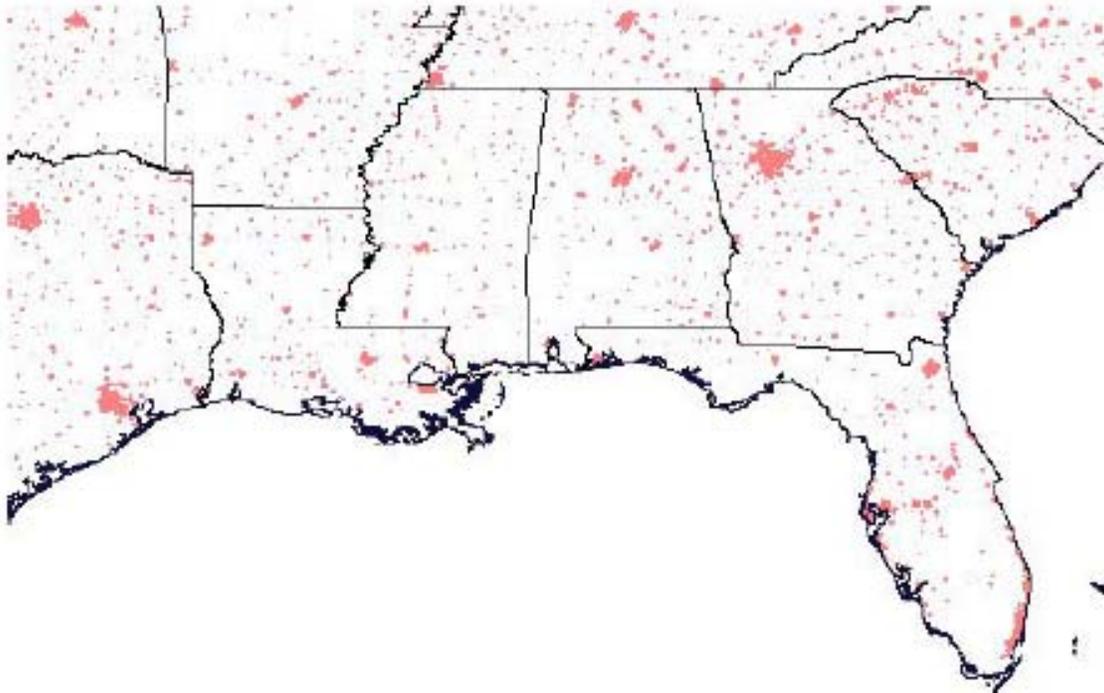


Figura 5.5. Áreas pobladas, políticas y litorales del sureste de Estados Unidos.

Observe que en los dos URL, la información espacial es idéntica:

```
SRS=EPSG%3A4326&BBOX=-97.105,24.913,78.794,36.358&WIDTH=560&HEIGHT=350
```

Como ambos mapas se produjeron con iguales límite geográfico, sistema espacial de referencia y tamaño de salida, los resultados pueden superponerse colocando el último mapa sobre el primero. Al habilitar el uso de formatos de imágenes que proporcionan la información de transparencia, los mapas que se van a superponer en otros se pueden producir con Servidores de Mapas. En este ejemplo, las áreas de fondo del segundo mapa son transparentes (porque se proporcionó el parámetro URL "TRANSPARENT=TRUE"). En la Figura 5.6, se muestra el resultado de la superposición de la Figura 5.5 en la Figura 5.4 para producir un mapa resultado de dos solicitudes de mapa. Por último, observe que en este ejemplo, los dos mapas se pidieron de distintos Servidores. Al uniformar la manera en que se solicitan los mapas, los clientes de los Servidores de Mapas pueden decidir qué capas solicitar de cuáles servidores, y construir mapas que no habría sido práctico armar sin la Especificación de la Interfaz del Mapeo en la Red.

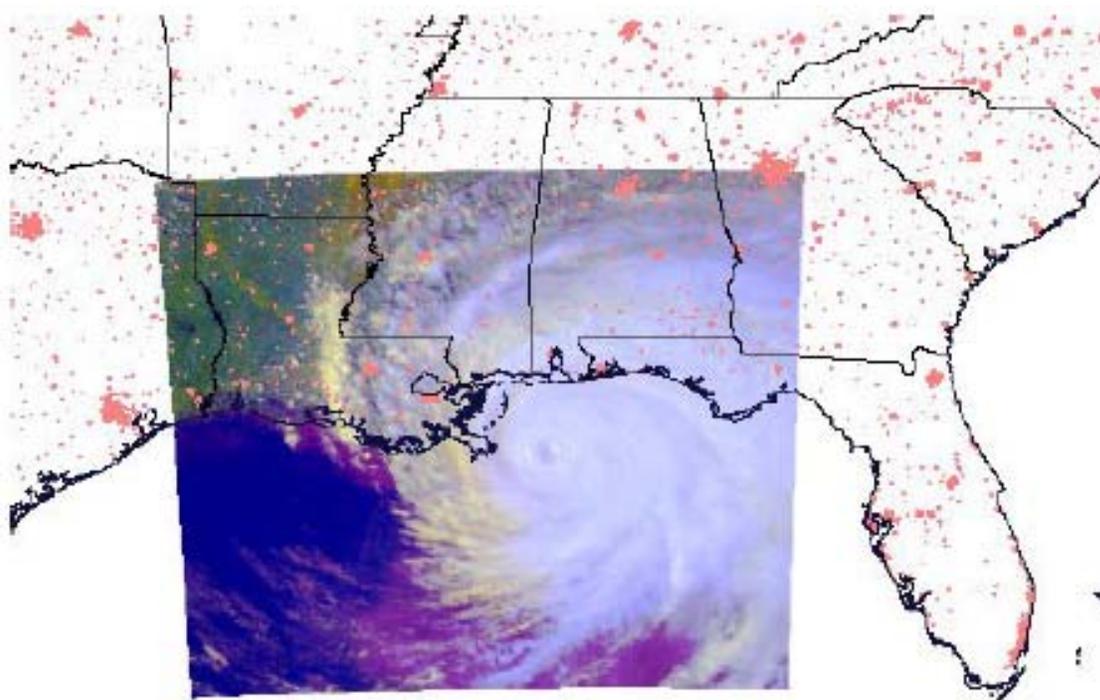


Figura 5.6. Mapa combinado con la Imagen AVHRR y con el mapa cultural y político.

Si se pudiera consultar cualquiera de estos mapas, un cliente podría solicitar información sobre un rasgo en el mapa con añadir al URL del mapa dos parámetros adicionales para especificar una ubicación (como una desviación X, Y de la esquina superior izquierda).

Como es probable que cada Servidor de Mapas tenga diferente tipo de información con la que puede producir sus mapas, cada Servidor debe poder proporcionar una lista analizable por la máquina, lo que permite construir catálogos investigables que pueden llevar a los clientes a Servidores de Mapas particulares.

Software disponible

Como resultado del Banco de Prueba del Mapeo por la Red, varios integradores y distribuidores de SIG han desarrollado versiones prototipo de los servidores de mapeo y de interfaces compatibles. El proyecto de la Tierra Digital coordinado por la NASA incluye soporte de software para mapear los datos de la NASA usando la especificación (<http://digitalearth.gsfc.nasa.gov/>). Las interfaces compatibles con el Servicio de Mapeo por la Red del OGC para el Servidor de Mapas por Internet *Map Objects* de ESRI, versión 1.1.1 y el producto "servidor de mapas" de la Universidad de Minnesota (<http://mapserver.gis.umn.edu>) han estado disponibles como aplicaciones de código abierto del WMS. En el OGC se encuentra una lista completa de software que soporta las especificaciones del WMS: <http://www.opengis.org/resources/?page=products>.

Recomendaciones

El estado del Mapeo por la Red se aprecia mejor con el avance obtenido en la Actividad del Programa de Interoperabilidad del Consorcio *OpenGIS*. Como resultado de distribuidores y de productores de software potencialmente competitivos que se reúnen e identifican un conjunto común de funcionalidad, surgió una especificación sin propietario para proporcionar gráficas georreferidas. Lo anterior permite establecer una conexión a varios servidores de mapas y generar gran cantidad de imágenes que se pueden usar en un análisis visual y en un interrogatorio básico.

- **Los autores del Recetario recomiendan el uso de la Especificación de los Servicios de Mapeo por la Red Mundial de Computadoras del *OpenGIS*, versión 1.1.1 o posterior.**

Aunque se tiene que trabajar más en el descubrimiento, la codificación y el intercambio de información geoespacial tridimensional como apoyo a un análisis y una visualización más avanzados, las funciones básicas del Servicio de Mapeo en la Red proporcionan un excelente punto de partida en la combinación visual de los datos espaciales distribuidos.

- **Los autores del Recetario invitan a todas las organizaciones en perspectiva a participar en el desarrollo, la elaboración de prototipos y el establecimiento de la siguiente generación de servicios de mapeo en la red en colaboración con el Consorcio *OpenGis*.**

Referencias y ligas

Página: NASA Digital Earth Web Map Resources (<http://www.digitalearth.gov/wmt>).

International Continental Scientific Drilling Program (ICDP), (<http://www.icdp-online.de/>)

Página: OpenGIS Consortium Initiatives (<http://www.opengis.org/initiatives/>).

Página: OpenGIS Consortium Interoperability Program (<http://ip.opengis.org>).

OpenGIS® Web Map Server Interfaces Implementation Specification Revision 1.1.1 (<http://www.opengis.org/docs/01-068r2.pdf>).

Capítulo Seis: Acceso y entrega de los datos geoespaciales: Acceso abierto a los datos

Editor: Brian McLeod, Canadá.

Contexto y fundamento

El acceso a los datos geoespaciales desde el punto de vista de los consumidores es parte de un proceso que va desde el descubrimiento hasta la evaluación, el acceso y, por último, la explotación. El descubrimiento (encontrar, localizar) abarca el uso de servicios como catálogos de metadatos para encontrar los datos de particular interés en una región geográfica específica. La evaluación incluye informes detallados, datos de muestra y visualización (por ejemplo, en la forma reciente del mapeo por la red mundial a través de GIF o simples representaciones vectoriales de los datos) para ayudar al consumidor a determinar si los datos son de interés o no. El acceso incluye orden, empaquetado y envío, fuera o en línea, de los datos especificados (coordenadas y atributos según la forma de los datos). Finalmente, la explotación (uso, empleo) es lo que el consumidor hace con los datos para sus propios fines.

Típicamente en el pasado, el objetivo del acceso a los datos geoespaciales estaba del lado del proveedor con un fuerte énfasis en la tecnología y la comunidad basada en normas y especificaciones. Con el crecimiento de Internet, sobre todo las tecnologías basadas en la Red mundial, el acceso se ha convertido en una operación activada por la demanda. Los consumidores esperan descubrimiento y acceso sencillos a datos baratos (o gratuitos) en formatos comunes sencillos que se puedan usar en aplicaciones de escritorio. El creciente número de proveedores no tradicionales está ofreciendo servicios geoespaciales; un ejemplo de ello es *Terraserver* (<http://terraserver.microsoft.com>). La habilidad para apoyar otros desarrollos mayores, como la Red Mundial de Computadoras, y algunos casos de comercio electrónico, ha permitido una participación más amplia en la industria. La posterior democratización del acceso a los datos geoespaciales permite a los proveedores de valor agregado crear nuevos productos y servicios.

El margen de temas desde el punto de vista organizativo se puede categorizar en dos formas: 1) el grosor del grupo cliente; 2) el grosor del grupo proveedor. En ambos casos, los temas tienden a aparecer y crecer conforme se amplían los grupos. En general, estas cuestiones giran alrededor de los derechos de autor, las licencias (usuario final frente a revendedor), costo, privacidad, formatos de datos y normas.

Por ejemplo, si el grupo cliente sólo es personal interno, entonces los asuntos como costo y derechos de autor no son un factor. Conforme el grupo cliente crece a un número limitado de clientes conocidos, entonces hay mecanismos claros para controlar el acceso; proporcionando, sin embargo, entrada a un gran grupo de potenciales clientes anónimos.

De manera semejante, el tamaño del grupo proveedor crece y luego aparecen algunas cuestiones. Es más fácil establecer una política común para una o dos organizaciones que para muchas. Por lo general, cada organización tiene un modelo de negocio (¡o un modelo de no negocio!) que refleja su mandato y su entorno. Los tipos de datos y servicios proporcionados, la forma y la representación de los datos, la calidad y las especificaciones para los datos reflejan el modelo de negocio. Tratar de tender un puente para estos asuntos entre organizaciones dispares es un problema exponencial.

La superposición entre la información administrada por comunidades con temas específicos en infraestructuras posiblemente paralelas puede agravar los problemas de descubrimiento y acceso a los datos. Lo anterior se puede apreciar desde la perspectiva del consumidor o del proveedor. Por ejemplo, como individuos en comunidades, tales como biodiversidad o geociencias (ciencias geológicas), tratan de equilibrar una infraestructura combinada de datos espaciales para soportar sus propias metas que introducen factores nuevos. Estos podrían ser nuevas normas o convención que requieren comúnmente, podría ser un nuevo requisito de atribución sobre los datos no trabajado con anterioridad, o podría ser la necesidad de proporcionar el acceso común a los datos que no están visibles en otra forma desde una infraestructura de datos espaciales.

Se pueden apreciar varias tendencias en el tratamiento y el manejo de los datos geoespaciales. Por lo general en el pasado, el principal interés de un custodio de los datos ha sido el formato en que se almacenan o

gestionan los datos. La tendencia que va predominando es subir un nivel y preocuparse nada más por las interfaces hacia los datos. Esto permite que los datos se administren de la mejor manera posible, a la vez que se proporciona un acceso abierto y basado en normas. Sin embargo, como consecuencia de ello, es que el contenido de los datos debe tener la suficiente calidad para soportar estas interfaces. Con frecuencia, los datos existentes no tienen la suficiente exactitud, actualidad o carecen de atribución.

Otra propensión se encuentra en la misma organización de los datos. Hay una evolución que comienza con los productos tradicionales en papel. Estos migraron hacia archivos digitales discretos que se almacenaban fuera de línea, por ejemplo, en un estante de cintas. Conforme el almacenamiento masivo resultaba más económico, estos archivos se encontraron viviendo en un medio en línea (magnético u óptico) para facilitar el acceso. Este último paso es importante cuando usted lo acopla con una red ubicua, de área amplia, como Internet. En este punto, un proveedor estaba facultado para entregar datos en línea.

La tendencia más reciente ha sido la fusión de todos los conjuntos de datos discretos reunidos en almacenes únicos de datos continuos que han originado el desarrollo de servicios de acceso directo a los datos. Lo anterior se ha posibilitado gracias a los avances en la tecnología de almacenaje masivo y de bases de datos espaciales. Este paso también ha sido difícil para los datos, al revelar incongruencias en la exactitud y la calidad de los mismos. Recientes adelantos en infraestructuras han permitido la creación de almacenes virtuales de datos que unen varios casos de almacenes de datos en una sola entidad lógica.

Enfoque organizativo

Como en cualquier desarrollo, es importante entender quiénes son los tenedores y el papel que va a jugar cada uno. Por ejemplo, en la mayoría de las infraestructuras nacionales los proveedores de gobierno son los tenedores clave. Cómo participarán en el desarrollo y la operación de la componente del acceso de datos de la infraestructura depende fuertemente de las políticas gubernamentales sobre distribución de datos, recuperación de costos, etcétera.

Por lo general, las entidades comerciales tendrán un papel importante como proveedores de herramientas y servicios, pero también como proveedores de datos primarios y de valor agregado. Es importante entender la relación entre el sector comercial y la infraestructura como un todo, por ejemplo ¿participará el sector comercial en la planificación de la infraestructura? ¿qué clase de arreglos empresariales estarán apoyados en la infraestructura?

La categoría final de tenedor es el consumidor o usuario final. El uso que le da al elemento de la infraestructura de acceso a los datos depende de varios factores, como: la funcionalidad de las herramientas de la infraestructura, la cantidad y la calidad del acceso al contenido, de las políticas de operación, del modelo empresarial de la infraestructura (¿se cobrará el acceso a los consumidores?) y demás.

En las etapas iniciales del desarrollo, es importante especificar y revisar la visión a largo plazo de toda la infraestructura para determinar dónde encajan las componentes del acceso y cómo se liga a otros elementos de la infraestructura. En esta etapa, es útil desarrollar algunos escenarios y utilizar casos que se pueden presentar a los tenedores y refinar según se necesite.

No se debe subestimar la importancia de la elaboración de una política humana y de un ambiente organizativo. Los tenedores potenciales sólo se convertirán en participantes activos si ven la ventaja para su organización y si no se sienten amenazados por la infraestructura. La política y el ambiente organizativo variarán en cada país y se tendrá que trabajar muy de cerca con la comunidad de tenedores. La venta y el compromiso de la alta dirección de todos los tenedores son *decisivos* para el éxito de la infraestructura como un todo y para el elemento de acceso, en particular. La Infraestructura de Datos Geoespaciales de Canadá (<http://www.geoconnections.org>) es un ejemplo de una aplicación de la infraestructura que ha desarrollado una organización basada en la amplia participación de los tenedores.

Algunos de los asuntos que hay que considerar en el desarrollo de las políticas humanas y el ambiente organizativo son:

- Proveedores distribuidos y autónomos.
- La administración de los datos debería hacerse lo más cerca posible de la fuente. Así se garantiza la exactitud y la calidad de los datos.
- No amenazadora a los mandatos.
- Los tenedores comerciales y gubernamentales necesitan sentirse cómodos como participantes activos en la infraestructura. No deberían sentirse intimidados por los modelos o las políticas empresariales de la infraestructura.
- Varios niveles de "venta"; pocas barreras para entrar.
- La componente de acceso de la infraestructura debe proporcionar diversos niveles de venta, desde una opción de bajo costo con beneficios limitados, por ejemplo, publicidad básica de productos y servicios, hasta opciones de alto costo que ofrecen mayores beneficios, como conexiones de búsqueda distribuida a inventario de proveedores. Esto permite a los proveedores escoger un nivel de participación que cubra mejor sus objetivos empresariales y operativos. Lo anterior es especialmente importante en la operación inicial de la componente de acceso, como muchos proveedores querrán "probar" y de ahí pueden no estar preparados para hacer muchos esfuerzos hasta que vean cómo funciona.
- Modelos empresariales sustentables a largo plazo.
- La componente de acceso de una infraestructura debe brindar un ambiente que soporte una variedad de modelos empresariales de los proveedores. El desarrollo de un modelo empresarial sustentable para la operación de la componente de acceso es muy importante para el éxito a largo plazo de toda la infraestructura.

1. Papel del sector privado

El papel del sector privado como proveedor de datos, servicios y tecnología, y como operador potencial de la infraestructura de acceso se debe definir claramente.

2. Mercadotecnia y promoción

La componente de acceso de una infraestructura debe elaborar un plan de mercadeo y promoción para aumentar el nivel de conciencia y participación lo más pronto posible. Es importante obtener un grupo sólido de proveedores, para que los participantes vean los beneficios de unirse a la infraestructura. Los beneficios potenciales para los proveedores incluyen:

- Economía en la recolección de datos, cercanos a la fuente.
- Reducidos costos de operación.
- Clientes nuevos (nacionales e internacionales).
- Reutilización de los datos (reutilización frente a recolección o conversión).
- Herramienta común y reutilización del servicio.
- Publicidad.
- Beneficios de la representación libre.
- Habilitar y soportar amplias y nuevas aplicaciones, por ejemplo, atención de desastres, valor agregado.

Enfoque de aplicación

Definiciones e información general

Conjuntos de datos

Los conjuntos de datos son descritos por los metadatos y mantenidos dentro de un depósito de datos. Los conjuntos de datos básicos y de marco representan los datos fundamentales o centrales que se pueden presentar en una infraestructura de datos espaciales (consulte el Capítulo Dos). Los conjuntos de datos están formados por colecciones de rasgos (por ejemplo: caminos, ríos, límites políticos, etc.) o cubrimientos (por ejemplo, imágenes satelitales o aerotransportadas, modelos de elevación digital, y otros).

Depósitos de datos

Los depósitos de datos se utilizan para administrar los conjuntos de datos. Pueden estar en depósitos fuera o en línea. Los depósitos tradicionales en línea están basados en archivos, establecidos para la entrega de conjuntos de datos definidos previamente. Las unidades también contienen texto y atributos relacionados con un conjunto de datos. Los almacenes de datos son depósitos que proporcionan acceso y manejo continuos de conjuntos de datos.

Almacenes de datos espaciales

Un almacén de datos espaciales proporciona almacenamiento, administración y mecanismos de acceso directo. Típicamente, los almacenes de datos albergan datos de sistemas de producción de datos o con base en archivos heredados.

Las características clave de un almacén de datos espaciales incluyen:

- el acceso y la entrega de rasgos arbitrarios, capas, etcétera
- depósito continuo
- modelo de datos común
- aplicación neutral, que soporta un ambiente de aplicación heterogéneo
- apoyo de grandes volúmenes de datos
- soporte multitemporal
- depósito común para datos espaciales y no espaciales
- acceso eficiente a grandes volúmenes de datos

Algunos ejemplos del almacén comercial de datos y soluciones de servicio para datos geoespaciales son: Cubestore de Cubewerx (<http://www.cubewerx.com/>), la solución de Oracle Spatial (<http://otn.oracle.com/products/oracle9i/datasheets/spatial/spatial.html>) y el Motor de Datos Espaciales de ESRI (<http://www.esri.com/>).

Servicio de acceso de datos

Las aplicaciones de los servicios de acceso de datos incluyen:

- Fuera de línea (por ejemplo, empaquetado y entrega física de los conjuntos de datos mediante copia en papel o electrónica).
- Directo al depósito de datos (por ejemplo, entrega de productos informáticos vía ftp, solicitud especificada vía orden de comercio electrónico).
- Corretaje: proporciona la especificación de la solicitud del acceso a los datos a un servicio de acceso secundario (en o fuera de línea).
- Servicio de datos en línea (por ejemplo, protocolo de acceso pregunta/respuesta a un almacén de datos) que soporta operaciones en línea, como:
 - Clasificación
 - Acumulación
 - Generalización

En el Documento Proyecto 98-060 de *OpenGIS* (<http://www.opengis.org/>): "Interacción del usuario con los Datos Geoespaciales" se describe el modelo de la representación. En la Figura 6.1 se representa este modelo, que ilustra un acceso sencillo con base en rasgos y la línea de servicios de representación.

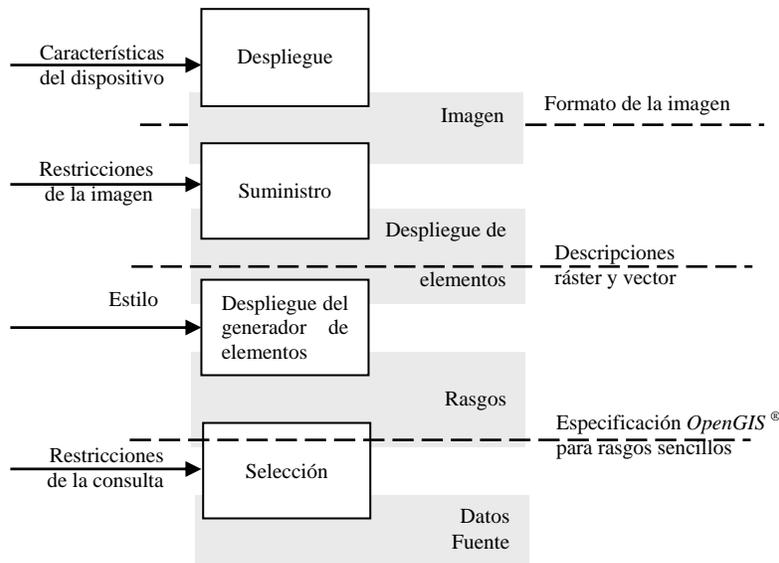


Figura 6.1. Modelo de la representación del OGC

Cliente de acceso a los datos

En las aplicaciones en línea de los clientes de acceso a los datos se encuentran:

- "Ligero": Internet y Red Mundial de Computadoras: se proporciona el cliente con las herramientas comunes de Internet y la Red Mundial de computadoras (no de Java, por ejemplo, navegador en la red mundial, correo electrónico, cliente ftp, etcétera).
- "Medio": Cliente proporcionado por el navegador de la Red mundial con controles Java o ActiveX.
- "Pesado": Cliente proporcionado por el conector del navegador de la Red mundial, o aplicación independiente (acceso a la red vía plataforma de comunicaciones distribuidas como Corba, DCOM, Java RMI, etcétera).
- Cliente tradicional de tipo SIG: acceso a un conjunto de datos descargado con anterioridad, y acceso directo en la red al almacén de datos.
- Cliente "middleware": acceso transparente al consumidor por medio de una infraestructura middleware o servicio de aplicaciones.
- Servicio de geoprocusamiento: acceso directo a los datos para usarse mediante un servicio de geoprocusamiento (por ejemplo, mapeo por la red en el Capítulo Cinco con servicio de representación interactiva).

Formatos de datos

Formatos comunes de datos espaciales que incluyen:

Propietario SIG (por ejemplo, ESRI, MapInfo, Intergraph, y otros). Una buena información general de formatos SIG se puede encontrar en <http://www.gisdatadepot.com/helpdesk/formats.html>

Esfuerzos internacionales y comunitarios se han realizado para disminuir el número de formatos de datos geográficos y para converger hacia un conjunto reducido. El Sistema de Transferencia de Datos Espaciales (SDTS: *Spatial Data Transfer System*), ISO TC/211 y la Norma de Intercambio Geográfico Digital (DIGEST: *Digital Geographic Exchange STandard*) son ejemplos de esta tendencia. También hay formatos que permiten el uso de datos fuera de ambientes cerrados (por ejemplo, Lenguaje de Marcación Geográfica, <http://www.opengis.org/docs/02-023r4.pdf>).

Los formatos típicos de datos nativos para la mayoría de las aplicaciones SIG sólo contienen información suficiente para que la aplicación SIG de origen se pueda usar apropiadamente. Los formatos de datos suelen portar los rasgos y quizá cierta información de proyección básica. Por lo general, los formatos de intercambio de datos son más robustos; llevan información que permitiría usar los datos en diversos sistemas. Los formatos de intercambio también portan un mínimo de metadatos para describir el conjunto de datos y los enunciados de calidad de los datos. Propiamente, los formatos de intercambio de datos son utilizados por productores de datos. Debido a la falta de asentimiento en cuanto a normas específicas de formatos, las infraestructuras de datos espaciales soportan el acceso a distintos formatos de datos espaciales a través de los servicios de acceso de datos. Sin embargo, si es factible, la definición de un formato comunitario basado en las especificaciones ISO u OGC es ideal para promover el intercambio de información (consulte el Capítulo Dos).

En el pasado, soportar una multitud de formatos de datos SIG era muy problemático. En la actualidad, la mayoría de los SIG y sistemas de acceso relacionados soportan la conversión del formato. Entre los ejemplos de soporte comercial para la conversión del formato se encuentran: el Motor de Manejo de Rasgos de Safe Software (<http://www.safe.com/>) y *Geogateway* de PCI (<http://www.pci.com/>). Un servicio de acceso de datos en línea que combina el acceso de datos con la conversión del formato es la Interfaz Abierta del Depósito de Datos Geoespaciales (OGDI: *Open Geospatial Datastore Interface*) (<http://ogdi.sourceforge.net>).

Infortunadamente, los sistemas de conversión de formatos no tienen mucho apoyo para la conversión de semántica. El problema real para los servicios interoperables de acceso a los datos y formatos es la falta de una semántica común. La conversión semántica y los catálogos de codificación de rasgos para diversos usos (por ejemplo, Digest) tratan de incluir el tema de soporte de semántica de dominio cruzado (consulte el Capítulo Dos).

Formatos de aplicación en la Red Mundial de Computadoras

Archivos vectoriales. Un archivo vectorial tiene muchas ventajas que serán de utilidad para las interfaces espaciales en la Red mundial.

Un archivo vectorial se puede entregar al cliente, quien lo revisa sin necesidad de tener que seguir cada operación, a costo alto, en un servidor de la red mundial. Está formado por capas que pueden representar caminos, ríos o límites. Las capas se pueden conectar o desconectar. Este tipo de archivo suele permitir un mecanismo para limitar el nivel de acercamiento, de manera que los datos espaciales no tienen un despliegue tan exacto más allá de este nivel de fiabilidad. El tamaño y la eficiencia de un archivo vectorial sencillo ayudará con los servicios de la red y con los tiempos de respuesta. Por fortuna, la mayoría de los programas de software SIG pueden producir archivos vectoriales de manera directa. Un archivo vectorial soporta funciones tales como mapeo interactivo, simbolización y transformación de coordenadas.

Hay tres formatos de archivos candidatos para codificar la información vectorial en la red mundial: Formato Vectorial Sencillo (<http://www.w3.org/Graphics/SVG/>), Metarchivos Gráficos de Computadora en la Red mundial (<http://www.cgmpopen.org/webcgmintro/paper.htm>) y los formatos de codificación con base en XML (por ejemplo, el Lenguaje de Marcación Geográfica, GML) que permite la transferencia basada en la Red mundial de información de rasgos, para las subsecuentes estilización e interpretación mediante el cliente de la Red o conexiones de cliente. Sólo GML está diseñado específicamente para la codificación de la información geográfica vectorial; los otros formatos están diseñados para el intercambio de la información gráfica vectorial, pero tienen poca o ninguna referencia con el mundo real, sistemas de coordenadas representados o contenido de rasgos.

Archivos ráster. La entrega por la Red Mundial e Internet de formatos ráster SIG como ADRG, BIL y DEM (<http://www.gisdatadepot.com/helpdesk/formats.html>) suele ser problemática debido al gran tamaño de estos archivos, combinado con la restricción de anchura de banda para Internet. Por lo común, los archivos ráster comprimidos predominan en las representaciones de los datos vectoriales y ráster. Entre los formatos comprimidos comunes de la Red mundial se encuentran GIF, JPEG y PNG (<http://www.w3.org/Graphics/PNG>) para mover las imágenes sencillas a color o pancromáticas variables como archivos ráster.

Relación con otros servicios de infraestructura de datos espaciales

En la Figura 6.2, se ilustra la función de la relación del acceso de datos en un descubrimiento, evaluación y ejemplo de acceso a los recursos de punta a punta. Las iteraciones sucesivas del descubrimiento de recursos vía catálogo de metadatos, seguido por la evaluación de los recursos (como el mapeo por la Red) conducen al acceso de los datos, sea por vía directa a un conjunto de datos, o indirecta a través de un servicio de acceso de datos.

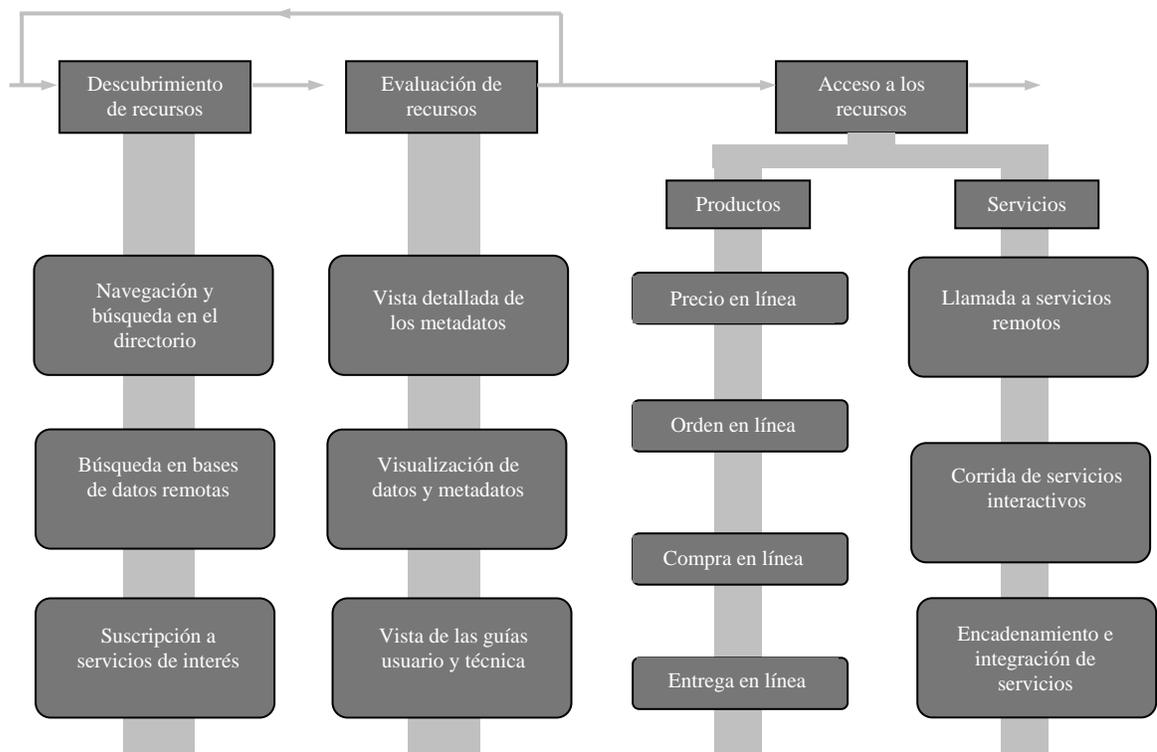


Figura 6.2. Ejemplo del acceso a los recursos geoespaciales

Una infraestructura madura de datos espaciales permitirá la aplicación y la explotación del ejemplo del acceso a los recursos, por parte del hombre. Un elemento clave de las futuras infraestructuras de datos espaciales es la capacidad de ejecutar las solicitudes de servicios, con base en el descubrimiento y el acceso en tiempo real al geoprocesamiento en línea y los servicios relacionados. También está en espera la futura capacidad para el encadenamiento de los servicios distribuidos de geoprocesamiento.

En la Figura 6.3, se proporciona un contexto de sistema para el acceso a los datos. Un servicio de acceso a los datos brinda el acceso por red a un conjunto de datos almacenado en un depósito de datos. Los conjuntos de datos se descubren (y luego se accede a ellos) vía consulta de metadatos de un cliente de catálogo a un servicio de catálogo de datos (revise el Capítulo Cuatro).

Los conjuntos de datos se pueden visualizar (y acceder más adelante) mediante servicios de mapeo por la Red mundial (consulte el Capítulo Cinco), que son complementarios al servicio de catálogo de datos.

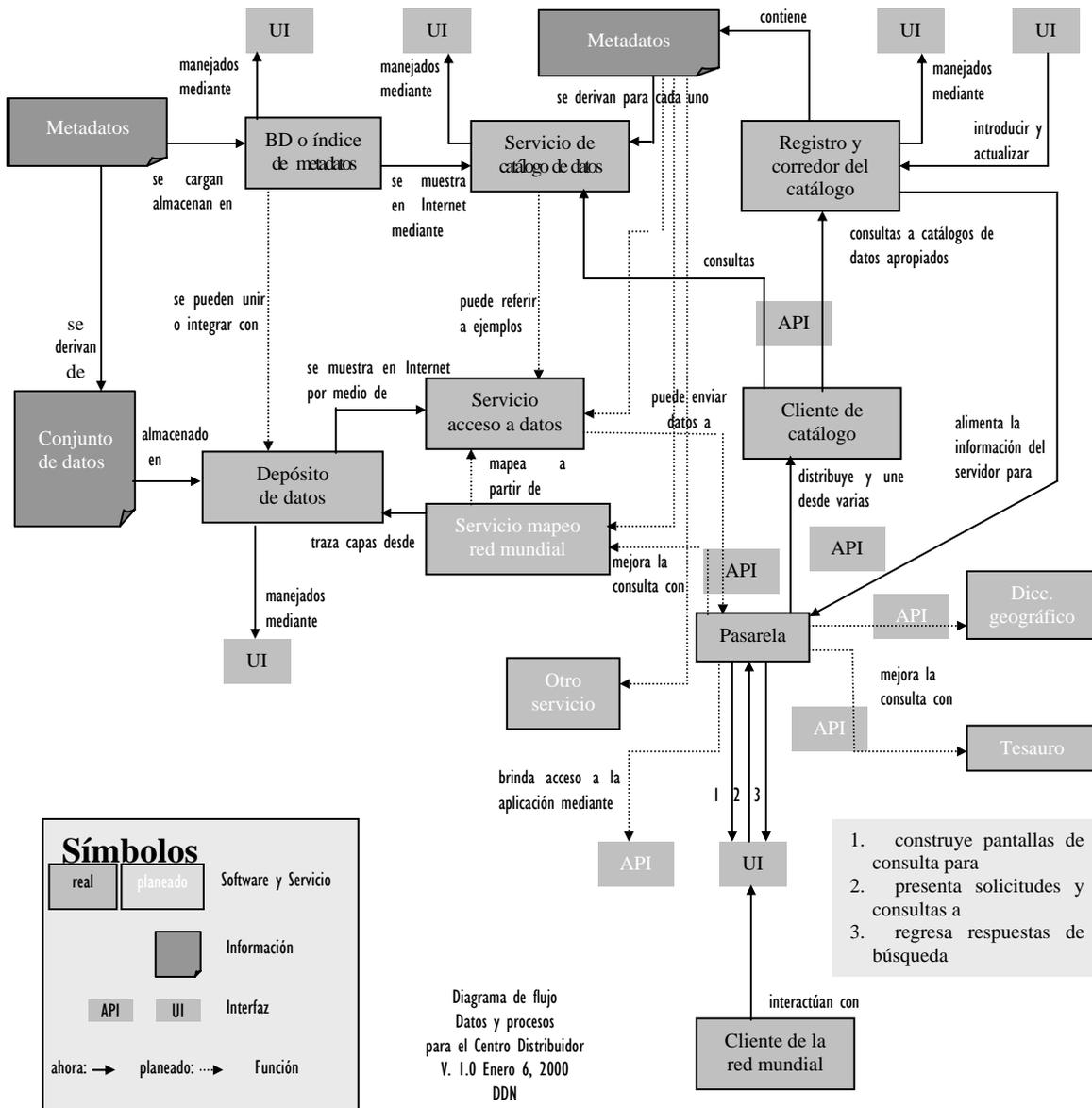


Figura 6.3. Contexto del sistema para los servicios de acceso a los datos geospaciales

Normas

En general, las normas relacionadas con el acceso a los datos geospaciales se encuentran en la infancia. Las normas más convenientes para acceder a los componentes de las infraestructuras de datos espaciales son las de ISO/TC 211, Consorcio *OpenGIS* (OGC) y los organismos relacionados con Internet que incluyen el consorcio de la Red Mundial de Computadoras (W3C) y el Grupo de Trabajo de Ingeniería de Internet (IETF: *Internet Engineering Task Force*).

ISO/TC211

El principal mandato del ISO/TC211 (<http://www.isotc211.org>) es una normalización internacional en el campo de la información geográfica digital.

"Este trabajo ayuda a establecer un conjunto estructurado de normas para la información concerniente a objetos o fenómenos que se asocian directa o indirectamente con una ubicación relativa a la Tierra.

Estas normas pueden especificar, para información geográfica, métodos, herramientas y servicios para la administración de los datos (incluyendo la definición y la descripción), adquisición, procesamiento, análisis, acceso, presentación y transferencia de esos datos en forma digital y electrónica entre diferentes usuarios sistemas y ubicaciones.

El trabajo se deberá ligar a normas apropiadas para la tecnología de la información y los datos donde sea posible, y proporcionar un marco para el desarrollo de aplicaciones específicas sectoriales usando los datos geográficos".

Está en preparación el trabajo emergente sobre los servicios en el ISO/TC211 y el OGC. La definición de las interfaces de servicios permitirá un amplio margen de aplicaciones de acceso y uso de los recursos geoespaciales. El modelo de Acceso de Rasgos Simples del OGC para SQL se presentó a la ISO para su normalización.

ISO SQL/MM

El propósito de SQL y Multimedia de la Norma Preliminar para la Base de Datos Espaciales (SQL/MM) Parte Tres, Espacial, es definir los objetos específicos de aplicación y multimedia y sus métodos asociados (paquetes de objetos) usando los rasgos orientados al objeto en SQL3 (ISO/IEC Proyecto 1.21.3.4).

SQL/MM está estructurado como una norma con varias partes. Consta de:

- Parte 1: Marco
- Parte 2: Texto completo
- Parte 3: Espacial
- Parte 4: Servicios para fines generales
- Parte 5: Imagen Inmóvil

SQL/MM Parte 3: Espacial está orientada a proporcionar las capacidades de la base de datos para facilitar una mayor interoperabilidad y un manejo más robusto de los datos espaciales.

Consortio *OpenGIS* (OGC)

El Consortio *OpenGIS* (OGC) ha consensado varias familias de interfaces y algunas de estas se han aplicado en el software listo para usarse (*off-the-shelf*). Todas las especificaciones de la interfaz consensadas en el OGC portan un compromiso de aplicación comercial o comunitaria por parte de sus equipos presentadores. La Fase 1 de la iniciativa Prueba de Mapeo por la Red (WMT: *Web Mapping Test*) inicial patrocinada por OGC (consulte el Capítulo Cinco) tuvo éxito en la representación del "mapeo por la Red" de los datos espaciales. Además, un producto importante en el proceso de la Prueba fue un esquema de codificación basado en XML (Lenguaje de Marcación Geográfica o GML: *Geography Markup Language*) para los rasgos sencillos OGC.

La publicación de la Especificación del Servicio de Rasgos en la Red (WFS: *Web Feature Service*) de 2002 brindó una solución para la solicitud y entrega normalizada de los datos vectoriales. Para apoyar el "Modelo de Rasgos" del OGC presentado en la Figura 6.4, la especificación WFS (<http://www.opengis.org/docs/02-058.pdf>) define el diálogo requerido para interactuar con los rasgos geográficos mediante el servicio de datos vectoriales. GML se utiliza como la codificación primaria para la información vectorial que regresa del WFS de OGS. El uso del WFS con varios esquemas de aplicación de GML permite la publicación y el intercambio

de datos espaciales con todo detalle de los vectores. En el sitio de OGC está publicado un Recetario OGC detallado para ayudar a la interpretación y la aplicación de la especificación WFS.

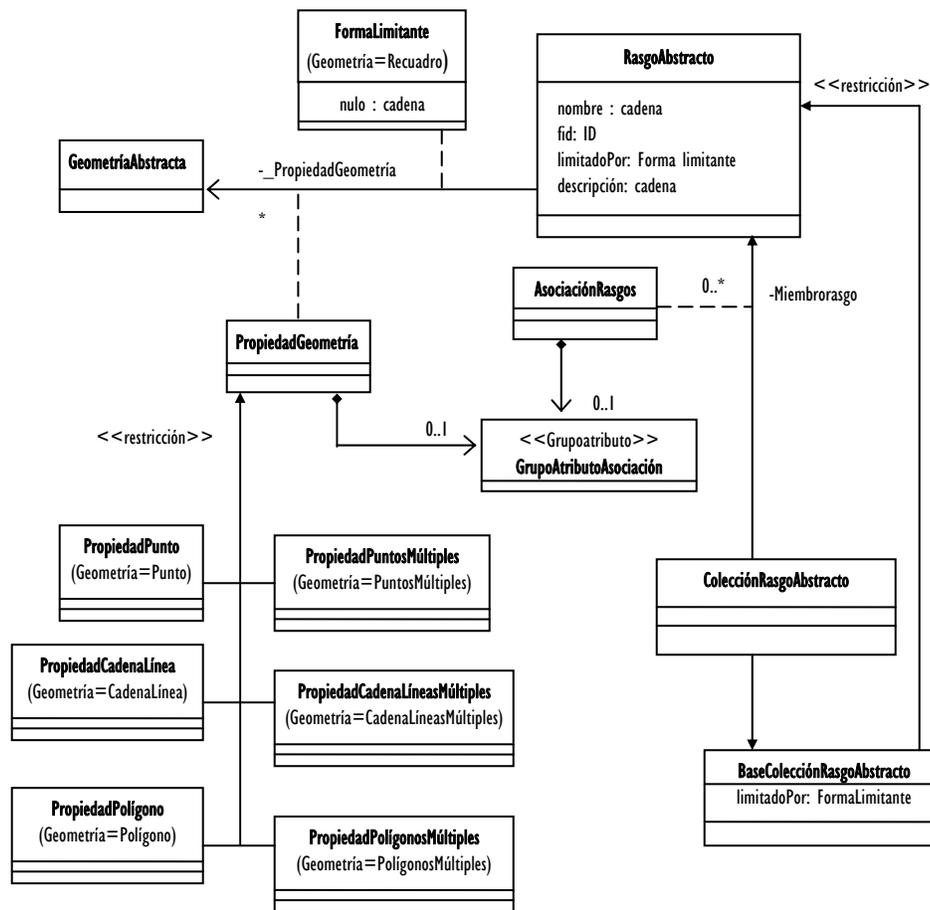


Figura 6.4. Modelo UML del Modelo de Rasgos de OGC

En tanto que la WFS da acceso a la información vectorial, la solicitud y el servicio de la información ráster requiere una especificación por separado. La Especificación del Cubrimiento en Red de OGC (WCS: *Web Coverage Specification*) se publicó en 2003. Extiende la interfaz del Servidor de Mapeo por la Red Mundial (WMS) para permitir el acceso a los "cubrimientos" geospaciales que representan valores o propiedades de ubicaciones geográficas, más que los mapas generados por la WMS (imágenes). Por tanto, se recibiría una selección o superficie de valores de datos en lugar de valores de colores. Es útil para guardar el valor de los datos detrás de las imágenes crudas o interpretadas, otra información de percepción remota, u otras superficies de datos más o menos variantes continuas (por ejemplo, elevación, temperatura, concentración de componentes). El documento WCS está disponible en: <http://www.opengis.org/docs/03-065r6.pdf>.

También se han publicado tres especificaciones de interfaz sobre el Acceso de Rasgos Sencillos (SFA: *Simple Feature Access*) de *OpenGIS* para soportar el acceso de rasgos en los ambientes de bases de datos relacionales: uno para cada plataforma de comunicaciones distribuidas SQL, basada en COM y CORBA. La SFA y las interfaces dan acceso y controlan los rasgos SIG. En el nivel primitivo, las interfaces mantienen el establecimiento de unidades lineales y angulares, esferoides, dátums, meridianos primos y proyecciones cartográficas que dan la semántica a las coordenadas. En el nivel intermedio, permiten la construcción y el manejo de elementos geométricos como puntos, líneas, curvas, cadenas, anillos, polígonos y superficies, así como relaciones topológicas, geométricas y de otro tipo entre ellos. Se incluye el soporte de construcciones

geométricas y topológicas comunes, como superficie convexa, diferencia simétrica, cierre, intersección, "buffer", longitud, distancia y docenas más. Al nivel de rasgos SIG, las interfaces mantienen el acceso a las colecciones de rasgos usando la geometría y los atributos para la selección.

Relación de la Red Mundial de Computadoras e Internet

El Grupo de Trabajo de Ingeniería de Internet (<http://www.ietf.org/>) desarrolla y mantiene las especificaciones para muchas normas de aplicación, transporte, asignación de rutas y seguridad relacionadas con Internet (Solicitud de Comentarios: RFC (*Request for Comments*)), gran parte referidas al acceso de datos (por ejemplo, http, ftp, smtp).

El consorcio de la Red Mundial de Computadoras o W3C (<http://www.w3.org/>) es responsable de la elaboración de protocolos y especificaciones comunes en la promoción de la evolución de la Red. Las actividades del W3C que se relacionan con el acceso a los datos espaciales incluyen trabajo en formatos de archivos gráficos de la Red, XML y metadatos.

Servicios relacionados

Muchos servicios se relacionan con el acceso a los datos, como se lista a continuación:

- Servicios de descubrimiento y catálogo (**consulte el Capítulo Cuatro**)
- Mapeo por la Red (**pase al Capítulo cinco**)
- Comercio electrónico relacionado (por ejemplo, <http://www.commerce.net/>)
- Autenticación
- Pago
- Confidencialidad (por ejemplo, capa de identificación de seguridad)
- Infraestructura pública clave
- Entrega y empaquetado
- Compresión
- Subdivisión y subselección
- Sistemas de entrega con base en contenedores (por ejemplo, <http://www.paradata.com/>)
- Servicios de suscripción de datos
- Transporte de datos y archivos
- HTTP
- FTP
- SMTP/MIME
- Servicios de geoprocesamiento (por ejemplo, según lo define OGC)
- Plataformas de comunicaciones distribuidas
- CORBA (<http://www.omg.org/>)
- COM (<http://www.microsoft.com/>)
- Red Mundial/Java/XML

Mejor aplicación práctica

GeoGratis (<http://geogratias.cgdi.gc.ca/>)

Un problema común con el acceso en línea a los datos mediante una infraestructura sencilla es la variedad de políticas y práctica en su lugar por parte de distintos custodios de los datos. Para soportar estas diferentes políticas de acceso, un método es desarrollar servicios para soportar diferentes paradigmas básicos. Así tenemos:

- Custodios que restringen el acceso a usuarios particulares se beneficiarían con los servicios comunes de autenticación y autorización del usuario;
- Custodios que cobran por los datos o los servicios se favorecerían con los servicios del comercio electrónico;

- Custodios que distribuyen los datos sin costo se ayudarían con un mecanismo económico (tanto en tiempo como en dinero) para distribuir los datos.

Un ejemplo de los servicios para soportar los tres paradigmas es GeoGratis que proporciona servicios comunes para apoyar la distribución gratuita de datos geoespaciales disponibles. GeoGratis da un punto de acceso ftp/red sencillo donde los consumidores pueden descubrir y descargar libremente conjuntos de datos disponibles. Como un servicio en línea común, GeoGratis se puede apreciar desde diferentes perspectivas:

- Tipos de datos que pone a disposición;
- servicios que proporciona;
- modelo de distribución que ofrece.

GeoGratis pone a disposición del consumidor en forma gratuita muchos tipos de datos geoespaciales. Estos datos pueden ser de ámbito local o nacional, ráster o vectoriales, actuales o anteriores.

Por lo general, los conjuntos de datos nacionales a escala pequeña están disponibles públicamente. En el caso de GeoGratis, los datos del mapa básico del Atlas Nacional de Canadá se encuentran disponibles para bajarlos. Además, muchos conjuntos de datos básicos a escala nacional están disponibles por medio de GeoGratis. En el otro extremo del espectro, son datos de estudios y sitios de prueba locales disponibles aparentemente sin costo. Al ofrecer capacidades básicas de descarga, GeoGratis soporta una gran diversidad de tipos de datos, incluyendo ráster, vectoriales y tabulares. La única restricción está en un servicio de valor añadido sobre la capacidad de descarga básica. Una característica final de los datos disponibles por medio de GeoGratis es la disponibilidad de muchos conjuntos de datos heredados como el Inventario del Suelo de Canadá. Típicamente, son conjuntos de datos que pasan por alguna medida de corte de presupuesto o de terminación del programa y como resultado ya no reciben apoyo. GeoGratis proporciona una facilidad para que estos datos estén disponibles aunque no tengan respaldo.

Además de que los datos son gratuitos, GeoGratis proporciona servicios de valor agregado. Como servicio básico, GeoGratis permite la descarga de los datos disponibles libremente. Otros servicios básicos que ofrece GeoGratis es el descubrimiento de datos disponibles por medio de una interfaz de búsqueda, la evaluación de conjuntos de datos mediante metadatos y visualización detallados. Además, los servicios complementarios se proporcionan como soporte a la descarga de datos: se incluyen subconjuntos, reproyección y reformateo de datos para todos los tipos de datos disponibles a través de GeoGratis. Los servicios más avanzados incluyen el suministro de capacidades de almacenaje de datos que soportan un acceso continuo a grandes conjuntos de datos de áreas disponibles por medio de GeoGratis.

Por último, GeoGratis ofrece un modelo de distribución de datos con omisión de costos. Ya que GeoGratis es proporcionado como uno de los muchos servicios comunes que apoyan el acceso a los datos, este modelo de distribución no excluye otros modelos, es decir, acceso privado o acceso con honorarios. De manera similar, GeoGratis afirma que todos los datos deberían estar disponibles libremente, aunque brinda un servicio eficaz para los datos que están disponibles sin costo.

Un ejemplo de esto es el Atlas Nacional de Datos Digitales de Canadá. En un principio, estos datos se vendían por una cuota nominal. Sin embargo, no resultó rentable continuar con esta estrategia al comparar los costos de venta y soporte de los datos con la recuperación limitada. Por lo tanto, se adoptó una estrategia para omitir el costo en la que los datos se colocaron en GeoGratis para su libre descarga y se eliminó el sostén. El acceso por cualquier otro medio (como la distribución de los datos en disco compacto) se dejó a la comunidad del sector privado con valor agregado. El resultado fue un incremento fuerte en el acceso y el uso de estos datos.

Desde una perspectiva de aplicación y normas, GeoGratis ofrece un excelente ambiente "rico en datos" para implementar normas de infraestructuras de datos espaciales emergentes, en un ambiente operativo. En la actualidad, GeoGratis soporta servicios de descubrimiento basado en catálogos por medio del perfil Geo Z39.50 y se espera que en el futuro proporcione servicios de mapeo en la Red de OGC y de acceso a almacenes de datos espaciales de manera directa. Los nuevos servicios de reproyección y reformateo por parte de GeoGratis también se utilizarán para ejercer las especificaciones del servicio OGC emergente dentro de un ambiente de Internet.

Resumen y análisis de prontitud

Entre los asuntos organizativos clave, relacionados con el acceso a los datos en el desarrollo de una infraestructura de datos espaciales se incluyen:

- Garantía de que los proveedores básicos de servicios gubernamentales, comerciales y de datos de valor agregado y otros relacionados estén representados como copartícipes clave en la elaboración y la aplicación de una infraestructura nacional de datos espaciales.
- Colaboración de los proveedores de datos del gobierno en políticas coordinadas y de soporte que se relacionan con el acceso y la distribución de datos espaciales: disponibilidad de datos libres, precios, derechos de autor y uso e integración de comercio electrónico.
- Infraestructura y políticas de acceso que no amenacen los mandatos de los copartícipes.
- Apoyo a diversos niveles de "compra en línea" en la infraestructura de acceso a los datos con entrada amigable.
- Modelos comerciales sustentables a largo plazo.
- Indicación pronta y clara del papel del sector privado.
- Mercadeo y promoción oportunos de todo el programa de la infraestructura de datos espaciales.
- Conciencia y adopción de las normas internacionales.

Recomendaciones

La siguiente matriz ilustra la evolución del acceso a los datos y los servicios relacionados con los datos espaciales. La migración de la infraestructura "clásica" hacia la "habilitada, basada en normas y funcional" requiere que la infraestructura nacional de datos espaciales sea autosuficiente. Se sugieren estrategias de aplicación de principio a fin. Los proveedores clave de datos del gobierno deberán adoptarlas desde el inicio y utilizar las "mejores prácticas".

	Clásico	Entrar en línea	Infraestructura habilitada; basada en normas; función total
Metadatos	Para un propósito específico	Basados en FGDC	Basada en ISO TC211
Catálogo de metadatos	Fuera de línea, copia en papel disco compacto	Base de datos habilitada, accesible por la Red mundial	Interoperabilidad semántica vía protocolo de búsqueda y recepción, Catálogo de OGC
Visualización	Fuera de línea: fax, copia en papel, disco compacto	Accesible en la Red Mundial, mapeo habilitado	Evaluación visual mediante WMS de OGC
Orden	Teléfono, fax	Correo electrónico	Basada en la Red, integrada con pago electrónico
Selección de productos	Productos predefinidos	Subconjuntos geográficos y en capas de productos predefinidos	Selección de rasgos, capas y colecciones de rasgos arbitrarios de un almacén de datos continuos, usando WFS de OGC y Codificación de Filtro
Entrega	Fuera de línea: copia en papel	Fuera de línea: productos informáticos (por ej., disco compacto)	En línea: Base de archivo para descargar por la red (nota: el archivo se puede generar dinámicamente) WFS de OGC
Empacado y formateo	Fuera de línea: copia en papel o prod. informáticos de formatos predefinidos	En línea: formato especificado por el usuario seleccionado de prod. informáticos pregenerados	En línea: soporte para formatos de prod. informáticos especificados por el usuario mediante traducción de formato GML de OGC
Pago	Fuera de línea: consumidor tradicional	En línea: pago a crédito para lista registrada de consumidores	En línea: comercio electrónico, soportado por clientes "previamente desconocidos" (por ej., pago en línea con tarjeta de crédito)

Referencias y ligas

GeoGratis (<http://geogGratis.cgdi.gc.ca/>)

International Organisation for Standards, ISO/TC211 (<http://www.isotc211.org>)

Internet Engineering Task Force (<http://www.ietf.org/>)

World Wide Web Consortium, o W3C (<http://www.w3.org/>)

Capítulo Siete: Otros servicios

Editor: Nadine Alameh, Global Science & Technology, Inc., USA.

Contexto y fundamento

En la década pasada, las tecnologías SIG evolucionaron del modelo tradicional de sistemas independientes, donde los datos espaciales estaban muy acoplados con los sistemas que se usaron para crearlos, a un modelo cada vez más distribuido basado en servicios SIG interoperables, especializados y proporcionados en forma independiente. Esta evolución fue impulsada por varios factores, entre los que se incluye el creciente papel de los SIG en las organizaciones de hoy, la mayor disponibilidad de datos espaciales y su conducencia inherente para la reutilización, la madurez de la Red mundial y las tecnologías de comunicaciones distribuidas y el papel clave del SIG que se espera desempeñe en un mercado promisorio de servicios basado en la ubicación. Además, la mayoría de los usuarios de sistemas SIG tradicionales sólo utilizan un pequeño porcentaje de la funcionalidad de sus sistemas; los servicios pueden proporcionar a los usuarios la funcionalidad y los datos que precisan en cualquier momento, evitando la necesidad de instalar, aprender o pagar por cualquiera de las funcionalidades no utilizadas.

Los servicios se pueden definir como aplicaciones modulares independientes y autodestructoras, que consisten en colecciones de operaciones, accesibles a través de interfaces que permiten a los clientes recuperar comportamientos de valor para el usuario. Los clientes pueden solicitar servicios desde una red usando protocolos normalizados independientemente de plataforma, lenguaje o modelo de objeto en el que se desplegaron los servicios o el cliente.

Al fabricar aplicaciones para interfaces de servicio comunes, éstas se pueden construir sin dependencias a priori o durante su uso sobre otras aplicaciones o servicios, los que se pueden agregar, modificar o reemplazar sin afectar a otras aplicaciones. Además, los flujos de trabajo operativos se pueden cambiar de inmediato permitiendo una respuesta rápida a situaciones de tiempo crítico. Este método basado en normas y conectado libremente al desarrollo del sistema puede producir sistemas muy ágiles: sistemas que se adaptan con flexibilidad a los requerimientos y tecnologías cambiantes.

Enfoque organizativo

En los anteriores capítulos de este recetario se han discutido tres tipos de servicios que son fundamentales para cualquier Infraestructura de Datos Espaciales: catálogos de datos, mapeo en línea y acceso. Según se describe en el Marco de Servicio del OGC, puede existir un amplio margen de otros servicios geoespaciales en las IDE. En este Marco de Servicio (que se muestra en la Figura 7.1) se identifican servicios, interfaces y protocolos de intercambio que se pueden utilizar en cualquier aplicación. El marco, que se puede aprovechar en diferentes formas, primero proporciona una base para el desarrollo coordinado de nuevos servicios geoespaciales extendidos.

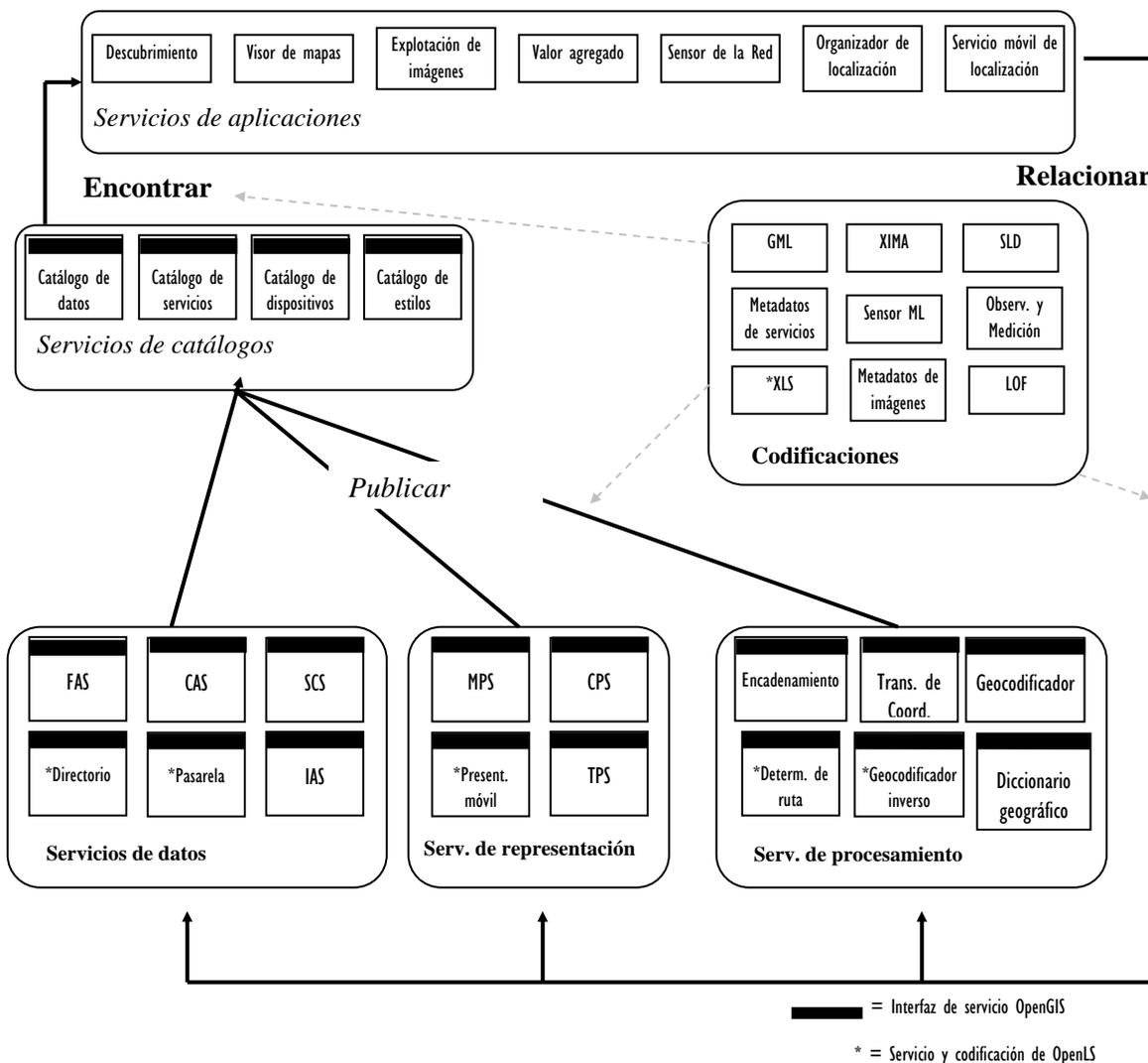


Figura 7.1. Marco de Servicio de OGC

El Marco de Servicio de OGC agrupa los servicios geoespaciales en cinco categorías (se presentan a continuación) que corresponden a los dominios de alto nivel de taxonomía de servicios del OGC descritos en la Especificación Abstracta de la Arquitectura de Servicio del OGC (también ISO 19119). Al proporcionar un resumen de estas categorías, se pretende en esta sección ayudarle a decidir la combinación correcta de servicios que necesita en sus aplicaciones. Cuando estén disponibles, se resaltarán las especificaciones de implementación aplicables para estos servicios.

Categorías de Servicio del Marco de Servicio	Categorías de Servicio de ISO 19119
Servicios de aplicaciones	Interacción con el ser humano
Servicios de catálogos	Administración de la información geográfica
Servicios de datos	Administración de la información geográfica
Servicios de representación	Interacción con el ser humano
Servicios de procesamiento	Interacción de procesamiento geográfico

Servicios de aplicación geoespacial

Los servicios de aplicación operan en terminales de usuario (por ejemplo, computadora personal, computadora portátil, celular, etc.) o servidores para proporcionar acceso a varios servicios aquí descritos. Los usuarios los utilizan para acceder a los servicios de catálogo, representación, procesamiento y datos, dependiendo de los requisitos y la implementación diseñada de la aplicación. Con frecuencia, proporcionan despliegues de contenido geoespacial orientados al usuario y soportan la interacción del usuario en la terminal del mismo.

Servicios de catálogo

Los servicios de catálogo se describen con detalle en el Capítulo Cuatro.

Servicios de datos geoespaciales

Los servicios de datos geoespaciales proporcionan acceso a un amplio margen de colecciones de datos geoespaciales almacenados en depósitos distribuidos y bases de datos. Entre los ejemplos de servicios de datos se encuentran:

- Servicios de acceso a rasgos: suministran acceso y gestión de depósitos de rasgos. *Applicable implementation specification: OGC Web Feature Services (WFS; <http://www.opengis.org/docs/02-058.pdf>).*
- Servicios de acceso a cubrimiento: facilitan acceso y administración de depósitos de cubrimiento. *Applicable implementation specification: OGC Web Coverage Service (WCS; <http://www.opengis.org/docs/03-065r6.pdf>).*
- Servicios de colección de sensores: proveen acceso, manejo y colección de observaciones de sensores. *Applicable implementation specification: OGC Sensor Collection Service (SCS; <http://www.opengis.org/docs/02-028.pdf>).*
- Servicios de archivos de imágenes: proporcionan acceso y administración de grandes conjuntos de imágenes digitales y metadatos relacionados.

Los servicios de datos también ofrecen acceso a datos basados en su ubicación en la forma de los siguientes servicios (*Applicable implementation specification: OGC Location Services OLS; <http://portal.opengis.org/files/?artifact id=3418>*):

- Servicios de directorio: dan acceso a directorios en línea para encontrar ubicaciones de lugares, productos o servicios específicos o más cercanos.
- Servicios de geocodificación: transforma una descripción de una ubicación (nombre del lugar o dirección de la calle) en una descripción normalizada de la ubicación.
- Servicios de navegación: determina las rutas de viaje y navegación entre dos puntos.
- Servicios de pasarela: trae la posición de una terminal móvil conocida desde la red.

Servicios de representación

Los servicios de representación proporcionan la visualización de la información geoespacial. Dada una o más entradas, los servicios de representación producen salidas traducidas (mapas, vistas del terreno en perspectiva, imágenes con anotaciones, etc.). Pueden estar conectados estrecha o libremente con otros servicios como los servicios de Datos y Procesamiento, y pueden transformar, combinar o crear salidas representadas. Como ejemplos de este tipo de servicios se incluyen:

- Servicios de representación de mapas: se describe con detalle en el Capítulo Cinco.
- Servicios de representación de cubrimiento: *Applicable implementation specification: OGC Coverage Portrayal Service (CPS; <http://www.opengis.org/docs/02-019r1.pdf>)*.
- Servicios de presentación móvil.

Servicios de procesamiento

A diferencia de los servicios de datos, los servicios de procesamiento no están asociados con conjuntos de datos específicos. En su lugar, proporcionan operaciones para procesar o transformar datos en una manera determinada por los parámetros especificados por el usuario. Los servicios de procesamiento pueden estar conectados estrecha o libremente con otros servicios como los de Datos y Procesamiento. Los ejemplos más comunes de los servicios de procesamiento son:

- Servicios de Transformación de Coordenadas: convertir coordenadas geoespaciales de un sistema de referencia a otro. *Applicable implementation specification: Coordinate Transformation Services (CTS; <http://www.opengis.org/docs/01-009.pdf>)*.
- Servicios de Procesamiento de imágenes, detallados en el Tema 15 de Especificación Abstracta del OGC, incluyen:
 - Servicios de Manejo de Imágenes: manejan las imágenes (modificación de tamaño, cambio de color y valores de contraste, aplicando varios filtros, manipulando la resolución de las imágenes, etc.) y se utilizan para realizar análisis matemáticos de características de imágenes (histogramas de imágenes de computadora, circunvoluciones, etc.).
 - Servicios de Explotación de Imágenes: soportan el análisis fotogramétrico de imágenes escaneadas y de percepción remota, y la generación de informes y otros productos con base en los resultados del análisis.
 - Servicios de Síntesis de Imágenes: crean o transforman las imágenes mediante modelos espaciales computarizados, transformaciones de perspectiva y manejo de las características de las imágenes para mejorar la visibilidad, la resolución de enfoque, o reducir los efectos de capa de nubes o neblina.
- Servicios de análisis geoespacial: explotan la información disponible en un rasgo o colección de rasgos para derivar los resultados cuantitativos orientados a la aplicación que no están disponibles desde los propios datos crudos.
- Diccionarios geográficos: proporcionan el acceso a los datos geoespaciales indexados por nombre de lugar más que por ubicación de coordenadas. *Applicable implementation specification: Gazetteer service profile of a WFS (<http://www.opengis.org/docs/02-076r3.pdf>)*.

Encadenamiento de servicios

Los servicios de encadenamiento se pueden considerar como un caso especial de servicios de procesamiento, que permiten la combinación o la distribución de los resultados desde diferentes servicios en respuesta a las solicitudes de los clientes.

El encadenamiento de servicios eficaz es básico para su habilidad de equilibrar y combinar las fuentes de información múltiples presentadas por varios proveedores de servicios. La clave para alcanzar tal eficacia se encuentra en el uso de interfaces y codificaciones normadas en el diseño de los servicios subyacentes. El encadenamiento de servicios se requiere cuando una tarea que necesita un cliente no se puede proporcionar con un sólo servicio, sino por la combinación o la distribución de resultados a partir de varios servicios complementarios.

En realidad, la mayoría de las aplicaciones SIG requerirá el encadenamiento de diversos servicios geoespaciales y no geoespaciales. En la Figura 7.2 se muestra un escenario típico de encadenamiento de

servicios donde un Servicio de representación de cubrimiento (CPS: *Coverage Portrayal Service*) trae varios cubrimientos SIG desde diferentes servicios WCS, luego se forman mosaicos para representar la imagen compuesta resultante de Cambridge, Massachusetts. Un servicio de procesamiento vuelve a proyectar el cubrimiento resultante para cubrir otro sistema de referencia espacial. Un servicio de superposición complementa el cubrimiento con rasgos extraídos de un WFS, y envía el resultado al cliente como un mapa traducido.

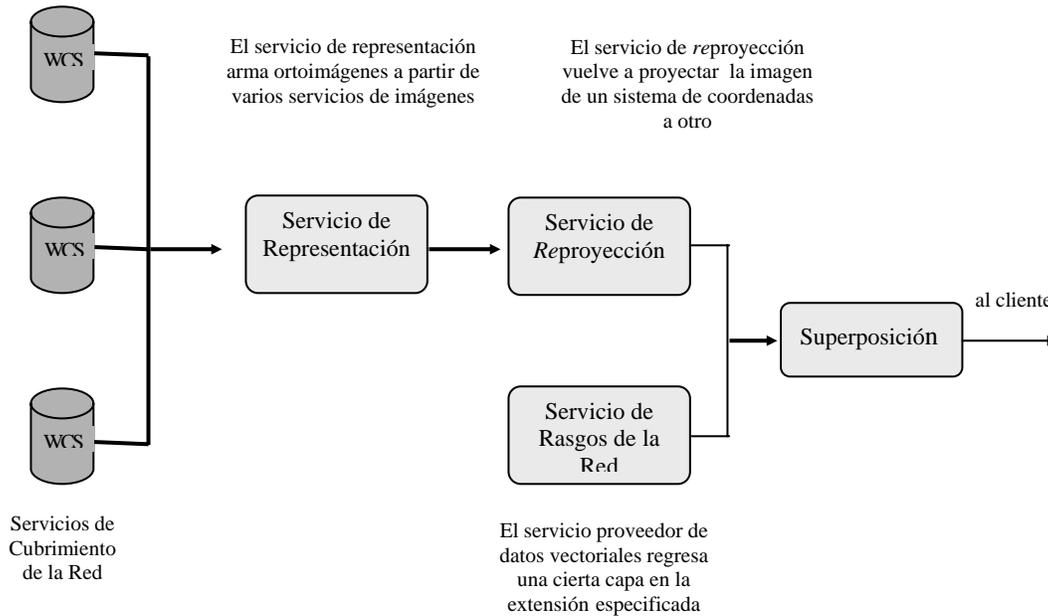


Figura 7.2. Ejemplo típico de encadenamiento de servicio.

Los métodos y las tecnologías para construir y expresar con eficacia y escalabilidad, y expresar las cadenas de servicio aún son áreas de constante investigación. Además, entre los asuntos que circundan la ejecución y el rastreo de una cadena de servicios típicos como el anterior, se encuentran:

- *Transparencia:* ¿Cuánto debería exponerse al cliente a las complejidades del encadenamiento del servicio? ¿Cuánto se debería implicar al cliente en la construcción, validación, ejecución y manejo de las cadenas de servicio?
- *Rastreo:* ¿Cómo se deberían rastrear y transmitir la cadena de servicio al cliente, las fuentes de datos geográficos usados a lo largo de la cadena, y las diferentes transformaciones aplicadas? Rastrear los metadatos es importante porque los usuarios no pueden confiar en los datos a menos que tengan cierta información sobre su resolución, parámetros de ortorrectificación, origen de la percepción remota, etc. Tal información también es esencial para evaluar la propiedad de uso de los datos regresados en diversas aplicaciones.
- *Informe de errores:* ¿Cómo deberían los servicios manejar los errores e informarlos en la cadena dirigida al cliente? Informar el error preciso es en particular importante en el caso de cadenas sincronizadas (como la que aparece en **¡Error! No se encuentra la fuente de referencia...**)

Hasta la fecha, se han identificado tres métodos generales de encadenamiento de servicio conforme a la ISO 19119:

- *Encadenamiento transparente definido por el usuario,* donde el usuario define y controla el orden y la ejecución de los servicios individuales. Este método de encadenamiento de servicios

requiere una profunda participación del cliente, lo cual puede dificultar la adopción amplia de los servicios geoespaciales de la red.

- *Encadenamiento opaco*, donde el encadenamiento del servicio se realiza mediante un nuevo servicio agregado. Los servicios aparecen como un servicio sencillo que maneja toda la coordinación de los servicios individuales detrás del servicio agregado. Los servicios agregados atan cadenas estáticas (predefinidas) de servicios y los presentan al cliente como uno solo. Sin embargo, el cliente pierde el control sobre el proceso de encadenamiento del servicio.
- *Encadenamiento transparente manejado por el flujo de trabajo*, donde la ejecución de la cadena es administrada por un servicio intermedio. Estos servicios pueden funcionar como pasarelas hacia otros servicios coordinando varios servicios sin tener que almacenar algunos datos de su propiedad (Alameh, 2003). Los servicios intermedios combinan la sencillez de los servicios agregados con la flexibilidad y el control inherentes al encadenamiento de servicios coordinados por el cliente. Los servicios intermedios pueden usar preferencias del cliente ya especificadas para buscar los datos y los servicios de procesamiento apropiados. Con el amplio margen de las posibles aplicaciones SIG y las distintas semánticas necesarias en los diferentes campos, es probable que las reglas internas de los servicios intermedios se sintonicen a dominios de aplicación específicos. La necesidad de tal especialización probablemente permitirá el surgimiento de una variedad de proveedores de servicio intermedios de valor agregado en el mercado SIG.

El encadenamiento de servicios geoespaciales (posiblemente junto con otros servicios no geoespaciales) aún se considera un área de investigación activa desde las perspectivas conceptual y de aplicación.

Enfoque de aplicación

Aun cuando los paquetes específicos de software SIG pueden ofrecer uno o más de los servicios presentados en una forma propietaria, hay unas cuantas normas y protocolos para proporcionar servicios de dominio geoespacial en una manera interoperable. En consecuencia, si necesitan aplicar cualquiera de estos servicios en su ambiente de producción, se recomienda que primero trate de reutilizar las interfaces existentes al grado posible. Debería tratar de trabajar con otros en su campo y con organizaciones normativas aplicables para diseñar las interfaces comunes que pueden cubrir sus necesidades. Al garantizar que los nuevos servicios se adapten al Marco de Servicios de OGC descrito y sean congruentes con las normas y las especificaciones abstractas existentes, usted contribuye a la sustentación y la extensibilidad de arquitecturas basadas en ese marco. Además, esto le permite responder con mayor facilidad a los nuevos requisitos y desarrollar con rapidez nuevas aplicaciones a la vez que se proporciona un amplio margen de clientes con la flexibilidad de mezclar y compaginar servicios cuando se construyen sus propias aplicaciones personalizadas.

En términos de tecnologías de soporte, el trabajo está en marcha dentro del OGC para definir el paquete de interfaces de servicio de la red que tiene vinculaciones explícitas para HTTP GET y POST (por ejemplo, especificaciones WMS, WFS y WCS). En este caso, XML es fundamental ya que proporciona la extensibilidad y la independencia del vendedor, la plataforma y el lenguaje que son la clave para la interoperabilidad basada en normas y conectada libremente. XML también se utiliza para definir varios métodos de codificación (por ejemplo, las especificaciones SLD, GML).

En cuanto al encadenamiento de servicios, el trabajo sigue en camino para habilitar el uso de tecnologías existentes y emergentes, como

- *Lenguaje de descripción de servicios de la red (WSDL: Web Services Description Language, <http://www.w3.org/TR/wsdl>)*, que brinda una forma para describir los mensajes y las operaciones de un servicio en una forma abstracta y las conecta en un protocolo concreto y un formato de mensaje. Un servicio de la red descrito con WSDL habilita programas, también conocidos como generadores *proxy*, para construir automáticamente una solicitud para ese servicio. Al no requerir la parte que solicita (cliente u otro servicio) para saber con anticipación la interfaz a cualquier servicio descrito por WSDL, WSDL hace que el encadenamiento transparente y manejado por el flujo de trabajo sea más fácil de aplicar. Sin embargo, debe notarse que en el caso de los servicios SIG, no es suficiente la descripción de las interfaces de servicio. En un campo centrado en los datos como el SIG, se necesita un mecanismo para describir las

características de los datos que varios servicios pueden servir o procesar. Dentro del OGC, lo anterior se adquiere normalmente al requerir a cada servicio SIG de la Red que soporte una operación *getCapabilities* que regresa, entre otra información, detalles sobre los datos soportados por ese servicio.

- *Descripción, descubrimiento e integración universal (UDDI: Universal Description, Discovery and Integration; <http://www.uddi.org>)* que permite a los negocios encontrar y comerciar entre sí con rapidez y de manera dinámica. El mayor obstáculo que desacelera la adopción del UDDI dentro de la comunidad geoespacial se atribuye al hecho de que los registros de la UDDI no soportan en este momento ningún tipo de consultas espaciales. Siendo que las consultas espaciales están en el corazón de cualquier aplicación SIG, la falta de capacidad para buscar los servicios o los datos mediante recuadros limitantes constituye una limitación real para los usuarios. Queda por ver si versiones futuras de UDDI soportarán tal funcionalidad.
- *Protocolo Sencillo de Acceso a Objetos (SOAP: Simple Object Access Protocol; <http://www.w3.org/TR/SOAP/>)* que proporciona un mecanismo sencillo y ligero para el intercambio de información estructurada y teclada entre pares en un ambiente distribuido descentralizado.
- *Ontología de Servicio de la Red basado en DAML (DAML-S: DAML-based Web Service Ontology; <http://www.daml.org/services>)* que proporciona a los proveedores un conjunto central de construcciones de lenguaje de marcación para describir las propiedades y las capacidades de sus servicios de la red en una forma inequívoca e interpretable por la computadora. El soporte DAML-S, para la selección, composición e interoperación automática de los servicios de la Red es de importancia particular para el encadenamiento de servicios. Tal soporte es posible porque DAML-S proporciona especificaciones declarativas de los prerrequisitos y las consecuencias del uso del servicio individual que son necesarios para la composición y la interacción del servicio automático. Estas especificaciones tienen el potencial de utilizarse para identificar dinámicamente los servicios que se pueden encadenar entre sí, y cuáles pueden ser sustituidos por otros para fines de respuesta a una solicitud específica.
- *Lenguaje de Ejecución de Procesos Comerciales para Servicios de la Red (BPEL4WS: Business Process Execution Language for Web Services; <http://www.106.ibm.com/developerworks/webservices/library/ws-bpel/>)* que define una notación para especificar el comportamiento del proceso comercial con base en los Servicios de la Red. Es una norma promovida por Microsoft, IBM, Siebel, SAP y BEA para orquestar servicios discretos en procesos comerciales completos. Los procesos definidos en BPEL pueden exportar e importar funcionalidad usando las interfaces de Servicio de la Red exclusivamente. BPEL proporciona un lenguaje para la especificación formal de procesos comerciales y protocolos de interacción comerciales. Por ello, se extiende el modelo de interacción de los servicios de la Red y permite soportar transacciones comerciales, BPEL define un modelo de integración interoperable que debería facilitar la expansión de un proceso automatizado de integración en los espacios intracorporativo y de negocio a negocio.

Queda por ver cómo se pueden equilibrar las tecnologías listadas (y otras) para la descripción, el descubrimiento y el encadenamiento de servicios dentro del dominio geoespacial. Mientras más pronto se trabaje un método probado y confiable, más rápido se cosecharán los beneficios de los servicios geoespaciales. Los servicios geoespaciales interoperables beneficiarán de manera especial a la investigación científica y al modelado de ingeniería, así como a los escenarios gubernamentales estatal y federal donde no es probable que los sistemas jerárquicos fuertemente conectados proporcionen el respiro y la flexibilidad deseados. Los usuarios pueden combinar los servicios libremente para crear soluciones personalizadas con esfuerzos mínimos de programación, integración y mantenimiento.

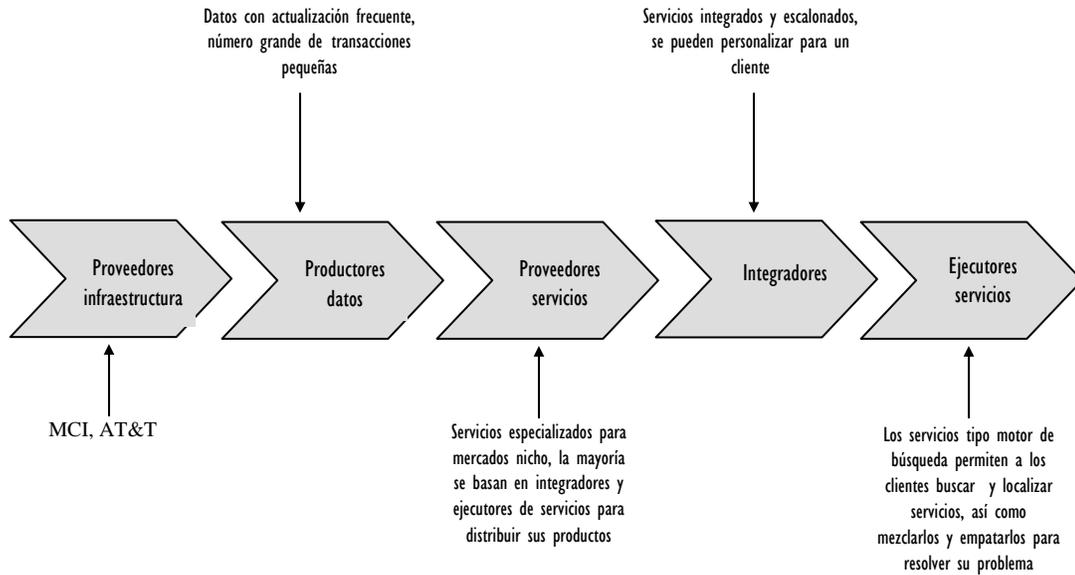


Figura 7.3. Cadena potencial de valores para un mercado SIG basado en los servicios.

En ese tipo de ambiente de servicio, al tener expertos en ciertos campos o industrias le puede proporcionar la ventaja de soluciones personalizadas exclusivas para sus socios y clientes. Como se aprecia en la Figura 7.3, en este ambiente no será necesario que los participantes construyan sistemas integrales para ganar una acción en el mercado. El nuevo ambiente puede abrir la puerta a pequeños participantes nicho para entrar a este mercado con ofertas de aplicación específicas que estabilizan el entendimiento de industrias o procesos particulares.

Recomendaciones

A la luz de los métodos descritos de organización y aplicación, y de la importancia de la interoperabilidad en el sostenimiento de una IDE escalable, los autores del Recetario recomiendan:

- **Cumplir con las interfaces y las codificaciones reguladas existentes al implementar sus servicios geoespaciales (para incrementar el acceso de otras personas a su acervo de datos y ofertas de servicios);**
- **Solicitar a sus proveedores COTS el soporte de las interfaces y codificaciones reguladas existentes (para permitirle mejorar su acceso a fuentes de datos y servicios geoespaciales externos);**
- **Referirse al Marco de Servicios de OGC y a la ISO 19119 Arquitectura de Servicios cuando se diseñen nuevos servicios, para así garantizar que éstos se acoplen bien dentro de la arquitectura de referencia existente;**
- **Al diseñar nuevos servicios, tratar de reutilizar las interfaces existentes en lo posible; además deberá trabajar con otros en su campo, así como las organizaciones normativas aplicables (como ISO, OGC, W3C) para diseñar interfaces reguladas que puedan cubrir sus necesidades;**
- **Equilibrar y construir sobre TI generales y tecnologías de servicios de la Red para garantizar mayor aceptación y uso de sus servicios geoespaciales. En la mayoría de los casos, las tecnologías más generales necesitarán extenderse para tratar los requisitos que son únicos para la comunidad geoespacial. Es necesaria la comunicación con TI generales y los organismos normativos de servicios de la Red cuando se trabaja con extensiones geoespaciales específicas.**

Referencias y ligas

- [1] Alameh, Nadine. *Chaining Geographic Information Web Services*, IEEE Internet Computing (2003), Volumen 7, Número 5.
- [2] Percivall, George (ed.), *OpenGIS Abstract Spec Topic 12: OpenGIS Service Architecture*, versión 4.3 (2001): <http://www.opengis.org/docs/02-112.pdf> .
- [3] Kottman, Cliff (ed.), *OpenGIS Abstract Spec Topic 15: Image Exploitation Services*, versión 5 (2000): <http://www.opengis.org/docs/00-115.pdf> .
- [4] Kottman, Cliff (ed.), *OpenGIS Abstract Spec Topic 16: Image Coordinate Transformation Services*, versión 4 (2000): <http://www.opengis.org/docs/00-116.pdf> .
- [5] Daly, Martin (ed.), *Coordinate Transformation Services*, versión 1 (2001): <http://www.opengis.org/docs/01-009.pdf> .
- [6] Mabrouk, Marwa (ed.), *OpenGIS Location Services (OpenLS): Core Services*, versión 1 (2003): http://portal.opengis.org/files/?artifact_id=3418 .
- [7] Buehler, Kurt (ed.), *OpenGIS Reference Model (ORM)*, versión 0.1.2 (2003): <http://www.opengis.org/docs/03-040.pdf> .

Capítulo Ocho. Extensión y construcción de capacidades

Editor: Uta Wehn de Montalvo, Reino Unido.

Introducción

En este capítulo se describen los elementos más "blandos" de la Infraestructura de Datos Espaciales (IDE), dirigiéndose a las actividades de extensión y construcción de capacidades que acompañan los elementos más técnicos para producir una IDE ya vistos en capítulos anteriores. No obstante, los aspectos de la implementación de una IDE aquí mencionados presentan desafíos considerables porque dependen de la voluntad de las personas para cooperar en diferentes organizaciones e instituciones.

El capítulo toma en cuenta cuándo tiene sentido desarrollar una infraestructura de datos espaciales, cómo se relaciona con los esfuerzos regionales y la Infraestructura Global de Datos Espaciales, y cómo se pueden utilizar las actividades de extensión y de construcción de capacidades en la aplicación de una IDE.

Se han ilustrado las contribuciones de los países desarrollados y en vías de desarrollo. Se colocan en diferentes extremos del espectro del desarrollo de la IDE; algunos de estos países han ganado mucha experiencia en la aplicación de una IDE, mientras que otros apenas empiezan.

Varias personas han contribuido con su aportación o comentarios a este capítulo. Gracias a Mark Reichardt, FGDC, Estados Unidos; Liz Gavin, NSIF, Sudáfrica; Camille A.J. van der Harten, Unidad Regional de Percepción Remota del SADC, Zimbabwe; Rita Nicolau, CNIG, Portugal; Bob Ryerson, Kim Geomatics Corporation, Canadá; Terry Fisher, CEONET, Canadá; Ian Masser, EUROGI; Hiroshi Murakami, Ministerio de Construcción, Japón; y Steve Blake, AUSLIG, Australia. Asimismo, se hace un reconocimiento al Programa en Sistemas de Información Medioambiental en el Subsahara de África (EIS-SSA: Environment Information Systems) por poner a disposición los informes de mejores prácticas en los sistemas de información medioambiental para varios países.

Contexto y fundamento

¿Cuándo tiene sentido una infraestructura de datos espaciales?

Los continuos avances en las tecnologías de percepción remota, cartografía y tecnologías geoespaciales, incluyendo una creciente variedad de habilidades de adquisición de datos y capacidad informática de bajo costo y mayor poder, junto con el desarrollo de la tecnología de los sistemas de información geográfica, han permitido y aumentado la demanda de la información geográfica. Como está creciendo la importancia de la información geográfica en la dirección de los asuntos sociales, medioambientales y económicos complejos que enfrentan las comunidades en todo el mundo, el establecimiento de una infraestructura de datos espaciales para soportar la compartición y el uso de sus datos local, nacional y transnacionalmente le da cada vez más sentido.

Sin una IDE coherente y congruente en el lugar, se tienen ineficiencias y se pierden oportunidades en el uso de la información geográfica para resolver problemas. Además, las tecnologías espaciales se están utilizando más y más en diversas organizaciones de países desarrollados y en vías de desarrollo, se suman varios obstáculos al cuello de botella de la información geográfica (pase al Ejemplo 1). La carencia de coordinación institucional, flujo de información insuficiente, superposición de iniciativas, duplicación de actividades y resultados de campo, pobre administración de recursos e insuficiente calificación del personal técnico son algunos de los problemas más apremiantes. Además, se carece de metadatos normados y hay poca documentación sobre quién hace qué y los tipos de información disponibles. Esto tiene un efecto negativo doble. Por una parte, los usuarios potenciales de datos e información tienen dificultades para encontrar o tener acceso a la información adecuada necesaria y, por la otra, los proveedores de información no conocen lo que tienen, lo que a su vez impide una mejor organización de la información para su disseminación y mayor valor.

Es importante tomar en cuenta que mientras más se posponga la armonización de las bases de datos independientes, más difícil se hará la interoperabilidad. Los costos para integrar los sistemas independientes en un concepto de IDE crecen exponencialmente con el tiempo y el número de conjuntos de datos. Lo anterior

sugiere que debería tomarse en cuenta lo más pronto posible una iniciativa coordinada y basada en los principios de una IDE. Un estudio de factibilidad llevado a cabo en Malasia antes de la aplicación de la IDE nacional concluyó que una IDE presentaría una oportunidad con beneficios dinámicos que crecerían con el tiempo, culminando en un desarrollo socioeconómico acelerado de la nación en combinación con una reducción en retrasos en la aplicación de proyectos (<http://www.nalis.gov.my/laman/kertas6e.htm>).

Sin embargo, la elaboración de una IDE se basará realmente en las oportunidades proporcionadas por la estabilidad sociopolítica y el contexto legal de un país, así como de otros servicios institucionales importantes que podrían servir de instrumentos a la vez que se instala un proceso dinámico de creación e intercambio de información (consulte el Ejemplo 1).

EJEMPLO 1

RESUMEN DE LAS CONDICIONES ACTUALES EN LOS PAÍSES EN DESARROLLO A NIVEL MUNDIAL

La conciencia del valor de la información geográfica y sus aplicaciones es cada vez mayor, tanto en el sector público como en el privado.

La creciente conciencia del potencial del SIG entre las instituciones del sector público, organizaciones gubernamentales, así como sector privado, significa que el uso de los sistemas de información geográfica está aumentando cada año. Sin embargo, con frecuencia los sistemas de datos espaciales existentes no están ligados técnicamente y la coordinación institucional sigue siendo débil. La mayoría de los avances de SIG comenzaron con la aplicación de una componente de información para proyectos específicos. Los sistemas no están diseñados para garantizar una compartición de datos uniforme, sino que primero responden a necesidades específicas de la organización anfitriona. Aunque ello ha ayudado al diseño de sistemas con un método accionado por la demanda, esta evolución no creó un contexto favorable para el intercambio de datos correcto.

La cooperación y la coordinación entre las organizaciones del sector público se encuentran limitadas.

Debido a la falta de coordinación, las diferentes estructuras de datos no serán compatibles para facilitar el intercambio de datos. Aun cuando hay relación entre las personas por la red, se basan en contactos individuales y no son reflejo de una coordinación operativa de las actividades. Por lo general, no hay una IDE nacional y no hay una agencia líder que haya iniciado las actividades para crear una. Muchos de los sistemas aún están en la fase de instalación. Donde hay metadatos, distintas agencias los mantienen utilizando varios formatos y herramientas. Por lo general, faltan elementos comunes que podrían facilitar el intercambio de datos, como las mismas escalas de trabajo, el mismo software SIG, y la completitud de la base de datos nacional que podría usarse en forma de capas de información básica común. En muchos casos, no hay una ley de derechos de autor y la mayoría de las agencias públicas necesitan comercializar su producto para encontrar recursos adicionales a fin de mantener y actualizar sus datos. Muy pocas instituciones han empezado a definir políticas claras de intercambio de datos para diseminar su información.

El desarrollo y la aplicación son muy internos y aislados, y no favorecen la colaboración para compartir datos.

Las bases de datos espaciales construidas son "sistemas independientes", que utilizan filosofías y tecnologías individuales (conceptos, estructuras, hardware o software). La mayoría de estas aplicaciones son impulsadas por la tecnología o los donantes y como tales están relacionadas a asuntos medioambientales específicos. Todo el problema se agrava en los países en desarrollo ya que las agencias suelen tener un donante distinto. Cada donante tiende a fomentar su propia solución: lo que resulta en una competencia entre agencias en vez de cooperación. Pocos de ellos están listos para entregar algunos productos, ninguno es funcional por completo. Por lo común, no es técnicamente posible la comunicación entre las diferentes implementaciones debido a que faltan las normas de comunicación comunes para el intercambio de datos. El intercambio de información entre instituciones y equipos varía desde limitado a no existente. Con frecuencia, la relación entre las aplicaciones se caracteriza por la competencia más que por la cooperación. Los sistemas existentes sirven primero para el propósito y el mandato de sus organizaciones anfitrionas, las que apenas están empezando a

cooperar y coordinar. Hay una cooperación y una coordinación muy limitadas entre las organizaciones del sector público.

La mayor parte de la motivación para emplear información y herramientas geográficas es de carácter interno para servir a las necesidades primarias de las instituciones. No se han comenzado a enfatizar la extensión y la educación.

La mayoría de las instituciones están motivadas por su propia misión y por lo tanto, en mayor grado no se suscriben a los objetivos de la política nacional. Los sistemas existentes sirven en primer lugar a su propia clientela, sin preocuparse por las necesidades de otros usuarios potenciales. Esto lleva a la duplicación de esfuerzos y en ocasiones al ineficiente uso de los recursos, tanto económicos como humanos. La compartición de la información en una manera transparente no es la principal característica de la cultura de comunicación usual. En lugar de ello, la comunicación está ligada a la jerarquía y a la autoridad. Dado que el éxito de una IDE se basa en gran medida a la red transectorial y al acceso a la información, la inherente "cultura de la comunicación" organizativa impide la construcción de una IDE eficiente.

Hay pocas iniciativas de políticas nacionales en camino para fomentar la compartición y la colaboración en los datos y las prácticas geográficas.

Solamente hay algunos enlaces institucionales formalizados para compartir los datos. En realidad, cada organización tiene su propia manera de producir datos digitales. Algunos departamentos están elaborando sus propias normas de datos, incluyendo esquemas de clasificación para su propio uso. La conciencia de los asuntos de derechos de autor está creciendo, pero casi siempre hay una ausencia total de políticas sobre la administración de la información: no ha sido atendida porque no se ha considerado como una prioridad.

La organización vertical dentro del gobierno y la administración está restringiendo la comunicación transectorial.

Debido a la fuerte cultura de organización vertical del gobierno y la administración, no hay un estímulo real de la comunicación transectorial. Cada ministerio o departamento lleva a cabo su propio mandato, tratando de crear su propia base de datos y su sistema de información, según sus necesidades, puntos de vista y prioridades. La información se maneja en una dirección estrictamente vertical, siguiendo las jerarquías; parece estar siempre ligada a las personas y su status dentro de la jerarquía. El intercambio de información transectorial está limitado a la organización informal. El manejo de la información es un asunto político, un tema cultural.

El acceso a la información está obstaculizado por la falta de transparencia.

El acceso a la información no sólo es cuestión de propiedad y actitud hacia la comunicación. La transparencia aún no es la característica principal de la cultura de la comunicación y permanece como un problema importante. Nadie sabe en realidad quién dispone de qué, dónde está disponible qué o quién está a cargo de producir qué. Sin un concepto general de información, sin mandatos, tareas y responsabilidades claras, sin una base de datos y metadatos, el acceso a la información sigue siendo una situación casual, una cuestión de relaciones personales y de buena o mala suerte. Los usuarios de la información tienen que conocer la información y, en algunos casos, cazarla. Para recolectar información precisa se necesita una buena red personal, con base en relaciones personales, o mucho tiempo y buenos nervios. Los mayores obstáculos técnicos para compartir los datos residen en la falta de aplicación de una norma nacional para los datos espaciales, esquemas de clasificación incompatibles y la casi total ausencia de documentación de datos o metadatos. Se derivan dificultades adicionales de las restricciones en la diseminación espacial para mapas de áreas fronterizas.

Estos problemas no son exclusivos de los países en desarrollo. Un problema fundamental que yace bajo la compartición y la distribución de los datos es la creencia de que se gana poder e influencias de la información que se retiene y se controla. De hecho, el verdadero poder lo mantienen quienes distribuyen la información y cuya información se utiliza a niveles políticos mayores. Una vez dado este salto de fe, como ha sido en varios países, la compartición de los datos se vuelve sorprendentemente sencilla.

EJEMPLO 2

IDE nacional de EU: Gran parte de lo que es hoy el Comité Federal de Datos Geográficos (FGDC) y la Infraestructura Nacional de Datos Espaciales (INDE) tienen sus raíces en la preocupación de las administraciones presidenciales desde los años cincuenta para coordinar mejor las operaciones de las agencias encargadas de levantamientos, cartografía y funciones SIG relacionadas en el gobierno. Dos actividades importantes para activar la coordinación fueron la Circular A-16 de la Oficina de Administración y Presupuesto, de fines de los cincuenta, y las actividades de la fuerza de trabajo federal de cartografía convocadas a principios de los setenta. El Grupo de Trabajo estaba a cargo de estudiar la posibilidad de reducir la duplicación y la superposición potenciales, y de reducir costos eventualmente. Continuaron las presiones para consolidar las funciones de la IG del gobierno, y a inicios de la década de los noventa el gobierno de Estados Unidos reconoció la necesidad de establecer una infraestructura de datos espaciales de apoyo como parte de su Infraestructura Nacional de Información. Con el avance de la tecnología y el incremento de las computadoras personales, hubo una explosión acelerada en la producción de información digital de diversas fuentes federales, estatales, locales, y de otras públicas y privadas. La necesidad de una infraestructura compatible para encontrar, compartir y explotar información a través de jurisdicciones se convirtió en un objetivo común de muchas organizaciones para reducir la duplicación y mejorar el soporte a los usuarios, y coordinar mejor las operaciones de las agencias encargadas de levantamientos, cartografía y funciones relacionadas con SIG. El FGDC fue creado en 1990 para "promover el desarrollo, el uso, la compartición y la diseminación coordinadas de los datos geográficos". El soporte específico fue solicitado por varias agencias federales esenciales relacionadas con misiones geoespaciales. En la actualidad, el FGDC ha agregado más departamentos federales clave; otras agencias y oficinas también serán miembros en poco tiempo. El papel de otras agencias federales se está expandiendo ya que formalizan la significación espacial de sus datos sociales, medioambientales y económicos, y el enfoque del FGDC se está orientando hacia la obtención de estos tipos de datos (como los de crimen y salud), reconocidos como componentes de la infraestructura nacional de datos espaciales. El FGDC también ha propagado sus asociaciones para incluir gobiernos estatales, locales y tribales, y representantes de la industria SIG y la academia.

La IDE nacional en Australia: En Australia, el ímpetu inicial provino del Consejo de Información de la Tierra de Australia y Nueva Zelanda (ANZLIC: *Australia New Zealand Land Information Council*), el organismo intergubernamental cumbre para los asuntos de datos espaciales. Cada estado y territorio y la mancomunidad estaban representados pero no había copartícipes de la industria. Unos tres años de la ASDI se ocuparon en orientar el tamaño de las tareas por venir y la ubicación de los trabajos y el estado de la agencia líder para las tareas específicas. Los últimos 12 meses han visto la operacionalización de los programas de la IDE en cada uno de los Estados y Territorios.

Encuesta de IDE nacionales y regionales: Una encuesta global de muchas IDE nacionales y regionales se puede encontrar en <http://www.spatial.maine.edu/harlan/GSDI.html>, la que reúne información base sobre la naturaleza y las características de las IDE nacionales que están en desarrollo. Para cada entrada nacional o regional, se proporciona la siguiente información:

- tipo de organización(es) que toma el liderazgo en la coordinación y el desarrollo de la IDE,
- tipos, categorías y formas de los datos digitales espaciales disponibles mediante la IDE,
- mecanismos de acceso técnico y operativo de la IDE,
- participación del sector privado en la IDE,
- conjuntos de datos del dominio público
- mandato legal u órdenes formales detrás del establecimiento de la IDE
- componentes de la IDE
- desafíos más apremiantes.

Otro recurso importante, considerando las distintas estrategias de desarrollo de la IDE, se puede encontrar en <http://www.gsdi.org/canberra/masser.html>. Se proporcionan más avances de infraestructuras en <http://www.gsdi.org/>.

Estas fuentes sugieren que los conceptos de datos centrales (o datos marco), normas de datos, centros de información y metadatos son bien aceptados como parte de las IDE en muchas naciones del mundo. Desde el punto de vista del desarrollo de la IDE global, éstas son áreas donde colectivamente deberíamos unir nuestros esfuerzos para llegar a un acuerdo internacional, donde sea posible.

Una IDE tiene sentido a nivel local, nacional, regional y global donde la superposición y la duplicación en la producción de la información geográfica van acompañadas de flujos insuficientes de información geográfica entre diferentes copartícipes, debido a la falta de normalización y armonización de las bases de datos espaciales. Una vez reconocida la importancia de proporcionar la información geográfica como una infraestructura semejante a las redes de caminos y telecomunicación, tiene sentido asegurarse que una Infraestructura de Datos Espaciales congruente se desarrolle a nivel local, nacional y global.

La IDE "ideal": las características de lo que se puede describir como una IDE "ideal" se detallan a continuación:

- Hay una plataforma de datos espaciales común organizada según las capas y las escalas (o resolución) aceptadas que está disponible para toda el área de cubrimiento geográfico (parcela, vecindario, ciudad, condado, estado, nación, etc.) a los que se pueden referir con facilidad otros datos geoespaciales.
- Los datos básicos (o centrales) son de fácil acceso y están disponibles sin costo o a uno pequeño en fuentes continuas y amigables para el usuario a fin de satisfacer las necesidades públicas y fomentar la conformidad con los mismos por parte de los productores de otros datos geoespaciales.
- Tanto los datos básicos como otros datos geoespaciales, como lo solicitan y lo especifican cooperativamente los productores y los usuarios de datos, se actualizan según las normas y las mediciones de calidad aceptadas por la comunidad.
- Los datos temáticos y tabulares también están disponibles en términos compatibles con los datos básicos.
- Los datos geoespaciales rentables producidos por una organización, jurisdicción política o nación son compatibles con datos similares producidos por otras organizaciones, jurisdicciones políticas o naciones.
- Los datos geoespaciales se pueden integrar con muchas otras clases o conjuntos de datos para producir información útil para la toma de decisiones y el público, cuando sea apropiado.
- La responsabilidad para generar, mantener y distribuir los datos está bastante compartida por los diferentes niveles de gobierno y el sector privado. Los gobiernos aprovechan las capacidades disponibles del sector privado a precios razonables más que mantener las capacidades permanentes.
- Los costos de generación, mantenimiento y distribución de esos datos se justifican en términos de los beneficios públicos o de las ganancias privadas; la superposición y la duplicación entre las organizaciones participantes se evitan en la medida de lo posible.

(Academia Nacional de Administración Pública 1998 de Estados Unidos).

Enfoque organizativo

Principios de la IGDE

En la Segunda Conferencia de la IGDE en 1997, la Infraestructura Global de Datos Espaciales (GSDI) se definió como: "... políticas, enfoques organizativos, datos, tecnologías, normas, mecanismos de entrega y recursos económicos y humanos necesarios para garantizar que quienes trabajan a escala global y regional no se vean impedidos en cumplir sus objetivos."

Se pretende que la IGDE no sea competitiva, sino colaboradora, así como que construya y uniforme actividades comunes en el campo de los intercambios y la armonización de la información geográfica. La IGDE está prevista para soportar el acceso transnacional o global a la información geográfica y es vista por muchos como capital para la respuesta al desafío del desarrollo sustentable global. Es una promoción eficaz de las infraestructuras de datos espaciales nacionales o regionales.

A continuación se presentan ejemplos de cómo estos principios son promovidos e implementados a nivel regional e internacional:

EJEMPLO 3

Colaboración regional: La Organización Paraguas Europea para la Información Geográfica (EUROGI: *European Umbrella Organisation for Geographic Information*) fue instituida para fomentar la extensión de la información geográfica y la construcción de capacidades a nivel regional. Los objetivos de EUROGI son soportar la definición y la aplicación de una política de información geográfica europea (IG) y facilitar el desarrollo de la Infraestructura Europea de Información Geográfica (EGII: *European Geographic Information Infrastructure*). También representa la visión europea en el desarrollo de una Infraestructura Global de Datos Espaciales (GSDI) y es el contacto regional europeo de la IGDE. En un sentido más general, EUROGI trata de fortalecer el mayor uso de la IG en Europa mediante la mejor disponibilidad y acceso a la misma, la eliminación de restricciones legales y económicas para su uso, y la promoción del empleo de normas. Como una asociación de asociaciones, EUROGI trabaja por el desarrollo de organizaciones nacionales fuertes de IG en todos los países europeos con énfasis particular en las organizaciones dentro de los países europeos centrales y orientales.

Colaboración internacional: Estados Unidos ha sido reconocido como un líder mundial en el desarrollo y el uso de la información geográfica y las tecnologías relacionadas. Recientemente, en nombre del comité organizador de una conferencia de Infraestructuras Globales de Datos Espaciales, el FGDC llevó a cabo una encuesta de las actividades de IDE en todo el mundo. La encuesta mostró que hay un creciente número de países diseñando o planificando el desarrollo de infraestructuras de datos espaciales. Estas iniciativas, a la vez que reflejan las necesidades específicas de diversas naciones, tienen muchos componentes en común. Estos mismos componentes también son parte de la Infraestructura Nacional de Datos Espaciales de Estados Unidos, que se está convirtiendo en el modelo que, con frecuencia, observan y utilizan otras naciones para encontrar formas en las que puedan coordinar y usar mejor la información geográfica. El FGDC está incrementando su enfoque en la comunidad internacional y global para ayudar a garantizar que el desarrollo de la IGDE se efectúe de tal manera que datos, prácticas y aplicaciones se puedan compartir cuando sea posible para abordar los asuntos económicos, medioambientales y sociales a nivel transnacional, regional y global. El FGDC es un sustentador activo de la IGDE, está buscando acuerdos entre naciones para fomentar la colaboración de la IDE sobre asuntos de interés mutuo, y es un decidido proponente de la formación de un Comité Permanente de las Américas para tratar los asuntos específicos de las infraestructuras a las naciones en las Américas.

Diferentes niveles de colaboración internacional: GeoConnections, el programa responsable para poner en práctica la Infraestructura Canadiense de Datos Geoespaciales (CGDI: *Canadian Geospatial Data Infrastructure*), considera que las asociaciones internacionales son importantes en muchos niveles. Por ejemplo, el centro distribuidor canadiense es interoperable con los centros de información de Estados Unidos y Australia, y el programa canadiense ha sostenido el desarrollo de las herramientas de acceso que se están reutilizando en Estados Unidos y Canadá. Los canadienses han estado muy participativos en muchas de las actividades normativas internacionales y ahora, conforme se implementen las infraestructuras, hay una oportunidad significativa para cooperar con los socios internacionales y la industria en el desarrollo de las especificaciones de aplicación, como los Servicios de Catálogo del Consorcio *OpenGIS* y el Banco de Prueba del Mapeo por la Red.

Ejecución de la IGDE

Los copartícipes y las partes interesadas en el desarrollo de la IGDE fueron identificados en la tercera Conferencia de la IGDE (1998) en Canberra, Australia:

"El logro de la IGDE dependerá de las asociaciones entre muchos grupos, incluyendo industria, consumidores academia y gobierno. La IGDE debe elaborar actividades de extensión para garantizar que las instituciones y las organizaciones que puedan beneficiarse y se beneficiarán de una infraestructura global de datos espaciales mejorada tengan la oportunidad de participar. En esta reunión, resultó evidente que las organizaciones y agencias cartográficas nacionales, organizaciones y agencias cartográficas a nivel estatal, la industria, la academia y diferentes agencias gubernamentales están muy interesadas en el desarrollo de la IGDE.

- **Organizaciones y agencias cartográficas nacionales**

Las organizaciones y agencias cartográficas nacionales tienen un papel clave en la garantía de que se desarrollan y mantienen datos marco geoespaciales actualizados. Ese tipo de datos son clave para, entre otros, la promoción del desarrollo económico sustentable, mejora de la calidad medioambiental, administración de recursos, mejora de la salud pública y la seguridad, modernización de gobiernos sean locales, nacionales o regionales, y las respuestas a desastres naturales y de otro tipo. Por lo tanto, estas organizaciones juegan un papel vital para facilitar el desarrollo de una IGDE.

- **Industria**

La industria está trabajando para proporcionar tecnología, datos y servicios para sostener las actividades de la IGDE. En particular, la industria tiene una actividad crucial para garantizar que se cuente con tecnologías de información eficaces (congruentes con las normas y las especificaciones elaboradas por grupos como ISO y OGC) y que estas tecnologías soporten los requerimientos de la IGDE. Por consiguiente, es imperativo que tales organizaciones realicen un papel importante y proactivo en la construcción de una IGDE.

- **Otras agencias, organizaciones e instituciones**

Hay muchas otras agencias, organizaciones e instituciones que recolectan y utilizan datos geoespaciales que junto con organizaciones y agencias cartográficas nacionales y la industria pueden y deberían tener un papel significativo en las actividades de la IGDE. Es importante buscar maneras para fomentar la cooperación, la colaboración y la comunicación entre el mayor número de copartícipes posible.

- **Iniciativas de IDE nacionales y regionales**

Cada vez aumenta el número de iniciativas substanciales a nivel nacional y regional que pueden actuar y actuarán como un estímulo para el desarrollo de la IGDE. Varias de estas iniciativas se destacaron en la Tercera Conferencia de la IGDE: desarrollos nacionales en áreas como Malasia, Hungría, Nueva Zelanda, EU, Reino Unido y Canadá, y desarrollos regionales en áreas como Sudamérica, la región del Mar Báltico, Europa, Asia y el Pacífico. Estas iniciativas se están documentando en varias formas y esta documentación proporciona un valioso recurso para los proponentes de la IGDE."

La IGDE actúa como una organización paraguas que reúne comités nacionales y regionales, y otras instituciones internacionales apropiadas. Como tal, ofrece una oportunidad para países proactivos en la aplicación de la IDE a que sean generosos con ideas, conocimiento y experiencia de la puesta en práctica de la IDE a varios niveles. Más que imponer una IDE regional o nacional de la noche a la mañana, los proyectos tangibles como el Recetario de la IDE brindan la ocasión para ayudar a otros países en la elaboración de una IDE. Se puede considerar una agrupación de recursos al que diferentes países o regiones pueden acceder y contribuir.

EJEMPLO 4

Unión de recursos: La Iniciativa Mapeo Global, Globalmap, promovida por el Instituto de Levantamientos Geográficos de Japón, es una agrupación clave de recursos para el desarrollo de la IGDE para intercambiar experiencias institucionales y tecnológicas y normas entre muchos países. El FGDC de EU, en colaboración con otras naciones, ha ayudado a sembrar muchas normas comunes y mejores prácticas. Japón adoptó su Asociación de Promoción de la Infraestructura Nacional de Datos Espaciales (NSDIPA: National Spatial Data Infrastructure Promoting Association) como un reflejo de la INDE de EU. Otras naciones han adoptado o han basado sus INDE en las prácticas, las normas y los conceptos marco del FGDC. Algunas normas del ISO TC 211 se basan en las normas diseñadas por el FGDC (por ejemplo, Metadatos). Globalmap ejemplifica un "marco" mundial, ISO TC 211, el ambiente normativo de referencia necesario para asegurar la compartición de datos entre jurisdicciones.

No es necesario implementar una IDE nacional antes de preparar una IDE regional. Se debe prestar especial atención a la coordinación y la cooperación regional e internacional con otros países y con instituciones y donantes internacionales. El enfoque conjunto para la IDE dentro de una región en particular, por ejemplo, ahorraría no sólo energía y gastos. El potencial para la sinergia sería considerable, dado que sería posible habilitar un intercambio entre fronteras de datos e información, y soportar elementos de la infraestructura como software para centros de información y estructuras de metadatos.

Las normas y los modelos para una IDE común no se tienen que reinventar en cada país. Por ejemplo, una visión y normas comunes en Sudáfrica mejorarían la eficacia de las IDE nacional y regional. Esto ocasionaría un intercambio poderoso de experiencias y resultados, una coordinación y división de trabajo dentro de las instituciones nacionales que existen en la región, incluyendo NGO y representantes de los donantes involucrados, una participación eficaz con un comité directivo conjunto no permanente como organismo coordinador.

Enfoque de aplicación

¿Cómo se construye una IDE exitosa como parte de la IGDE?

Se pueden encontrar muchas historias de éxito que animan a los que apenas empiezan a desarrollar una IDE. Sin embargo, puede ser igualmente útil saber que no están solos en las dificultades en que se encuentran. Puede llevarse algún tiempo hasta que los esfuerzos produzcan fruto y se necesita considerar diferentes estrategias y puntos de vista para atraer a la gente (revise el Ejemplo 5).

EJEMPLO 5

Retrasos en el éxito: Como lo ha solicitado con frecuencia la comunidad de IG en Sudáfrica, la tecnología para capturar y publicar los metadatos ha sido ubicada por la dirección del Marco Nacional de Información Espacial (NSIF: National Spatial Information Framework), a cargo de poner en práctica la IDE nacional. Para los usuarios, no hay costos asociados con este centro distribuidor (Servicio de Descubrimiento de los Datos Espaciales). Sin embargo, a pesar de los mejores esfuerzos del NSIF, el hecho de que el centro distribuidor está disponible, no parece estar en la mente de las personas aún y siguen saliendo con respuestas como "lo que en realidad necesito es...". Además, la gente no contribuye con los metadatos que se van a incluir en el sistema.

Aun cuando falta conciencia y participación es probable que sea temporal. En una encuesta reciente de la comunidad de IG de Sudáfrica, alrededor de 70% de las organizaciones participantes consideraron al centro distribuidor proporcionado por el NSIF un servicio muy importante, pero sólo en un pequeño porcentaje indicó que poseían las habilidades de metadatos necesarias (Wehn de Montalvo, 1999). Ya con estas habilidades, podrían incrementarse el uso y las contribuciones de metadatos para el Servicio de Descubrimiento de Datos Espaciales.

Aunque no hay una receta para construir una IDE, han surgido los siguientes aspectos como "lecciones aprendidas" de la arena internacional de desarrollos de IDE. Tal vez tengan que adaptarse al sistema político y al contexto social específicos dentro de los que se prepara la IDE.

- **Construir un proceso de consenso: según intereses comunes y crear una visión común.**
- **Esclarecer el enfoque y el status de la IDE.**
- **Intercambiar las mejores prácticas local, regional y globalmente.**
- **Tomar en cuenta el papel de la administración en el desarrollo de capacidades.**
- **Considerar el patrocinio y el compromiso de los donantes.**
- **Establecer participaciones amplias y fuertes con los sectores privado y público.**
- **Crear centros de información y usar las normas internacionales abiertas para datos y tecnología.**

Crear una visión común: Una visión común puede ser una herramienta administrativa muy poderosa, en especial en proyectos complejos, donde varias partes tienen que cooperar para llegar a un consenso. Una

visión de la IDE nacional podría ayudar a mejorar las actividades venideras dirigidas hacia un objetivo mutuo, mismo que puede abrir perspectivas y ofrecer seguridad en periodos de cambio.

Incluso en contextos donde la comunidad de técnicos involucrados en el desarrollo del SIG es tan pequeña que todos los miembros pueden conocerse, no siempre hay voluntad a nivel institucional para coordinar y concertar el desarrollo de los sistemas. La elaboración de una IDE necesitará cambios culturales y organizativos para así gestionar todo el proceso de modificación. Esto acarrea la movilización de recursos para que las personas se puedan acomodar en diferentes organizaciones.

EJEMPLO 6

Creación de una visión común: La experiencia de Australia en el establecimiento de una IDE nacional demuestra que subir a las personas a bordo ha sido un proceso largo y activado por ANZLIC en términos de conciencia suscitando y haciendo que los componentes principales de la ASDI sean más tangibles. La colaboración informal es bastante flexible. Como el número de copartícipes de datos espaciales de Australia es muy pequeño, la mayoría se conocen, así que el intercambio de ideas y conocimiento es muy ágil. Expresamente, ANZLIC es el proceso formal para aprobar las actividades de colaboración, pero en realidad las personas sólo van con los individuos o las agencias que han trabajado en áreas especializadas para consultar y solicitar ayuda. Por lo tanto, la ASDI no está demasiado reglamentada. Los Estados, los Territorios y la Mancomunidad están trabajando juntos en la mayoría de los proyectos de aplicación nacional como el Directorio de Datos Espaciales de Australia, y el directorio de metadatos totalmente distribuido.

Masser (1999) resumió los objetivos de la mayoría de las IDE nacionales. Tratan de proponer el desarrollo económico para promover un mejor gobierno y fomentar la sustentabilidad medioambiental. A continuación se presenta una selección de las declaraciones de visión de IDE.

EJEMPLO 7

Enunciados de visión seleccionadas de iniciativas de IDE:

Colombia (ICDE):	http://www.igac.gov.co/indice.html
Europa (EUROGI)	http://www.eurogi.org/objectives/
Finlandia (NGII):	http://www.nls.fi/ptk/infrastructure/vision.html
Reino Unido (NGDF):	http://www.ngdf.org.uk/
Estados Unidos (NSDI):	http://www.fgdc.gov/nsdi/strategy/goals.html

Pero una visión común para una IDE se puede perder u ocultar por causas como resistencia cultural. En muchos casos, la información está conectada con el poder personal y tiende a ser controlada en forma muy estricta de arriba hacia abajo. El enfoque "personalizado" hacia la información puede ser una razón importante de la falta de un enfoque compartido de IDE y también impide que los copartícipes produzcan una visión común compartida de una IDE nacional. Un compromiso y un apoyo de alto nivel pueden ser cruciales para lograr un cambio en las actitudes restrictivas de tipo cultural.

Una visión común y compartida sobre colaboración y cooperación de datos espaciales puede cambiar cardinalmente el panorama para un intercambio nacional de datos e información. Para tener varios copartícipes a bordo, puede ser esencial insistir en un desarrollo conjunto de una visión común. Esto puede ocasionar un cambio cultural en la actitud hacia la información y el intercambio de la misma, un nuevo enfoque de cómo manejar y compartir la información. El proceso para involucrar las partes interesadas en la aceptación y el soporte activo de la idea de una IDE necesitará una fuerte guía y una gran creatividad con el fin de disminuir una resistencia no necesaria y no desalentar o sofocar iniciativas creativas.

La visión necesita desarrollarse en conjunto y compartirse con los copartícipes imaginables e indicar los incentivos para construir una IDE, de manera que las personas se movilicen para cambiar su comportamiento hacia la visión compartida.

Un enfoque participativo de cooperación y coordinación se debe considerar para construir sobre intereses comunes. Esto también ocasiona el inicio de un proceso participativo entre los representantes de sistemas ya existentes de bases de datos. Tendría sentido mencionar los ahora propietarios de sistemas independientes, copartícipes, donantes, representantes de organizaciones internacionales en el campo de SIG, proveedores de software y hardware, y administradores de bases de datos, incluyendo su personal técnico, para reunirse en una mesa redonda y elaborar un concepto común de una IDE nacional.

Las normas y los procedimientos comunes que tienen que acordar los copartícipes no encajan necesariamente en su definición real de base de datos, pero un enfoque participativo y un proceso de toma de decisiones transparente ayudará a entender las cuestiones básicas y aceptar las necesidades resultantes para el cambio. Los procesos participativos y la toma de decisiones transparente son fuertes argumentos para motivar a las partes independientes a que inviertan sus recursos en un proyecto común.

La visión necesita comunicarse ampliamente por diversos medios para llegar a los copartícipes. Se deberían preparar planes e implementarlos con respecto a la diseminación de la información sobre las actividades de la IDE que están en preparación, incluyendo la información sobre los componentes de la IDE, las mejores prácticas tecnológicas disponibles y la promoción del uso de las tecnologías y las normas existentes para soportar el desarrollo de la IDE, por ejemplo creando páginas WWW en Internet o usando medios impresos o CD-ROM donde las conexiones de Internet son limitadas.

Enfoque de la IDE y clarificación del status: Se pueden identificar dos categorías amplias con respecto al estado de una IDE nacional (Masser, 1999), es decir, una IDE que resulta de un mandato formal (como fue el caso de E.U., por ejemplo) y una IDE que crece a partir de las actividades de coordinación de los datos espaciales existentes (como fue el caso de Australia). Mientras que un mandato formal beneficia la provisión de fondos, las actividades de coordinación existentes proporcionan una base para la colaboración. El ámbito de una IDE puede incluir todo o enfocarse a un subconjunto de copartícipes, como sector público, sector privado o NGO, con una participación voluntaria u obligatoria. Sin importar la categoría en la que cae la IDE y la amplitud de su enfoque, ambos se deben aclarar lo antes posible.

Debería tomarse en cuenta un organismo coordinador activo (comité o comisión) que coordine tareas y proporcione un liderazgo durante el proceso de creación de una IDE nacional. Necesitaría tener la suficiente autoridad para realizar la tarea de coordinación. Para aplicar una IDE, puede no ser necesario establecer nuevas organizaciones e instituciones. En vez de ello, se deberían fortalecer las existentes. Se requeriría una revisión de los mandatos de esa institución para garantizar que están bien equipados para esta tarea.

Sin embargo, la promoción de una institución existente a organismo de coordinación para una IDE tiene que considerarse con discreción. Se debe escoger la institución con cuidado de manera que se esté consciente de los conflictos potenciales de interés que se pueden percibir entre el mandato existente de la institución y las actividades adicionales relacionadas con la IDE. Por ejemplo, una organización cartográfica nacional puede terminar realizando la tarea de coordinación y desarrollo de políticas de la IDE, a la vez que funciona como un productor mayor de datos. Lo anterior puede obstaculizar el apoyo a la iniciativa de la IDE de los participantes potenciales que podrían percibirlo como una predisposición. En el Ejemplo 8 se demuestra que aunque lleva algún tiempo que el organismo coordinador obtenga apoyo, un elemento crucial es cómo lo percibe su mandato.

EJEMPLO 8

Mandato percibido. En Portugal, la IDE nacional (SNIG) está coordinada por el Centro Nacional para la Información Geográfica (CNIG). El CNIG no es un productor de datos mayor, como muchas agencias en otros países que son responsables de coordinar una IDE nacional. El desarrollo del SNIG fue más lento de lo esperado, sobre todo por la falta de IG digital disponible y las incipientes tecnologías de la computación usadas por la mayoría de los productores de IG. El hecho de que el CNIG no es un productor de datos mayor facilitó las interacciones con los productores de la IG, ya que reconocieron el papel del CNIG como complementario, que no dañaba su propia misión.

La tarea de promover y desarrollar una IDE no está restringida al sector público. Por ejemplo en Japón, el sector privado es el principal activador detrás del establecimiento de una IDE nacional (consulte el Ejemplo 9).

EJEMPLO 9

Participación del sector privado. En 1995, el gobierno de Japón estableció un Comité de Enlace entre Ministerios y Agencias en el SIG que debe proporcionar las funciones tipo IDE en el gobierno en la implementación de una IDE nacional en Japón. Las compañías privadas en Japón fundaron la Asociación Promotora de la Infraestructura Nacional de Datos Espaciales (NSDIPA: National Spatial Data Infrastructure Promoting Association), una organización no lucrativa para promover el concepto de IDE nacional en Japón. Las actividades de la NSDIPA se dirigen a hacer conciencia de la necesidad de la Infraestructura Nacional de Datos Espaciales. Es un grupo que se esfuerza por beneficiar a la sociedad y genera una nueva industria de servicios de la información mediante la demanda de actividades del gobierno, municipios y otras organizaciones, y la compartición de esta información con los sectores público y privado.

Deberían participar los representantes de los sectores principales y los grupos interesados. El organismo coordinador, una vez nombrado y ordenado apropiadamente, puede producir una serie de actividades que tienen que realizarse con tiempos límites y términos de producción. El proceso de aplicación deberá estar orientado en una forma multidisciplinaria y multisectorial. Todas las organizaciones relacionadas tendrán su propio papel por desempeñar en el proceso de desarrollo de la IDE.

Los grupos de trabajo constituyen las plataformas para una mejor colaboración entre los copartícipes reuniendo recursos y armonizando las iniciativas para evitar la duplicación. La participación de los copartícipes es un asunto importantísimo para el desarrollo futuro de una IDE.

Intercambios de mejor práctica y creación de conciencia. Las lecciones en la creación de conciencia sobre la IDE se pueden obtener de varios países. Éstas sugieren que las presentaciones y las publicaciones sólo son algunas actividades que pueden perseguirse para abogar y avanzar en la construcción de la IDE. Las redes de comunicación (consulte el Ejemplo 10) también tienen un rol significativo. La lista de actividades incluye:

La extensión mediante el soporte de la IDE a partir de individuos con perfil alto.

Promoción de los principios de la IDE a través de presentaciones.

- Educación mediante talleres, cursos de capacitación y material.
- Proporcionar talleres técnicos "Entrena al Entrenador" para explicar orígenes, propósito y estrategias para la aplicación de las normas respaldadas por la IDE.
- Usar proyectos piloto para demostrar el valor de los datos espaciales y una IDE para mejorar la toma de decisiones en las comunidades.

Establecer redes de comunicación para permitir a los participantes intercambiar experiencias con la aplicación de la IDE.

Facilitar la compartición de información mediante boletines informativos, páginas de la red y publicaciones: por lo regular informan a las partes interesadas sobre las actividades y las iniciativas patrocinadas por la IDE.

Proporcionar el foro para el debate, el análisis y la identificación de los asuntos pertinentes para el desarrollo de la IDE.

- Ayudar a las partes o los grupos interesados a utilizar el centro distribuidor de datos espaciales para localizar las fuentes de datos, capacitación y experiencia.
- Ofrecer a las partes interesadas la oportunidad de participar en los Grupos de Trabajo y Subcomités, según sea apropiado.

EJEMPLO 10

Redes de comunicación. EUROGI, la Organización Paraguas Europea para la Información Geográfica, busca aumentar la conciencia del valor de la IG y mejorar la compartición de conocimiento entre los propios miembros, y entre EUROGI y la Comisión Europea. La comunicación se facilita mediante foros de discusión en línea y directorios de EUROGI donde las personas pueden comentar a otras sobre sus actividades mediante una forma para añadir información a un directorio o buscar un directorio para leer sobre las actividades de otros.

Los ejemplos de cómo se pueden emplear los proyectos de demostración para crear conciencia de la utilidad de una IDE se ven con detalle en el Ejemplo 11.

EJEMPLO 11

Proyectos de demostración de comunidades. El FGDC ha trabajado con la Administración y las Agencias Federales para suscitar varios Proyectos de Demostración de Comunidades (<http://www.fgdc.gov/nsdi/docs/cdp.html>) en todo el país. Estos proyectos piloto basados en la INDE (NSDI) están diseñados para demostrar el valor de los datos espaciales y la INDE para mejorar la toma de decisiones en las comunidades. Los Proyectos de Demostración presentan varios asuntos como: recuperación por inundaciones, control del crimen local y regional, análisis del uso del suelo con base en los ciudadanos, restauración del medio ambiente. El NPR y el FGDC pidieron a los miembros del FGDC que buscaran comunidades interesadas, ofreciendo ayuda federal en especie (personal federal, capacitación, etc., pero no dólares) para madurar los proyectos. Poco después de las selecciones, las seis comunidades elegidas se unieron para solicitar una subvención por parte de la Oficina de Servicios Tecnológicos de Información del Gobierno (GITS: Government Information Technology Services Board). Les concedieron más de \$600,000.00 dólares como parte de su solicitud de subvención. Se espera recibir información de estos proyectos en mayo de 2000, con el detalle del esfuerzo utilizado para ayudar a articular el valor de la INDE para mejorar la toma de decisiones según el lugar, y para ayudar a las comunidades a entender los costos y los procesos asociados con el establecimiento de las operaciones de la INDE.

Construcción de capacidades según la comunidad. En 1998, el FGDC, al estar trabajando con el OMB y sus representantes de agencias federales, comenzó una iniciativa de presupuesto entre varias agencias de \$40 millones para acelerar la aplicación de la INDE a fin de mejorar el poder de toma de decisiones de las comunidades en asuntos de habitabilidad. La Asociación de la Información Federal Comunitaria (C/FIP: Community Federal Information Partnership) (<http://www.fgdc.gov/nsdi/docs/schaeferbrief/index.htm>) fue anunciada primero por el Vicepresidente en un Discurso de Comunidades Sustentables en 1998 en el Instituto Brookings. El C/FIP proporcionaría subvenciones para comunidades para activar la capacidad y las herramientas para la toma de decisiones según el lugar, y proporcionaría a las agencias federales fondos adicionales para ayudar a que los datos espaciales estén más disponibles para el acceso público. El resultado de la C/FIP para el año fiscal 2000 se está trabajando aún mediante el proceso del presupuesto para el congreso al momento de este escrito.

Intercambio de la mejor práctica: El FGDC preparó capacitación en metadatos, centros de información, normas de datos y ha elaborado y ofrece herramientas de metadatos. El FGDC y los socios capacitados del FGDC proporcionan asistencia a organizaciones locales, estatales, federales, tribales e internacionales que buscan establecer o mejorar su IDE.

Papel de la administración en el desarrollo de capacidades: Una barrera importante por cambiar es una capacidad de la organización para adoptar nuevas normas y tecnologías. Mientras que la introducción del software especializado, por ejemplo para la creación de un catálogo geoespacial, es relativamente sencilla, su uso efectivo depende de las capacidades técnicas, así como del soporte organizativo. La creación de conciencia de los componentes de la IDE debería considerarse en el nivel más bajo y con un fuerte apoyo administrativo y de liderazgo. El desarrollo de capacidades debería ser de primer interés para la administración gerencial. Incluye los asuntos teóricos y las capacidades prácticas para implementar los componentes de la IDE.

Este asunto de la construcción de capacidad local será una restricción importante para el éxito de una IDE en muchos países en desarrollo. Conforme se estipulen las competencias técnicas específicas de trabajo, será necesario revisar títulos de posición, paquetes de remuneración y salarios. El sistema de rotación de personal en el "Departamento de Levantamientos Geológicos" en Zimbabwe es un caso de "mejor práctica" en cuanto a cómo se puede evitar la "fuga de cerebros" y sirve como ejemplo de la manera en que se puede motivar al personal en una "Organización de Enseñanza". Este sistema está diseñado para mejorar la capacidad del personal dentro del departamento, con lo que se reduce la necesidad de reclutamiento externo de personal técnico.

Los recursos de personal para la IDE en muchos países están muy limitados, ya que la mayoría de las implementaciones GIS que se están construyendo tienen poco personal. Se tiene que crear un grupo de personal calificado si los proyectos han de ser sustentables. Por ejemplo, la dificultad para países como Zimbabwe, es el número de especialistas requeridos y las condiciones de trabajo que se ofrecen. La "fuga de cerebros" es un serio problema: el hecho de que personal capacitado deje sus trabajos con gran frecuencia y demasiado pronto. El desarrollo de las capacidades humanas y la planificación de carreras a largo plazo deberían ser de interés primordial para la administración gerencial. Incluye la capacitación, los asuntos teóricos y las capacidades activas prácticas para aplicar proyectos y programas, así como las condiciones de trabajo. Estas condiciones se tienen que analizar no sólo con respecto al salario, sino aún más con respecto al clima de trabajo, a la motivación y a las perspectivas profesionales.

EJEMPLO 12

Compensación por el alto movimiento de personal: Uno de los Proyectos de Demostración de la Comunidad de la INDE de E.U. tiene lugar en el Departamento de Policía en Baltimore, Maryland. El Departamento de Policía se ha dado cuenta de que una IDE es buena para controlar los datos vitales del crimen además de los clásicos datos de mapeo en los que muchos confían para el mapeo base. El presupuesto de la Policía de Baltimore es limitado, tienen un alto movimiento de personal. Al capturar los metadatos y usar las capacidades del centro distribuidor, pueden garantizar mejor el manejo adecuado de los datos de crimen importantes usados por el departamento y en toda la región como parte de una colaboración regional de control del crimen entre las organizaciones de la policía de la comunidad.

La administración gerencial de todas las instituciones interesadas debería considerar el desarrollo de las normas como una prioridad. Debería supervisar los grupos de trabajo técnico y garantizar que se producirán los resultados deseados. Asuntos como normalización de datos y armonización de los esquemas de clasificación no se pueden dejar sólo a los técnicos porque ello implica decisiones políticas. La administración gerencial debería ser reconocida como una fuerza impulsora detrás de la construcción de una IDE.

Financiamiento y compromiso del donante: El apoyo económico y los recursos adecuados pueden presentar una restricción importante para el desarrollo de la IDE cuando no se tiene conciencia de la importancia de la IDE a nivel local, nacional o regional, y no hay una iniciativa parecida a la IDE o un mandato para elaborar una IDE al que se le hayan asignado suficientes fondos.

No obstante, para garantizar este apoyo, sería más persuasivo para los financiadores potenciales que se les muestre algo palpable (por ejemplo, un sistema de centro distribuidor) más que un documento de conceptos. Lo anterior no tiene que representar costos enormes, ya que los componentes de un centro distribuidor están disponibles sin costo en Internet (liga en el Capítulo 4). Además, la justificación del costo limitado de este desarrollo inicial se puede encontrar en los proyectos o las iniciativas existentes (por ejemplo, la documentación del acervo de datos es una parte de la administración responsable de la información).

El uso innovador de los recursos puede garantizar que los fondos se alarguen por mucho. Por ejemplo, con un método de "palo y zanahoria", se pueden crear incentivos para la adopción de los principios de la IDE. Unas pequeñas y no repetidas subvenciones para estimular el desarrollo de la capa de aplicación de la IDE pueden funcionar bien donde hay una base amplia de expertos a los que se pueda alentar (consulte el Ejemplo 13).

EJEMPLO 13

Programa de subvenciones: El FGDC en Estados Unidos ha mantenido un Programa de Acuerdo Cooperativo de Subvenciones (CAP: Cooperative Agreement Program of Grants), relativamente pequeño pero continuo, para ayudar a las comunidades a validar y dar inicio a los conceptos de la INDE (<http://www.fgdc.gov/publications.html>). El FGDC inició el programa CAP a fin de proporcionar dinero semilla para estimular las actividades cooperativas entre las organizaciones para comenzar la aplicación de la INDE. Arraigado en la premisa de que la construcción de la INDE es una responsabilidad compartida y que los esfuerzos cooperativos son esenciales para su éxito, el programa CAP ha trabajado para sembrar 270 proyectos de compartición de recursos de INDE en el país que incluye más de 1300 organizaciones. Estos proyectos han resultado en ayuda a gobiernos estatales, bibliotecas, universidades, organizaciones gubernamentales locales y entidades del sector privado para convertirse en fuentes colaboradoras en la INDE. Mientras que el nivel de financiamiento del FGDC para el CAP ha estado un tanto limitado (1 a 2 millones

por año), el financiamiento anual ha sido continuo desde 1994, y recientemente el número de subvenciones concedidas se ha incrementado: pareciera que las comunidades están haciendo más con menos.

Los informes de diferentes mecanismos de fondos para IDE de Australia y Portugal sugieren que el suministro de financiamiento central es un colaborador importante para acelerar el desarrollo de la IDE (consulte los Ejemplos 14 y 15).

EJEMPLO 14

Financiamiento descentralizado: En Australia, no hay una asignación de fondos nacional para la ASDI (a diferencia de Estados Unidos y Canadá). Cada jurisdicción (estados, territorios y comunidad) es financiada por sus propios programas. Los estados y los territorios en Australia están construyendo sus IDE, de manera que la ASDI es la reunión de todas las IDE jurisdiccionales individuales. Este método tiene algunos inconvenientes. Sería más coherente si un origen de fondos para la IDE nacional estuviera disponible para aprovechar su influencia y ejercerla. Los grupos industriales no están realmente comprometidos en Australia todavía como en Estados Unidos o Canadá. Aún no se ha dado que la ASDI sea atractiva políticamente para el financiamiento nacional a gran escala, aunque se sigue trabajando en ello. Un suceso notable fue el establecimiento del Consorcio Australiano de Mapeo WWW como miembro de pleno derecho del Consorcio OpenGIS (OGC). Veintitrés grupos australianos de la industria, investigación y desarrollo y el gobierno se han reunido para compartir ideas y trabajar en el "Banco de Prueba de Mapeo Australiano en la Red", mismo que está progresando, lo que les permite proporcionar algunas nuevas entradas al proceso de OGC.

EJEMPLO 15

Financiamiento centralizado. La creación de la IDE nacional portuguesa, el SNIG, fue promocionada por fondos públicos. La aprobación del gobierno portugués y la Comisión Europea (a finales de 1994) de un programa integrado en el Plan Regional de Desarrollo 1994-1999 cubrió un programa específico asignado al soporte de la elaboración del SNIG. Parte del financiamiento se utilizó para acelerar la creación de la información geográfica digital, principalmente para conversiones de la información geográfica existente en formatos digitales, y para la compra de datos satelitales y datos topográficos digitales existentes con el fin de implementar el SIG local en los municipios. Otra parte de estos fondos se usó para proporcionar servidores de Internet, ruteadores e infraestructuras de comunicación a los productores de datos públicos mayores. Una pequeña fracción de los fondos se sigue usando para construir las interfaces y las aplicaciones de la WWW para facilitar el acceso a la información geográfica disponible en las diferentes instituciones integradas en la red del SNIG. En el caso de Portugal, el financiamiento fue el factor más importante que ayudó al desarrollo rápido del SNIG desde 1995. Aceleró un proceso que habría tardado años en crecer. En la actualidad, un total de 117 instituciones públicas, incluyendo casi todos los productores de IG, se han unido a la infraestructura espacial de datos portugueses.

Las aplicaciones del SIG en los países en desarrollo funcionan con frecuencia en condiciones especiales que necesitan considerarse durante el inicio de una IDE a nivel nacional o regional. En muchos países, la falta de recursos económicos locales significa que las aplicaciones del SIG no son sustentables financieramente y por consiguiente dependen, sobre todo, de las donaciones. Por lo general, las donaciones para estos proyectos se proporcionan bajo ciertas condiciones, como un tiempo límite para su implementación después de que ya no hay más desembolso de fondos. El futuro de muchos de estos sistemas es incierto, después de que se termina la ayuda internacional.

Otro aspecto de las aplicaciones SIG con fondos donados es que suele suceder que los proyectos son iniciados por los donantes de acuerdo con sus propios objetivos y se pone poca atención a los requisitos y las capacidades de las organizaciones anfitrionas. El resultado es que no hay suficiente coordinación del soporte técnico y las actividades de financiamiento de diferentes donantes. En algunos casos, los donantes tal vez no quieran trabajar en conjunto y esto puede imponer límites en la cooperación o el intercambio de datos entre los proyectos que son patrocinados por diferentes donantes. Una falta de capacidad en la coordinación de las actividades de los donantes junto con la competencia que se dé entre ellos puede obstaculizar una iniciativa de IDE.

En estas condiciones, la cooperación con los donantes es un aspecto decisivo en el desarrollo de una IDE nacional. Aunque la cooperación existente no debería ponerse a prueba, un enfoque basado en una IDE

coordinada cambiaría las prioridades para las aplicaciones del SIG. Este conflicto potencial podría evitarse si los donantes fueran invitados como socios para tomar parte en el proceso participativo que define los componentes de una IDE nacional.

Para desarrollar (o renovar) una IDE nacional en un contexto SIG con un donante (o varios), Ryerson y Batterham (2000) desarrollaron un enfoque útil. Este enfoque supone una evaluación de los proyectos SIG con respecto a:

- necesidades y deseos del cliente
- una evaluación de las capacidades del país recipiente en términos de cubrir esas necesidades,
- una evaluación de las actividades relacionadas por otros donantes,
- una evaluación de la tecnología actual y su dirección,
- habilidades y capacidades del país donante y si la ayuda está enlazada, y
- costos.

El asunto de la construcción de capacidades a nivel local continuará siendo una restricción importante para el éxito de una IDE en muchos países. Los proyectos a largo plazo no sólo requieren financiamiento a largo plazo, sino también planificación al mismo plazo en el campo de la construcción de capacidades de los recursos humanos. Lo que requiere trabajarse es el tema de la sustentabilidad de las iniciativas con respecto a la habilidad para mantenerse al día con los cambios tecnológicos y la capacidad del personal local. La construcción de una aplicación SIG es una inversión a largo plazo, que toma años en recuperar. Por lo tanto, es más probable que los siempre escasos recursos de presupuesto se inviertan en proyectos más urgentes con prospectos de éxitos y recuperaciones a corto plazo. Esto significa que los participantes de tal IDE seguirán dependiendo de los fondos de los donantes por algún tiempo.

EJEMPLO 16

Financiada inicialmente por los donantes, la Unidad Regional de Percepción Remota de la SADC (RRSU: Regional Remote Sensing Unit) en Harare, Zimbavwe, se ha integrado en la estructura organizativa de la Comunidad de Desarrollo de África Austral (SADC: Southern African Development Community) desde 1998. La unidad es financiada por 14 estados miembros (Angola, Botswana, República Democrática del Congo, Lesotho, Malawi, Mauricio, Mozambique, Namibia, Secheylles, Sudáfrica, Swazilandia, Tanzania, Zambia y Zimbabwe) y sigue recibiendo apoyo adicional de donantes.

El trabajo de la IDE implementada por la RRSU nunca formó parte del plan de trabajo original. Se identificó cuando la tecnología SIG se iba a utilizar para los procedimientos analíticos básicos. Esto no podría hacerse porque los conjuntos de datos estaban incompletos o eran incompatibles. Al momento de que se inició el trabajo de la IDE, la Unidad seguía dependiendo de la asistencia de los donantes y de apoyo técnico de la FAO. En consecuencia, se tuvieron que hacer cambios al programa de trabajo, algo que se tenía que discutir con el donante y el socio de apoyo técnico.

No se necesitaron contribuciones económicas de los socios regionales e internacionales en el desarrollo (los proveedores de datos) de los conjuntos de datos espaciales de la RRSU.

Los conjuntos de datos espaciales de la RRSU se desarrollaron originalmente para aplicaciones SIG como apoyo a la alerta inicial de la seguridad alimentaria. Sin embargo, los conjuntos de datos se están reconociendo como uno de los principales desarrollos de bases de datos espaciales en la región de SADC y, por esta razón, la RRSU sigue atrayendo financiamiento de los donantes. Las actividades de la base de datos espaciales no se previeron de inicio como una tarea importante, mas esto ha cambiado considerablemente con los años. (<http://www.zimbabwe.net/sadc-fanr/intro.htm>)

Asociaciones extensas y penetrantes en los sectores público y privado: La cooperación y las asociaciones en diferentes niveles del sector público y con el sector privado pueden ser de utilidad en cada etapa del desarrollo de la IDE para recolectar, construir, compartir y mantener los datos espaciales.

Como ninguna organización puede construir una IDE, los esfuerzos de colaboración son básicos para su éxito. El FGDC en EU anima a los gobiernos federal, estatales, locales y tribales, la academia, el sector privado y

las organizaciones no lucrativas a trabajar juntos dentro de un área geográfica para que los datos geoespaciales estén disponibles para todos. Los llamados "grupos de cooperación" se forman para permitir que todas las partes participen y contribuyan en la IDE nacional en sus áreas de fortaleza y experiencia. Se han preparado las guías de políticas y procedimientos para estos grupos de cooperación. (<http://www.fgdc.org/funding.html>). Se espera que la cooperación entre los sectores federal, estatal, local, privado y académico se base en responsabilidades, compromisos, beneficios y control compartidos orientados hacia la mejora del sistema de entrega de los datos espaciales (consulte el Ejemplo 17).

EJEMPLO 17

La tarea de las relaciones de construcción para fomentar la implementación de la INDE en Estados Unidos ha sido un esfuerzo prolongado y continuo. El esfuerzo se ha dificultado por el hecho de que las organizaciones, las funciones y las responsabilidades son diversas y se extienden en todo el país. Los esfuerzos iniciales se concentraron en las iniciativas del FGDC para construir relaciones con los Grupos Coordinadores que han formado para representar los asuntos dentro de los Estados y con las organizaciones y las asociaciones que representan niveles de gobierno de los grupos de interés clave nacionalmente. Esto ha ayudado a dirigir el trabajo de los diferentes grupos y ha establecido fuertes enlaces con algunos de los elementos clave necesarios para una red nacional a largo plazo de las asociaciones. Los esfuerzos del FGDC también se han fortalecido por el hecho de que muchos en Estados Unidos reconocen el valor de la información geográfica para las necesidades de la toma de decisiones de las comunidades. La información geográfica se recolecta en todos los niveles. La mayoría de los datos se originan a nivel local, pero datos muy importantes provienen de otros niveles, incluyendo la información completa de un asunto o tema que trasciende de los límites jurisdiccionales (región o estado). Por tanto, hay un nivel de crecimiento para soportar políticas, interfaces, normas y relaciones que permiten al gobierno, compañías, organizaciones y ciudadanos a interactuar y compartir en la recolección y la diseminación de la información geográfica entre las jurisdicciones.

En el contexto canadiense, las asociaciones de los sectores público y privado se enfocan en la participación y el equilibrio de los recursos del sector privado para acelerar el acceso a los datos espaciales y el desarrollo de la tecnología. GeoConnections, el programa responsable de la aplicación de la Infraestructura Canadiense de Datos Espaciales (CGDI) ha puesto especial énfasis en las asociaciones entre los gobiernos federal, provincial y territorial, y el sector privado y la academia. Los programas se dirigen hacia el trabajo entre gobiernos y con los copartícipes y el sector privado para avanzar la cantidad de información accesible mediante los sistemas de "centro distribuidor", el desarrollo de marcos de datos para facilitar la integración de los datos, fomentar la tecnología avanzada y el desarrollo de aplicaciones, y construir políticas de soporte para acelerar el crecimiento de la industria. Para este fin, se acordaron los principios guía para las agencias gubernamentales provinciales y territoriales involucradas en geomática (lea el recuadro).

Infraestructura Canadiense de Datos Espaciales

PRINCIPIOS PARA LA ASOCIACIÓN DE DATOS

(<http://www.geoconnections.org/english/partnerships/index.html>)

1. Los datos se deben recolectar una vez, lo más cercano a la fuente y en la forma más eficaz posible, con una visión hacia el incremento de la integración vertical de los datos.
2. Los datos de información geográfica deberán ser lo más continuos posibles, con coordinación a través de jurisdicciones y límites, cuando sea factible.
3. Los datos deberán ser recolectados, procesados y mantenidos conforme a las normas internacionales para mantener su integridad en las bases de datos, y para permitir la adición de valor, mejora posterior, y facilidad de acceso y uso.
4. Según acuerdo, los socios deberán contribuir equitativamente a los costos de recolección y administración de los datos, y deberán permitir integrar la información resultante en sus propias bases de datos, para su propio uso y para una posterior distribución a sus copartícipes.
5. Debería intentarse conciliar términos y condiciones para su uso práctico. A la falta de ese acuerdo, cada agencia debería sentirse libre en establecer sus propios términos y condiciones para tal información.

6. Los acuerdos entre las agencias normalmente se negociarán en forma bilateral o multilateral caso por caso, siguiendo los principios de la asociación.
7. Las asociaciones entre agencias deberían ser sencillas y soportar los principios de la CGDI, abiertas a la participación de los copartícipes interesados dentro de cualquier nivel de gobierno, de las comunidades de la educación o del sector privado.
8. Un grupo o agencia dentro de cada provincia y dentro del gobierno federal deberá designarse para promover y coordinar el desarrollo de una infraestructura común de datos geoespaciales, tanto en su jurisdicción como entre jurisdicciones.
9. La CGDI es un enfoque nacional, y debe cubrir las necesidades de una amplia variedad de comunidades de usuarios geoespaciales, productores de datos y diferentes áreas del sector privado.
10. La CGDI debe consistir en un conjunto de políticas coordinadas e interrelacionadas, prácticas y posibilidades que construyen conforme a la visión.

Desarrollo de centros de información y normas de uso común para datos y tecnología: el sostén técnico de una IDE es un marco común de normas, herramientas y servicios basados en estas normas. En este modelo de tres hileras, las aplicaciones trabajan con metadatos, y contenido y servicios de datos que existen en la infraestructura habilitadora. Los siguientes elementos técnicos son componentes importantes de una IDE:

- metadatos de calidad,
- residencia de metadatos en directorios en línea,
- buena administración de datos
- acceso a los servicios en línea,
- su documentación en directorios y,
- aplicaciones de referencia de software para demostrar capacidades.

Para las normas existentes, las emergentes, las soluciones de software gratis y de bajo costo basadas en estas normas, consulte los Capítulos 2 a 7 (¿incluye ligas?).

El desarrollo de la Infraestructura Portuguesa de Datos Espaciales sirve como ejemplo de la importancia de las actividades de extensión que es análogo a la aplicación de los elementos técnicos de una IDE (consulte el Ejemplo 18). La IDE portuguesa difiere de las otras por tener un catálogo de metadatos centralizado. Por lo general, los metadatos están organizados en una forma distribuida. Sin embargo, el ejemplo demuestra que para ganar soporte para el sistema (es decir, incrementar el número de usuarios del sistema), se diseñaron nuevas interfaces según la retroalimentación de los propios usuarios y mediante el desarrollo de herramientas que están más dirigidas a las necesidades de los ciudadanos. La experiencia portuguesa también muestra que una IDE se puede desarrollar gradualmente con mejoras aplicadas paso a paso.

EJEMPLO 18

Participación del usuario en la aplicación técnica: En 1990, el gobierno portugués creó el SNIG, infraestructura de IG portuguesa, como un servicio público nacional (<http://snig.cnig.pt>). El objetivo principal del SNIG era garantizar la conexión de los usuarios y los productores portugueses de la información geográfica digital mediante una red. Este objetivo implicó el desarrollo de catálogos que describen la información geográfica disponible. Para ese tiempo, la mayoría de las agencias públicas estaban más interesadas con la producción y la organización de la información geográfica digital que con el proceso de diseminación. Se sentía como si los productores no estuvieran preparados para administrar sus propios registros de metadatos. Por tanto, su coordinador, el Centro Nacional para la Información Geográfica (CNIG), organizó la creación y el mantenimiento de los metadatos que sostienen actualmente el SNIG en una forma centralizada. Para finales de 1994, aprovechando las diversas oportunidades para la publicación de datos ofrecida por la Red Mundial de Computadoras, los catálogos de metadatos de la IG portuguesa fueron implementados en un Sistema de Administración de Base de Datos Relacional y el CNIG comenzó a construir una interfaz HTML para permitir la consulta de los metadatos y la recuperación de los conjuntos de datos disponibles. La red SNIG fue lanzada finalmente en Internet el 3 de mayo de 1995. La preocupación principal fue conectar a los usuarios con los conjuntos de datos digitales disponibles, creando un sistema operativo que podría mejorarse en los siguientes años. Por lo tanto, los catálogos de metadatos no se basaron en ninguna norma de metadatos. El sentido común, algunas líneas proporcionadas por el Catálogo CORINE del Proyecto de Fuentes de Datos y la identificación de las fuentes de información geográfica principales se usaron para

diseñar esta base de datos. Durante esta etapa, la estructura y el diseño del sistema se orientaron principalmente al usuario profesional.

Sucesivamente, la creación de nuevos catálogos de metadatos obligó a reconstruir una nueva interfaz WWW. Mientras que la primera interfaz SNIG se preparó sin la aplicación de estudios formales de uso, se requirió la prueba de utilización para soportar mejoras posteriores del SNIG. Para reconstruir el sitio SNIG, se llevó a cabo una investigación cualitativa que por primera vez incluyó a los usuarios. La investigación fue diseñada para responder a lo siguiente:

- ¿Cuáles serían los grupos potenciales de usuarios del SNIG?
- ¿Qué opciones de información geográfica necesitarían los usuarios?
- ¿Qué buscarían los usuarios en una infraestructura como el SNIG?

Los resultados principales de esta investigación señalaron que sería necesario desarrollar una interfaz más amigable. La nueva interfaz debería adoptar terminología informal y no técnica, e incluir motores de búsqueda por términos y ubicación geográfica. También se declararon la necesidad de mayor información geográfica para uso no profesional y la adopción de formatos de datos más comunes. Asimismo, sería importante incluir imágenes ráster para ilustrar la información disponible. En julio de 1999, se lanzó una interfaz de usuario de SNIG alterna (GEOCID). GEOCID es más atrayente y orientada hacia la información, evitando tareas y rutas de navegación complejas para acceder a los datos. Además, las nuevas aplicaciones se desarrollaron con base en la información que interesa a los ciudadanos. Se produjo una aplicación que permite al usuario navegar por Portugal continental, seleccionar ubicaciones específicas y bajar la parte de la ortofoto que se está visualizando en la pantalla. El lanzamiento de GEOCID fue un gran éxito (<http://ortos.cnig.pt/ortofotos/ingles/>).

Recomendaciones: Opciones para extensión y construcción de capacidades para la aplicación de una IDE

Al superar las ineficiencias, una IDE coherente y congruente puede garantizar que la información geográfica se puede utilizar para tratar los complejos asuntos sociales, medioambientales y económicos. Las siguientes guías indican algunas de las actividades para la extensión y la construcción de capacidades que se pueden utilizar para fomentar la aplicación de una IDE:

- Un paso práctico en la construcción de una IDE nacional es el desarrollo de una visión, detallar una visión del futuro deseado y un sentido claro de cómo podrían servir los componentes de la IDE a ese futuro y ayudar a realizarlo. Lo anterior también incluye la determinación de prioridades claras y la definición de una estrategia o política para llevar a cabo la visión.

Un taller organizado con los copartícipes para definir y crear un organismo coordinador nacional, tomando en cuenta su estructura en términos de una institución ya existente o de reciente creación, grupos de trabajo o comités. En los países donde las aplicaciones SIG dependen en gran medida del compromiso de los donantes en términos de financiamiento y experiencia técnica, los representantes donantes deberían considerarse como copartícipes e incluirlos en el proceso de construcción de una IDE. El organismo coordinador necesita tener un mandato para administrar las actividades necesarias y diseñar un plan de acción para coordinar las actividades.

Se han de considerar los recursos necesarios para implementar estrategia, política o planes y actividades, tomando en cuenta personal, saber hacer técnico, material y oportunidades de financiamiento como asociaciones innovadoras.

Se deben organizar grupos de trabajo formales con objetivos, estrategias, planes, programas y acciones bien definidos, y no simplemente para consultas informales y limitadas. Estos grupos de trabajo estarían integrados por las partes interesadas y los expertos para tratar sobre aspectos específicos de la IDE como normas (metadatos, intercambio), conjuntos de datos nacionales, políticas, centro distribuidor y cómo asimilar las soluciones tecnológicas existentes en el contexto local.

- Debería considerarse desde el nivel más bajo la creación de conciencia de los componentes de la IDE con un fuerte soporte administrativo y liderazgo.
- Se deberían elaborar y aplicar planes para la diseminación de la información sobre las actividades de la IDE en preparación, incluyendo información sobre los componentes de la IDE, las mejores prácticas técnicas disponibles y la promoción del uso de tecnologías y normas existentes para soportar el desarrollo de una IDE, por ejemplo construyendo páginas WWW en Internet, usando media impresa o CD ROM donde las conexiones a Internet son limitadas.

Deberían tomarse medidas para controlar, analizar y participar en desarrollos a nivel internacional que afectan el uso de normas y tecnologías de apoyo en el contexto nacional. Ello conduce a la asignación de una clara responsabilidad administrativa para buscar avances clave a nivel internacional y en la comunidad IGDE.

En el desarrollo de la IDE, debería aclararse el papel de los donantes para soportar actividades siguiendo prioridades locales como interoperabilidad de diferentes aplicaciones SIG, más que querer asociarse con un tipo particular de actividad prescindiendo de rentabilidad o propiedad con los objetivos generales institucionales o nacionales.

Referencias y ligas

GSDI (1998) "Conference Resolutions, Recommendations and Findings", 3rd Global Spatial Data Infrastructure (GSDI) Conference, Canberra, A.C.T., Australia, 17 a 19 de noviembre.

Gouveia, C., Abreu, J., Neves, N., Henriques, R.G. (1997) "The Portuguese National Infrastructure for Geographical Information: General Description and Challenges for the Future", Memorias de la Conferencia GISDATA.

Henriques R.G., Fonseca A. y colab. (1999) "National System for Geographic Information (SNIG): The Portuguese National Infrastructure for Geographic Information", Madame Project: 1st Progress Report.

Mapping Science Committee, Board on Earth Sciences and Resources, Commission on Geosciences environment and Resources, and national Research Council (1994) "Promoting the National Data Infrastructure Through Partnerships", Washington, D.C.: National Academy Press.

Mapping Science Committee (1993) Toward a Coordinated Spatial Data Infrastructure for the Nation, Washington, D.C.: National Academy Press. Executive Summary available at <http://38.217.229.6/NAPA/NANAPubs.nsf/00a36275d19681118525651d00620a03/229b79ae768d77e48525658c0061a3bd?OpenDocument>.

Masser, I. (1999) "All Shapes and Sizes: The First Generation of National Spatial Data Infrastructures", International Journal of Geographical Information Science, Vol. 13 (1), pp. 67 a 84.

Mbudzi, M., Jairoso, Y., Vogel, D. y Bohnet, D. (1997) "Best Practices on Environmental Information Systems (EIS): The Case of Zimbabwe", Program on Environmental Information Systems in SubSaharan Africa, May.

Mendes, M. T., Joaquim, S.P., Hengue, P. y Gerbe, P. (1998) "Best Practices on Environmental Information Systems (EIS): The Case of Mozambique", Program on Environmental Information Systems in Sub-Saharan Africa, mayo.

Nicolau, R. (1998) "Adoption of the Metadata Standards within SNIG", workshop on "Challenges and Future Developments of GI Infrastructures: The Portuguese Experience", GIS PlaNET'98 Conference, Lisbon, FIL, 7 a 11 de septiembre.

Ryerson, R.A. y Batterham, R.J. (2000) "An Approach to the Development of a Sustainable National Geomatics Infrastructure", Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, enero, págs. 17 a 28.

United States National Academy of Public Administration (1998) "Geographic Information for the 21st Century: Building a Strategy for the Nation", Executive Summary, enero, <http://www.napawash.org>.

Wehn de Montalvo (1999) "Survey of Spatial Data Sharing Perspectives in South Africa - Views on the Exchange of Spatial Data Across Organisational Boundaries", Summary Report, SPRU - Science and Technology Research, University of Sussex, Diciembre.

Capítulo Nueve: Estudios de casos de la Coordinación Interdisciplinaria

Editor: Mark Reichardt; Consorcio *OpenGIS*. Colaboradores: Internacional: Tierra Digital; Regional: África (Equipo Harare y EIS de Zimbabwe), y Nacional: Santiago Borrero, Colombia.

Introducción

Mientras que en el Capítulo Ocho se resumen los elementos de la extensión y la construcción de capacidades necesarias para formar una IDE viable nacional y global, en este capítulo se proporcionan ejemplos de las aplicaciones de la IDE desde una perspectiva nacional, regional y global. La documentación de los estudios de caso es un mecanismo eficaz para ayudar a transmitir los factores subyacentes que condujeron al crecimiento de las infraestructuras de datos espaciales. Aquí se resaltarán algunas de las historias exitosas, las carencias y los problemas que caracterizan el estado actual de las infraestructuras nacionales y global de datos espaciales.

Los colaboradores de los países desarrollados y en vías de desarrollo han proporcionado los estudios de caso para este capítulo. En lo posible, los autores han intentado citar los factores principales que conducen al éxito o a las carencias en un estudio de un caso en particular. El lector deberá notar que este capítulo crecerá para incluir más información comparativa, ya que se examinan y se incorporan más estudios de caso. Para esta primera publicación del Recetario de la IDE, se examinan estudios de caso nacional y regional únicos.

Estudio de caso local: Dentro de las naciones, las localidades enfrentan la toma de decisiones mediante el creciente uso de la información geográfica y sus herramientas. Para la infraestructura de datos espaciales es básica la habilidad para tratar los asuntos locales, así como los nacionales más amplios. Un estudio de caso de Estados Unidos que incluye el control del crimen se resalta como uno de muchos ejemplos de comunidades locales que se están beneficiando con la inversión en una IDE para un mejor servicio de la comunidad. Nuestro agradecimiento al Sr. John DeVoe del Departamento de Justicia de E.U. (mailto:john.devoe@usdoj2.gov) y al personal del Departamento de Policía de Baltimore por su colaboración.

Estudio de caso nacional: Se examina la experiencia de Colombia para desarrollar y concordar los sistemas de información geográfica. Su objetivo principal es contribuir a identificar mejores prácticas en las infraestructuras de datos espaciales como un medio para aumentar la disponibilidad, el acceso y el uso de la información geográfica para sustentar la toma de decisiones y promover el desarrollo sustentable. Un equipo de autores del IGAC de Colombia proporciona una evaluación integral de la experiencia colombiana en el establecimiento de una IDE nacional. Los reconocimientos se dirigen a Santiago Borrero Mutis (sborrero.igac.gov.co), Iván Alberto Lizarazo Salcedo (mailto:ilizaraz@igac.gov.co), Dora Inés Rey Martínez (mailto:direy@igac.gov.co), y Martha Ivette Chaparro (mailto:mchaparr@igac.gov.co) por su colaboración a este capítulo.

Estudio de caso regional: Un estudio de caso de la Unidad de Percepción Remota Regional de SADC, que es parte del Programa de Seguridad Alimentaria Regional de SADC, facilita programas de capacitación y soporte técnico en el campo de la percepción remota y SIG en apoyo a la alerta temprana de la seguridad alimentaria y la administración de los recursos naturales. Este estudio de caso es un ejemplo de cómo un foco sobre asuntos regionales críticos produce elementos de infraestructura valiosos para las naciones cooperadoras. Camille A.J. van der Harten (mailto:cvanderharten@fanr-sadc.co.zw), Consejero Mayor, Unidad Regional de Percepción Remota, Harare-Zimbabwe proporciona información general sobresaliente de ese esfuerzo, su éxito y sus problemas.

Estudio de caso global: Para el estudio de caso global, los autores revisaron las organizaciones, los sistemas y los procesos principales que están funcionando para alcanzar uno o más aspectos de la Infraestructura Global de Datos Espaciales. Aunque una verdadera IGDE no es todavía una realidad, corresponde una revisión de las áreas actuales por enfatizar. Gracias a los miembros del Equipo de Tierra Digital, Tim Foresman (mailto:foresman@umbc.edu) y Gerald Barton, y la Universidad de California en Santa Bárbara, y el equipo del Mapa Global (Jack Estes (mailto:estes@geog.ucsb.edu), Karen Kline (mailto:kline@geog.ucsb.edu) por sus contribuciones.

Estudio de caso local

En este capítulo, los autores han resaltado algunos estudios de caso nacional, regional y global para ayudar a contribuir a la IGDE. En esta sección se pretende ilustrar un ejemplo de los éxitos a nivel local para aumentar la habilidad de las comunidades a fin de mejorar su toma de decisiones mediante el uso de la infraestructura de datos espaciales.

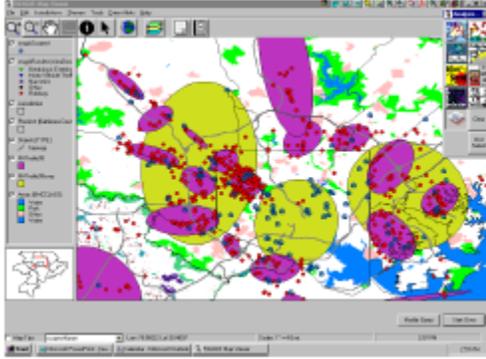
Antecedentes, contexto y fundamento

La reducción del crimen en las comunidades en Estados Unidos es un objetivo esencial para garantizar comunidades seguras y habitables. Aun cuando los tipos y las proporciones de crímenes varían de lugar a lugar, el uso de los datos geográficos y sus herramientas se está convirtiendo rápidamente en un recurso clave para entender mejor y enfrentar con mayor eficacia al crimen. En Estados Unidos, la seguridad comunitaria y la vigilancia del orden público son las funciones principales de los gobiernos estatal y local. En fecha reciente, la ciudad de Baltimore, el condado de Baltimore y otras organizaciones vecinas de aplicación de la ley se dieron cuenta que el análisis cooperativo de las tendencias del crimen a nivel regional revelarían un panorama más completo de las mismas. Como resultado, la ciudad de Baltimore, el condado de Baltimore y otros departamentos de policía en el área del Atlántico Medio de Estados Unidos se reunieron para detectar y reducir la cantidad de crimen identificando e implementando métodos para normalizar su enfoque hacia el manejo y el uso de los datos de crimen e información geoespacial relacionada.

Enfoque organizativo

A principio de la década de los noventa, el Departamento de Justicia de Estados Unidos, al reconocer el valor de los datos geoespaciales y las técnicas en el control del crimen, estableció sociedades con organizaciones locales de aplicación de la ley para ilustrar el valor de las aplicaciones SIG en la identificación, la visualización y el análisis de las tendencias del crimen local y regionalmente. Estas sociedades iniciales también se diseñaron para mostrar a la industria el mercado potencial de las aplicaciones para abordar mejor el control del crimen. El éxito de estos primeros esfuerzos llevó a la creación de sociedades regionales más grandes para tratar los asuntos del crimen con datos y aplicaciones geoespaciales. Las organizaciones de aplicación de la ley que colaboraban en la región ayudaron al Departamento de Justicia de EU a desarrollar los requisitos para una aplicación SIG Regional de Análisis del Crimen. Las comunidades participantes acordaron usar las aplicaciones de RCAGIS sobre mapeo, análisis e informe del crimen desarrolladas por contrato por la División del Crimen del Departamento de Justicia de Estados Unidos. Además, la ciudad de Baltimore solicitó y recibió una designación de este esfuerzo como Proyecto de Demostración a la Comunidad de la Infraestructura Nacional de Datos Espaciales (INDE). Esta designación conllevó un apoyo adicional del Comité Federal de Datos Geográficos y la Sociedad Nacional del Vicepresidente para Reinventar el Gobierno.

	Year 2008		% Change		Year 2009		% Change	
	2008	2009	%		2008	2009	%	
Police Department A								
Aggravated Assault	12	11	-8.33%		12	11	-8.33%	
Armed and Dangerous	100	98	-2.00%		100	98	-2.00%	
Battery	20	19	-5.00%		20	19	-5.00%	
TOTAL: Dept A	132	128	-3.03%		132	128	-3.03%	
Police Department B (Total)	1000	950	-5.00%		1000	950	-5.00%	
Police Department C								
Armed and Dangerous	10	9	-10.00%		10	9	-10.00%	
Child Abuse	1	1	0.00%		1	1	0.00%	
Domestic Violence	5	4	-20.00%		5	4	-20.00%	
Sexual Assault	10	9	-10.00%		10	9	-10.00%	
TOTAL: Dept C	36	33	-8.33%		36	33	-8.33%	

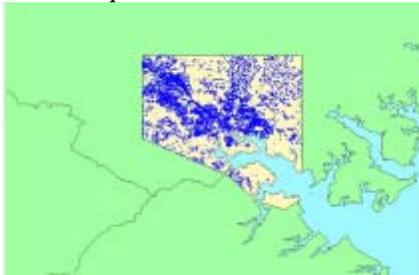


Enfoque de aplicación

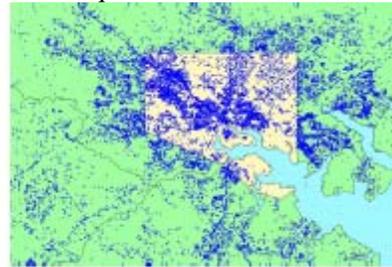
El SIG Regional de Análisis del Crimen (RCAGIS: *Regional Crime Analysis GIS*) se desarrolló para proporcionar a policías, analistas del crimen, investigadores, jefes, comisionados, alguaciles y administradores, una aplicación, poderosa aunque sencilla de usar para el mapeo, el análisis y el informe del crimen. RCAGIS fue diseñado para ayudar a los departamentos de policía en sus respuestas tácticas y estratégicas hacia el crimen, y para ayudar a crear un medio ambiente donde el personal del departamento de policía asuma la responsabilidad por el aumento y la disminución del crimen. El RCAGIS trabaja en un ámbito de computadora personal y usa MapObjects de ESRI. Se escogió MapObjects porque es relativamente económico de aplicar en una base de moderada a extendida.

RCAGIS integra CrimeStat, una herramienta estadística espacial muy poderosa diseñada por el Dr. Ned Levine, de Ned Levine & Associates. El código de programación RCAGIS está disponible, sin cargo, mediante la página de inicio de la División del Crimen del Departamento de Justicia de EU (<http://www.usdoj.gov/criminal/gis>). Mediante esta sociedad cooperativa, el DOJ y los departamentos de la policía local en el área de Baltimore-Washington, normalizaron el formato para los datos de incidentes de crimen y los métodos para mapear, informar y analizar el crimen.

Enfoque de comunidad única



Enfoque de varias comunidades



Con el éxito del programa RCAGIS surge la necesidad de orientar la administración del creciente volumen de datos geográficos que producen los departamentos de policía u otras agencias gubernamentales locales en la región. A través del soporte del Comité Federal de Datos Geográficos de EU, y la designación de Baltimore como el Proyecto de Demostración a la Comunidad de la INDE, se capacitó y dio asistencia técnica al Departamento de Policía de la ciudad de Baltimore para implementar las normas de metadatos y las prácticas. Además, se establecerán los nodos del centro distribuidor de datos espaciales para inventariar y anunciar los datos geográficos designados por el Departamento de Policía de la ciudad de Baltimore. La adición de metadatos permite a la comunidad de aplicación de la ley conocer los datos geográficos disponibles en el área. Asimismo, los metadatos y los centros de información pueden adaptar el acceso público a los datos y la administración de datos restringida sólo para uso de aplicación de la ley debido a una política local.

El programa RCAGIS ha ayudado a las localidades a mejorar la colaboración sobre los asuntos de importancia mutua. El programa instruye al personal de aplicación de la ley sobre el valor de los metadatos y los centros de información para mejorar la habilidad de inventariar y compartir información. Al normalizar

los elementos de datos y los metadatos que describen estos datos, las organizaciones para la aplicación de la ley han mejorado su habilidad para comunicar los asuntos a través de los límites jurisdiccionales, percibir las implicaciones más amplias del crimen y diseñar soluciones más completas para arrestar a los ofensores y reducir las tendencias del crimen en general. Por último, al utilizar los recursos del centro distribuidor, la aplicación de la ley podrá descubrir y aplicar los conjuntos de datos adicionales medioambientales, sociales y económicos para mejorar el análisis de crimen de los departamentos de policía y las respuestas estratégicas y tácticas contra el crimen, reduciendo así la cantidad de crimen y miedo de los residentes por el crimen en nuestras comunidades.

Recomendaciones

Establecer sociedades extendidas. Con frecuencia se necesita una amplia vista multijurisdiccional del crimen para entender sus diversas tendencias. En realidad, las cuestiones relacionadas con el crimen, el medio ambiente y la economía no están contenidas dentro de límites de comunidades. Las sociedades y la colaboración mediante la compartición de datos, normas y procesos mejoran la habilidad para entender y manejar patrones de crimen que son significativos para un área más grande. Las sociedades con el gobierno federal proporcionan experiencia, capacitación para tratar muchos asuntos y también brindan algún financiamiento para aumentar este esfuerzo.

Educar a los administradores y los usuarios de datos espaciales sobre el valor de las prácticas de la IDE. Metadatos, centros de información y normalización son conceptos que hasta hace poco no eran muy familiares para la comunidad de aplicación de la ley, y no se adoptarán a menos que se aplique el nivel apropiado de educación y extensión para enseñar el valor de los metadatos y la normalización para asegurar accesibilidad, calidad, disponibilidad y administración en general.

Estudio de caso nacional: Colombia

Antecedentes, contexto y fundamento

Como con muchas naciones en el mundo, los principales conductores de la infraestructura de información geográfica en Colombia se derivan de los programas nacionales de gobierno para abordar los asuntos nacionales relacionados con los temas medioambientales, económicos y sociales. Los conductores también incluyen intereses del sector privado en las principales áreas de la economía de Colombia. Además, Colombia entiende que los asuntos de importancia nacional suelen extenderse más allá de sus fronteras, de manera que el crecimiento de la infraestructura nacional debe considerar la colaboración a nivel regional y potencialmente a nivel global. Este estudio de caso está enfocado a los esfuerzos realizados por Colombia para establecer una IDE nacional y presenta los pasos que ha seguido Colombia a fin de garantizar la compatibilidad de la IDE para enfrentar asuntos regionales y globales como los que surgieron por el Programa 21 de la ONU.

Las iniciativas para coordinar acciones de la IDE en Colombia a un nivel nacional, enfrentan significativas restricciones como la disminución de presupuestos, barreras entre las organizaciones, falta de apoyo de alto nivel, capacidad limitada para investigar y desarrollar, y falta de conocimiento sobre el mercado de la información geográfica, entre otros. A pesar de estas restricciones, la experiencia ha mostrado que se pueden llevar a cabo pasos específicos para definir e implementar una estrategia de información geográfica nacional, siempre que las agencias gubernamentales decidan trabajar unidas, reducir costos, evitar duplicación de esfuerzos y reconocer el papel que juegan el sector privado y la academia. La demanda del usuario puede incentivar las sociedades y las alianzas necesarias para producir y compartir la información.

La Infraestructura Colombiana de Datos Espaciales (ICDE) está definida como el conjunto de políticas, normas, organizaciones y tecnología que trabajan en conjunto para producir, compartir y usar la información geográfica de Colombia para soportar el desarrollo nacional sustentable. La ICDE es una iniciativa joven pero promisoriosa. Pueden ser útiles las lecciones aprendidas a través de su diseño y desarrollo. Debido al hecho de que se carece de un mandato formal para construir la INDE colombiana (en comparación con el caso de EU), la ICDE ha seguido un enfoque empírico, donde las etapas de diseño y elaboración no están del todo

separadas ni bien definidas. La ICDE ha luchado por ganar visibilidad y soporte, aunque bajo la presión de mostrar resultados.

La ICDE debe ser entendida como una iniciativa en construcción, en la que se utiliza la práctica para refinar conceptos. Varias organizaciones gubernamentales, compañías privadas y universidades están colocando los bloques de construcción de la ICDE. IGAC, DANE, IDEAM, INGEOMINAS, ECOPEPETROL y el Ministerio del Medio Ambiente, entre otros, han hecho valiosas contribuciones. Aunque el trabajo con normas y producción de datos ha sido sorprendente, sigue siendo insuficiente, así que llegar a acuerdos sobre políticas y obtener apoyo de alto nivel parecen ser las áreas que requieren más esfuerzos. En este documento se explica por qué nació la ICDE, la INDE colombiana, y cómo su familia se está haciendo cargo de ella y la ayuda a crecer.

Breviario sobre Colombia

La República de Colombia, localizada en el noroeste de América del Sur, comprende un área total de 2 070 408 km², de los cuales 1 141 748 son continentales. En 1992, la población de Colombia era de aproximadamente 36.2 millones de personas. El país es una mezcla rica de pueblos, que incluye mestizo (europeo e indígena), europeo, africano y europeo, africano, africano e indígena y descendiente de indígenas. El idioma principal en Colombia es el español, pero también se hablan más de 200 lenguas indígenas.

Colombia tiene un sistema político democrático y Santa Fe de Bogotá es la ciudad capital. Las mayores industrias son la producción textil, café, aceite, azúcar de caña y procesamiento de alimentos. El PIB es de \$172 mil millones de dólares norteamericanos. En la actualidad, la inflación es de un 10%.

Colombia es el cuarto país más grande de América del Sur y el único con costas en el Océano Pacífico y el Mar Caribe. Comparte su frontera con Panamá (al noroeste), Venezuela (al este), Brasil (al sureste), Perú (al sur) y Ecuador (al suroeste). El territorio también incluye los grupos de islas de San Andrés y Providencia, 700 km (435 millas) al noroeste del continente, en el Mar Caribe. Los archipiélagos están a 230 km (140 millas) al este de Nicaragua.

Tres cordilleras de los Andes corren de norte a sur sobre la sección occidental del país (cerca de 45% del territorio total). El sector oriental es una tierra baja vasta, que generalmente se puede dividir en dos regiones: una enorme sabana abierta en el norte y el Amazonas en el sur (alrededor de 400 000 km²).



Colombia tiene el mayor número de especies de plantas y animales por unidad de área del mundo. La red de reservas del país incluye 33 parques nacionales, seis reservas pequeñas, conocidas como "santuarios de flora y fauna", dos reservas nacionales y un área natural especial. Su área combinada constituye 7.9% del territorio.

Información geográfica en Colombia

La mayor parte de la información geográfica en el territorio colombiano es producida por las agencias gubernamentales que tienen mandatos específicos. El DANE es responsable de realizar los censos: social y económico. El IDEAM está a cargo de la hidrología, la meteorología y los estudios medioambientales. El

INGEOMINAS trabaja en el área de geociencia, minería medioambiental y energía nuclear. El IGAC realiza cartografía topográfica, catastro, suelo y actividades geográficas. Todos estos institutos tienen mucha experiencia en sus respectivas áreas, en términos de tiempo y de la cantidad de información valiosa producida en todo el país. En la década pasada, conforme a decretos presidenciales, estas agencias colombianas han desarrollado procesos de modernización para una reorganización estructural y de recursos, a fin de cumplir sus metas institucionales y cubrir las necesidades de la comunidad. La tecnología nueva se ha incorporado al flujo de producción, se ha capacitado al personal, y las agencias han proporcionado productos digitales a los usuarios.

Además de las agencias antes mencionadas, algunas compañías comparten una pequeña porción, pero en aumento, del mercado de la información geográfica. Ofrecen productos y servicios al gobierno y al sector privado, y ayudan a producir cartografía topográfica y temática, y desarrollar aplicaciones SIG.

En la década de los noventa, empezó a aumentar la conciencia sobre los beneficios de la información geográfica en los municipios, las agencias medioambientales, las compañías petroleras y el sector de servicios. Tratando de cubrir los requisitos legales⁶ o desafíos empresariales, algunas personas han dirigido su mirada hacia los datos geográficos. Nació una demanda por mapas base digitales y creció con rapidez, aunque no siempre soportada por el financiamiento adecuado. Ha llevado tiempo convencer a los usuarios que el gobierno no puede proporcionar nuevos productos digitales al costo bajo de duplicación de la información análoga.

Por desgracia, las decisiones de gobierno de alto nivel no suelen beneficiarse de la información geográfica. A pesar del reconocimiento creciente de su papel para generar conocimiento, brindar valor añadido para identificar los problemas, ayudar a proponer alternativas y definir un curso de acción, el descubrimiento de la información geográfica, su acceso y uso no están tan difundidos como debiera. En realidad, las agencias gubernamentales enfrentan restricciones de presupuesto para el financiamiento de la producción y el mantenimiento de sus bases de datos. En la mayoría de los casos, las agencias de gobierno deben tratar de encontrar formas para realizar sus funciones principales y alcanzar un nivel mínimo de recuperación de costo.

Proyectos SIG nacionales

Con la visión de cumplir sus mandatos, las agencias gubernamentales están llevando a cabo varias iniciativas para desarrollar los sistemas de información nacional en las áreas bajo su jurisdicción.

Sistema de Información Ambiental de Colombia (SIAC). De acuerdo con la *Ley 99 de 1993* y los *Decretos 1277, 1600 y 1603 de 1994*, el Ministerio del Medio Ambiente deberá conducir la coordinación del Sistema Nacional Ambiental (SINA) y establecer el Sistema de Información Ambiental (SIA) y el IDEAM deberá administrar la aplicación y la operación del SIA y aconsejar a las CAR⁷ para hacer lo mismo en sus áreas. Otros institutos de investigación (INVEMAR, SINCHI, John Von Neumann, Alexander Von Humboldt) deberán contribuir a la implementación del sistema en todo el territorio nacional con el objetivo de ayudar a proporcionar información medioambiental oportuna y suficiente para sustentar las políticas y la toma de decisiones.

A nivel provincial, algunas CAR también han elaborado sistemas de información medioambiental, la mayoría con éxito. Sin embargo, estos desarrollos carecen de convergencia y coordinación.

En la actualidad, el Ministerio del Medio Ambiente está iniciando un sistema para el proceso de planificación, diseño y desarrollo, para concertar esfuerzos, y fortalecer y consolidar el SIAC. Este sistema tiene como objetivo los recursos del agua, conforme a la Política Ambiental Nacional, que determina el agua como su mira principal. La Política también incluye a la comunidad en la estrategia de desarrollo mediante su participación en el área de la asignación de la información.

⁶ Según la reciente legislación (*Ley 388 de 1997*), los municipios deben empezar un plan de ordenamiento territorial para definir y regular el uso del suelo. Los datos geográficos son clave para garantizar el cumplimiento de la ley.

⁷ Las Corporaciones Autónomas Regionales son unidades administrativas medioambientales a cargo de la gestión de los recursos naturales renovables y el desarrollo sustentable en su jurisdicción (cuencas de ríos principales).

Sistema Nacional Ambiental (SINA). El IDEAM ha desarrollado el módulo básico de SINA y proporciona información en tiempo real sobre el estatus medioambiental y sus cambios. Algunos de estos productos son: *Medio ambiente en Colombia, impactos naturales y socioeconómicos debido a los fenómenos cálido y frío del Pacífico: el Niño y la Niña; Estudio Nacional del Agua; Relaciones oferta-demanda y condiciones de sustentabilidad; Vegetación y Uso del Suelo, sistemas morfogénicos y la estabilidad de la morfoestructura geológica y las formaciones superficiales.*

Sistema Nacional de Información Geocientífica (SING). Bajo el *Decreto 1129 de 1999*, INGEOMINAS deberá conducir investigaciones y generar información básica para el conocimiento geocientífico y el mejoramiento del subsuelo colombiano. Para este fin, INGEOMINAS deberá levantar, obtener, compilar, integrar, validar y proporcionar en formato digital y normalizado, información del subsuelo, incluyendo geología, geofísica, geoquímica, geomecánica, recursos no renovables y control de riesgos con base geológica. INGEOMINAS desarrollará el SING como parte integral del Sistema de Información Geográfica de Colombia.

INGEOMINAS ha producido varios atlas digitales en los últimos años, en las áreas de geología, geoquímica, gravimetría, riesgos geológicos, metalogénesis, anomalías geoquímicas y actividad minera.

Sistema Nacional de Información Geoestadística (SAIG). Conforme al *Decreto 2118 de 1992*, el DANE deberá administrar el SAIG. El SAIG fomenta la integración de la información social, demográfica y económica estadística obtenida de la captura del censo, encuestas y registros administrativos, usando tecnología actual para almacenar, consultar y analizar información.

El SAIG participa en las siguientes tareas: diseño y metodología para la captura del censo, encuestas e investigaciones sobre datos sociales y económicos, como calidad de vida, construcción, encuestas nacionales del hogar, índice de precios del consumidor, censo nacional de población y vivienda y recolección de información para planificación, desarrollo y control. Otras tareas incluyen definición y actualización de muestras, procesamiento de información, análisis y publicación de resultados.

El Marco Geoestadístico Nacional enlaza la información estadística con los sitios geográficos correspondientes. Está formado por grupos políticos y administrativos, y sectores geográficos orientados a las actividades estadísticas. Trata de mejorar el bienestar social, el desarrollo sustentable y la competitividad de Colombia.

Sistema de Información Geográfica del IGAC (SIGAC). El *Decreto 2113 de 1992* faculta al IGAC a proyectar y actualizar el Mapa Oficial de la República de Colombia, desarrollar políticas y ejecutar los programas gubernamentales nacionales en cartografía, agrología, catastro y geografía. Lo anterior mediante la producción, el análisis y la distribución de información medioambiental y catastral georreferida, cuyo objetivo será soportar los procesos de planificación y ordenamiento territorial.

El IGAC elaboró el Sistema Integrado de Información Geográfica, diseñado para construir y mantener las bases de datos digitales nacionales en topografía, suelos y catastro. Se comenzó a implementar en 1995.

El modelo conceptual del Sistema Integrado de Información Geográfica del IGAC (SIGAC) incluye los siguientes aspectos:

- Diseño y aplicación de un Modelo de Datos integrado para las escalas 1:2 000 y 1:25 000. En este modelo, el mundo real está representado por un Modelo Panorámico Digital (DLM: *Digital Landscape Model*) (modelo primario), donde se clasifican diferentes objetos, se codifican y transforman mediante un trabajo cartográfico en un modelo secundario, el Modelo Cartográfico Digital. Los objetos se categorizan en términos de temas, grupo y clases de objeto.
- Creación de la Base de Datos Espaciales conforme al Modelo de Datos. La estructura de los datos simplifica el análisis espacial y el enlace de los objetos geográficos con datos externos, a fin de estar disponibles para diversos propósitos. Los datos topográficos se introducen en el sistema usando la restitución analítica de las fotografías. Con la digitalización de mapas existentes se captura la información catastral y del suelo. La estructura y el contenido del SIGAC incluye: puntos fijos terrestres, puntos fijos

fotogramétricos, transporte terrestre, transporte aéreo, transporte marítimo, estructuras de ingeniería, vegetación, corrientes fluviales, cuerpos de agua, relieve, construcciones, propiedad de tierras y límites territoriales y administrativos.

- Establecimiento de formatos de intercambio de datos para usuarios internos y externos del sistema.
- Definición y establecimiento de normas.

Algunas de las principales tareas realizadas por el SIGAC son: cálculos, intersecciones superficiales, interpolaciones y modelado topográfico; registro de la tierra; avalúo de la tierra; producción de zonas de suelo homogéneas; derivación de zonas físicas y geoeconómicas homogéneas, y producción de cartas de uso del suelo. Los productos principales del SIGAC son: cartas topográficas a diferentes escalas, cartas catastrales, cartas del suelo, certificados de registro de la tierra, cartas de uso del suelo, cartas de zonas físicas homogéneas, cartas de zonas geoeconómicas homogéneas, cartas de zonas de suelo homogéneas para fines catastrales, cartas de clasificación de idoneidad de la tierra, cartas de clasificación de la capacidad de la tierra, modelos digitales del terreno, e información estadística sobre construcciones, parcelas, propietarios, etcétera.

Hasta ahora, el IGAC ha realizado grandes esfuerzos para llenar el vacío entre la disponibilidad y la actualidad de las cartas. Al enfrentarse a condiciones meteorológicas adversas y aprovechar las nuevas tecnologías de la información geográfica, el IGAC está sometiendo a prueba nuevas fuentes de datos, procedimientos y productos. A pesar de algunos logros, aún se necesita más investigación y desarrollo. Se ha producido gran cantidad de cartas digitales topográficas y catastrales, enfocadas en la escala 1:2 000 para ciudades y pueblos y 1:100 000 para áreas rurales.

Infraestructura de Información de la Compañía Petrolera Nacional (GEODATA). Reconociendo que la manera actual de conducir el negocio del petróleo en Colombia es demasiado cara y consume mucho tiempo, ECOPEPETROL confió al ICP (su centro de investigación) la tarea de definir políticas y normas, y elaborar una infraestructura para administrar la información geográfica, según las nuevas tecnologías y personalizarla acorde a las necesidades de la compañía. Su proyecto más ambicioso ha sido el desarrollo de un repositorio de datos distribuido para proporcionar un almacén común y de calidad alta para los datos petrotécnicos colombianos primarios e interpretados. El almacén de datos tendrá el objetivo final de ser el depositario oficial de Colombia para los datos petrotécnicos sobre la exploración y la producción de petróleo. Los datos petrotécnicos primarios incluyen todos los datos no interpretativos que se pueden usar en la industria en su trabajo diario.

Sistema de Información Cafetera (SICA). La Federación de Cafeteros de Colombia (FEDERACAFE) es una institución no lucrativa. Se creó en junio de 1927 y actualmente agremia a casi 300 000 productores.

FEDERACAFE ha desarrollado planes estratégicos para mejorar la competitividad del café colombiano y proveer programas de investigación y desarrollo sobre tecnologías mejoradas para la producción, el proceso poscosecha, la calidad del café, la capacidad de gestión de los productores de café y la mercadotecnia para incrementar la demanda del café colombiano.

Uno de los programas que se han elaborado es el Sistema de Información Cafetera (SICA). Este sistema permite a las autoridades del café, la Federación y los productores basar su trabajo en información estratégica y actualizada que les permite diseñar políticas y programas para mejorar la competitividad, el desarrollo sustentable de la producción del café colombiano y el bienestar de los productores de café.

El SICA incluye los siguientes elementos:

- La estructura de la plantación de café (gráficas, áreas, número de plantas, variedades, límites, brillantez, metros sobre el nivel del mar).
- Aspectos socioeconómicos de los productores de café y su vivienda.

La Federación diseñó un software especializado "SICA" o AFIC (Atención a fincas y productores de café).

A pesar de los desarrollos descritos, es evidente que cada institución ha construido sus sistemas de información de manera independiente y que no existían las políticas nacionales y las guías cuando se

iniciaron estos procesos. Debido a ello, los enlaces entre organizaciones no se han fortalecido lo suficiente, los roles de las agencias no se han aclarado y pueden haberse duplicado las actividades de conversión de datos de análoga a digital. Las bases de datos digitales se construyeron de manera independiente y pronto surgieron problemas: datos no actualizados e incompletos, contenido y calidad heterogéneos, poca documentación, difíciles de encontrar e integrar. No se reconocían las necesidades del cliente como se necesitaba. Una concientización de estos problemas llevaron a la necesidad de la normalización.

Primeros pasos hacia la estrategia de la información geográfica nacional

El IGAC, a cargo de las bases de datos nacionales de topografía, catastro, suelo y geografía, elaboró en 1995 un esquema de clasificación de objetos geográficos para diferentes escalas. Otras instituciones adoptaron el esquema IGAC y añadieron sus propios objetos. Éste fue el primer paso para ordenar la casa. Casi al mismo tiempo, ECOPETROL, la compañía petrolera nacional, inició su proyecto Geodata, que se enfocó a las normas y los metadatos de los datos geográficos. Ambas iniciativas impulsaron la creación de un comité nacional a cargo de la definición de las normas de información geográfica. Bajo los auspicios de ICONTEC, el organismo colombiano para la normalización y la certificación, y con la coordinación del IGAC, más de 30 entidades del gobierno, del sector privado y la academia contribuyen a este comité. Hasta ahora, se han concentrado esfuerzos sobre metadatos geográficos, catalogación de objetos básicos, calidad y terminología.

Conforme creció el entendimiento de las capacidades SIG por parte de los usuarios, también se incrementó el entendimiento de la necesidad de datos homogéneos y congruentes. Las agencias gubernamentales empezaron a comprender que su rol estaba cambiando: tuvieron que convertirse en proveedores de información y no sólo en productores de datos. Las compañías privadas empezaron a compartir un mercado emergente de información geográfica digital. Se formaron sociedades para producir y actualizar datos topográficos y catastrales. El IGAC y otras instituciones convencieron a algunas autoridades municipales a que financiaran los proyectos de bases de datos digitales absorbiendo los costos en un 50-50, compartiendo bases entre los municipios y el gobierno de Colombia. Los resultados demostraron los beneficios de compartir costos e información.

No obstante, la sola cooperación entre organizaciones no podía cubrir los objetivos de la IDE, ni las agencias colombianas por sí solas, sin una participación amplia por parte de la industria, la academia y los gobiernos locales. Los esfuerzos de cooperación tendrían que aumentarse mediante políticas nacionales y lineamientos para esclarecer los papeles, las responsabilidades, las prioridades y los asuntos legales, como derechos de autor, precios, responsabilidad y custodia.

Un equipo de nivel alto presentó algunas políticas gubernamentales sobre información en 1996⁸, con políticas que recalcan la necesidad de administrar la información como un recurso nacional estratégico. Con estas políticas se visualizó el uso de la tecnología de la información como un medio para promover el bienestar social y el servicio a los ciudadanos, y para ligar las agencias de gobierno con los sectores externos. Sin embargo, aún faltaban políticas específicas sobre la información geográfica.

Como consecuencia de lo anterior, la disponibilidad y el acceso a la información geográfica no fueron los óptimos. Además, la información geográfica no se estaba usando a todo su potencial para la toma de decisiones y para soportar el desarrollo sustentable. Se necesitó una estrategia nacional para la información geográfica, con el fin de concentrarse en las siguientes prioridades.

- Definición de políticas básicas.
- Producción de datos fundamentales.
- Documentación de datos geográficos.
- Mejora del acceso para los usuarios.
- Educación y mayor concientización.

Posteriormente, el concepto de ICDE nació a finales de 1995. La ICDE tuvo la influencia de los conceptos norteamericanos y europeos, con un cierto sabor local. Era necesario este sabor para abordar las

⁸ Políticas de tecnología informática para el sector público colombiano, DNP, COLCIENCIAS, DANE, 1996.

características colombianas únicas: un país y un gobierno en desarrollo, una nación rica en biodiversidad, recursos minerales, riesgos naturales y problemas socioeconómicos, y la región andina, que tiene el desafío del mapeo debido a las condiciones meteorológicas. El éxito temprano en el trabajo de normalización realizado por los equipos técnicos y las crecientes demandas de parte de los usuarios del gobierno para responder por los programas que usan la información nacional invitan a las agencias públicas a encargarse de los asuntos remanentes.

Enfoque organizativo

En 1998, el gobierno colombiano definió como prioridad el establecimiento de una alianza multilateral de largo plazo entre Colombia y Estados Unidos, "La Alianza Ambiental por Colombia", orientada hacia la promoción de la cooperación técnica, científica, administrativa, de información, financiera y política para el conocimiento, la conservación y el desarrollo sustentable de los recursos naturales colombianos⁹. La misión y las prioridades de la Alianza incluyen:

Administración de ecosistemas
Producción más limpia
Sistema de información medioambiental
Abasto y demanda de productos y servicios medioambientales
Agua

Se estableció una mesa redonda en cada uno de los temas anteriores con los auspicios del Ministerio del Medio Ambiente. Los directores de IGAC, DANE, INGEOMINAS e IDEAM fueron llamados a participar y coordinar las acciones para soportar las decisiones sobre el medio ambiente. La discusión pasó rápidamente a la necesidad de fortalecer los enlaces entre organizaciones, incrementar la producción y la compartición de información, mejorar el estatus proporcionado por el gobierno colombiano para la información geográfica y definir una estrategia nacional de información geográfica.

En noviembre de 1998, se estableció un Comité Interinstitucional para crear un consenso en temas diversos. Las agencias gubernamentales a cargo de la producción de información geográfica convinieron trabajar en conjunto para definir políticas, guías y estrategias para fomentar la producción y la publicación de los datos geográficos en Colombia y facilitar la integración, el uso y el análisis de los datos en los sistemas de información de las agencias¹⁰. El Comité también decidió promover la ejecución de acciones para desarrollar sistemas de información autónomos en una forma coordinada y armónica como parte integral de un sistema nacional de información geográfica. El Comité acordó coordinar las acciones en las siguientes áreas:

Definición de lineamientos y estrategias para producir, procesar y dejar disponible la información geográfica.
Definición de productos con los auspicios de cada agencia, considerando las necesidades del usuario.
Estrategias para la normalización de productos y procesos.
Estrategias para el desarrollo de la infraestructura de telecomunicaciones y tecnologías de información.
Estrategias legales y comerciales.
Estrategia y roles organizativos para producir el Sistema Colombiano de Información Geográfica (ICDE).
Estrategias para construir la Red Nacional de Información Geográfica.
Comunicación y mercadeo.

La estrategia organizativa definirá las acciones que van a realizar distintas agencias a fin de implementar los acuerdos en la estructura interna, la cultura organizativa y la infraestructura técnica. La estrategia organizativa definirá un perfil claro de las responsabilidades de cada agencia en el desarrollo y la aplicación de la ICDE incluyendo: interacción, mecanismos para el desarrollo conjunto de proyectos y ligas a otras instituciones públicas y privadas.

Como ya se mencionó, la acción del Ministerio del Medio Ambiente, y su perspectiva como usuario, provocó las primeras reuniones entre organizaciones y ayudó a disminuir algunas barreras de comunicación. Los

⁹ En octubre de 1998, en Washington, el presidente colombiano Andrés Pastrana lanzó oficialmente la Alianza Ambiental por Colombia.

¹⁰ Documento: "Propuesta para el diseño y la implementación de un sistema colombiano de información geoespacial" (Cartagena, mayo 6 y 7, 1999).

productores principales del gobierno continuaron buscando las mejores formas para interactuar y obtener valiosos discernimientos. Sin embargo, podría no alcanzarse el deseo colectivo para producir un documento con estrategias organizativas para fines de 1999. El proceso de reestructuración de las instituciones estatales que inició el gobierno colombiano a mediados de 1999 enfocó la atención de las agencias hacia el interior, ya que luchaban contra la estabilidad funcional y giraron la actividad entre agencias hacia sus propios asuntos operativos¹¹.

Algunas agencias gubernamentales que son los usuarios principales de la información geográfica, como ECOPETROL, FEDERACAFE y EEPPM, están muy interesadas en participar en el desarrollo de la ICDE. Sin duda alguna, sus contribuciones para la normalización y su inversión en la producción y actualización de los proyectos de datos geográficos básicos han sido valiosas. Algunos han sugerido que asistan a la siguiente reunión del Comité Interinstitucional para enriquecer el proceso y extender el ámbito de la iniciativa.

Además, están emergiendo iniciativas regionales "espontáneas" entre organizaciones. Dos casos notables son el Sistema de Información Geográfica del Valle Aburra (SIGMA) y Tecnópolis Bucaramanga: Ciudad digital (el sistema de información geográfica para el área metropolitana de Bucaramanga). En ambos casos, las autoridades municipales y las compañías de servicios (agua, drenaje, gas natural, teléfono, luz) acordaron planificar, reunir y actualizar la información geográfica básica para sostener la toma de decisiones locales. Los principales productores de datos fueron invitados a soportar las definiciones técnicas, pero no son los líderes de proyecto.

Enfoque de aplicación

Componentes de la ICDE

La Infraestructura Colombiana de Datos Espaciales (ICDE) se definió como el conjunto de políticas, normas, organizaciones y tecnología que trabajan en conjunto para producir, compartir y usar la información geográfica de Colombia a fin de soportar el desarrollo sustentable nacional. Los componentes principales de la ICDE se pueden definir como: políticas y guías administrativas de la información, normas de la información geográfica, incluyendo metadatos, datos fundamentales (marco) y una red nacional de información geográfica.

La ICDE se ha encauzado a afrontar el desarrollo como una base prioritaria, haciendo énfasis inicialmente en dos áreas básicas:

Producción y documentación de los datos fundamentales (marco): Enlace de esfuerzos y recursos de diferentes instituciones, aprovechando la TI, cumpliendo normas y especificaciones técnicas del producto dirigidas al usuario y concentrándose en las prioridades y los programas nacionales.

Desarrollo de los mecanismos para incrementar el acceso a los datos y su uso por parte de la comunidad: Facilitación de las consultas de metadatos, descubrimiento de datos y recuperación. Para ello se necesita el desarrollo de un marco legal que defina los derechos y las obligaciones de productores y usuarios, es decir, derechos de autor, responsabilidades, acceso y privacidad. Dos factores son importantes para este esfuerzo:

- Construcción del depositario de los metadatos nacionales y liga de bases de metadatos distribuidos vía Internet.
- Desarrollo de la red nacional de información geográfica para promover la disponibilidad de los productos y los servicios de la información geográfica.

¹¹ En el primer trimestre de 1999, el presidente colombiano fue autorizado por el Congreso para eliminar, unir y reestructurar las agencias estatales. La fecha límite fue junio de 1999. Entre otras reformas, el IGAC fue reasignado al DANE. Sin embargo, la Corte Constitucional declaró recientemente que estas decisiones gubernamentales eran anticonstitucionales. Continúa la incertidumbre funcional.

Aplicación de la ICDE

Progreso

Con respecto a la implementación de los componentes de la ICDE, los acuerdos principales a la fecha son:

Los productores de datos gubernamentales han convenido coordinar la reunión de bases de datos básicos digitales continuos que cubren el territorio colombiano, con estas prioridades:

Escala 1:100 000

Escala 1:500 000

Escala 1:25 000

Se han desarrollado algunos proyectos entre el IGAC y otras instituciones mediante sociedades, con compartición de costos (a través de la inversión conjunta) y beneficios para producir y actualizar cartas, información catastral, e información del suelo y agrología.

Se definió una norma nacional de metadatos geográficos en marzo de 1999 (Norma Técnica Colombiana NTC4611), con base en el trabajo de la ISO/TC211 y el FGDC. Los productores principales han empezado a documentar sus conjuntos de datos conforme a esta norma. El ICP, con la asistencia de NCGIA-UCSB, desarrolló herramientas de software para metadatos y el nodo del centro distribuidor y decidió distribuirlos nacionalmente como un medio para estimular la adquisición, el almacenamiento y la consulta de documentos. Se está poniendo bastante atención a la educación y la capacitación, ya que no ha sido fácil convencer a la gente para agregar un proceso nuevo (documentación) a la línea de producción. Las dificultades encontradas en la implementación del proceso han llevado a la definición de "*metadatos mínimos*" como alternativa para la norma completa.

Se discuten otros asuntos en el proceso de normalización:

Calidad de la información geográfica

Catálogo de objetos para los datos geográficos básicos

Geoposicionamiento satelital

Geociencias

Terminología

Los productores del gobierno han mejorado su infraestructura de comunicación y tecnología. Por ejemplo, se han diseñado sitios de la Red en Internet para cada institución. (Para mayor información, acceda a estas páginas: **ECOPETROL-ICP:** www.ecopetrol.com.co, **DANE:** www.dane.gov.co, **IGAC:** www.igac.gov.co, **INGEOMINAS:** www.ingemin.gov.co, **IDEAM:** www.ideam.gov.co, **MINAMBIENTE:** www.minambiente.gov.co, **FEDERACAFE:** www.cafedecolombia). Se han desarrollado y aplicado los servicios de información y se han iniciado los proyectos piloto SIG en línea. Sin embargo, teniendo en mente que grandes sectores de la comunidad colombiana no están conectados a INTERNET¹², las agencias principales continúan trabajando con productos de papel tradicional y copias en papel.

En este momento, el sector privado está involucrado en ayudar para producir o actualizar los datos geográficos para la INDE colombiana, o cuando una agencia gubernamental decida contratar una firma para promover parte del trabajo de la colección de los datos. Se estima que el trabajo subrogado corresponde a un 50% del total. Los gobiernos nacional y local también están contratando al sector comercial para instalar, operar y mantener la infraestructura de la red (cableado, ruteadores, interruptores, etc.) o para diseminar los datos. Hasta ahora, el sector privado no ha producido o promovido los datos geográficos a un público más grande sin costo, pero probablemente esto ocurrirá en un futuro cercano.

En términos de la necesidad de la cooperación internacional, el primer proyecto de la ICDE fue definido por el Comité Interinstitucional y va a ser tomado en cuenta por el gobierno norteamericano en el marco de la Alianza Ambiental por Colombia¹³. El tiempo estimado para el proyecto es de tres (3) años. Su objetivo es

¹² En 1996, veintitrés personas de cada 100 tenían acceso a computadora en Colombia (*Knowledge for Development*, World Bank, 1998 a 1999).

¹³ Este fue propuesto por la delegación norteamericana en la reunión de la Alianza Ambiental por Colombia, realizada en Cartagena el 6 de mayo de 1999. Aún no se ha llegado a un acuerdo entre Colombia y Estados Unidos.

mejorar la habilidad de las instituciones para soportar, con eficacia, la formulación de políticas de soporte y la toma de decisiones sobre asuntos medioambientales, dentro del marco general de soportar la sustentabilidad en el desarrollo nacional. El proyecto tiene tres componentes:

Producción de la cartografía básica nacional (escala 1:100 000).

Desarrollo y fortalecimiento de una red de información geoespacial.

Fortalecimiento de habilidades institucionales para la generación de servicios integrados de información medioambiental.

El presupuesto total del proyecto es de alrededor de \$32 000 000.00 dólares norteamericanos. Esta cantidad sería financiada por inversión nacional y soporte internacional.

Asuntos

Aunque se ha progresado de manera importante, quedan muchos asuntos por atender con el fin de acelerar la aplicación de la ICDE:

Asuntos organizativos: No hay mandato formal para construir la ICDE ni una institución con autoridad para conducir el proceso. Las iniciativas informales no vencen las barreras entre organizaciones y no fomentan una mayor participación. Además, las instituciones continúan concentrándose en el desarrollo de la información geográfica adecuada para sus propias necesidades y, por lo tanto, se torna difícil y costoso para otros usuarios "reutilizar" los datos geográficos.

Asuntos de políticas: No se cuenta con acuerdos o procesos formales para atender privacidad, acceso, uso, costo y responsabilidad. Las agencias tienen enfoques autónomos para estos asuntos, en especial en las áreas de precios y derechos reservados. En la práctica, los conjuntos de datos geográficos digitales se venden fuera de línea con una licencia a precios que varían de 1% a 5% del costo de producción. Los conjuntos de datos análogos (fotos o mapas en papel) se venden al costo de su duplicación. Las firmas privadas producen principalmente datos geográficos personalizados y cobran a sus clientes alrededor de 130% del costo de producción. En general, este tipo de datos no está disponible al público.

Necesidades del usuario: No existe un estudio sobre las necesidades del usuario. Una encuesta de este tipo ayudaría a enfocar mejor los esfuerzos y las prioridades de la ICDE.

Estudio costo-beneficio: De manera semejante, está disponible poca información en Colombia sobre los costos y los beneficios de los datos geográficos en la toma de decisiones. Esta información es esencial para demostrar claramente el beneficio de unirse para implementar la ICDE para el gobierno, la empresa y los ciudadanos.

Conclusiones

En los países en desarrollo, las agencias gubernamentales a cargo de la información geográfica tienen el desafío combinado de mejorar el desempeño, aprendiendo a cooperar mediante sociedades dentro de la limitación de las restricciones de presupuesto y satisfaciendo las crecientes demandas del usuario. De otra manera, podrían no ser capaces de cumplir el objetivo de proporcionar información valiosa para soportar el mayor conocimiento y la política nacional. Una iniciativa de infraestructura nacional de datos espaciales parece ser la estrategia más apropiada para promover las alianzas multisectoriales a largo plazo, no sólo entre las agencias de gobierno, sino también con el sector privado y la academia, de manera que todos los copartícipes ganen.

La Infraestructura Colombiana de Datos Espaciales (ICDE) es una iniciativa sana para la promoción de la producción de la información geográfica con cubrimiento nacional que fomentará el uso en masa en la sociedad y mejorará el desarrollo sustentable. Se han alcanzado algunos logros y se están rompiendo las barreras entre organizaciones. El método "empírico" de la ICDE ha sido la forma de enfrentar un contexto desafiante y para obtener un consenso, al mismo tiempo que se demuestran los beneficios prácticos. No obstante, ha llegado el tiempo para conseguir el soporte de alto nivel. Las sociedades incipientes se deben fortalecer y coordinar. Parece claro que es necesario establecer un centro de coordinación nacional de la

información geográfica con un mandato nacional para garantizar que todos los participantes sigan en la dirección correcta.

Los resultados positivos motivarán a los copartícipes de la ICDE a renovar sus esfuerzos, tomando en cuenta que el éxito inicial depende de:

Administración: Los mayores productores y usuarios de la información geográfica deben encargarse de ejecutar la iniciativa de manera coordinada y con base en las necesidades nacionales. Se debe establecer un marco para la administración de la información como un principio clave para gobernar el comportamiento entre organizaciones.

Participación: Se debe incluir un gran número de instituciones públicas y privadas, organizaciones no gubernamentales, grupos académicos y centros de investigación, o "tanques de pensamiento" (centros de investigación y análisis de política pública). Se debe llevar a cabo un estudio de costo beneficio cuidadoso y orientado al usuario.

SopORTE: La ICDE ha de encontrar apoyo del gobierno a niveles altos para garantizar las definiciones y el financiamiento necesarios para el proyecto.

Cooperación técnica: La ICDE debe basarse en las lecciones aprendidas de las INDE más adelantadas, y deberá establecer lazos fuertes con las iniciativas regionales y globales para garantizar que las naciones pueden abordar en conjunto cuestiones que se extienden más allá de los límites nacionales.

Investigación y desarrollo: Se necesita adoptar o ajustar una tecnología apropiada mediante actividades de investigación y desarrollo.

Recomendaciones

Buscar y adquirir apoyo gubernamental de nivel alto para la IDE nacional. El proceso de desarrollo de la ICDE debe ir acompañado por el apoyo gubernamental de nivel alto, como un decreto presidencial o una orden del Consejo Ministerial. De otra forma, el sólo impulso de las agencias colombianas no será suficiente para mantener los motores en movimiento por mucho tiempo.

Definir las pautas nacionales para administrar la información geográfica, no solamente por su uso en el gobierno, sino también en cuanto a lo que corresponde al sector privado y la academia.

Cuando se definen acuerdos básicos para estimular la cooperación y dirigir los esfuerzos para la IDE nacional, estos temas deben orientarse hacia:

Acuerdo sobre la definición de la IDE nacional

Clarificación de los objetivos

Acuerdo de los principios, reglas y responsabilidades clave

Organismo coordinador

Papel de cada organización

Políticas básicas y lineamientos para administrar y compartir la información

Financiamiento

Previamente se trabajará la primera etapa de la red nacional de la información geográfica mediante el uso de las normas y las prácticas compatibles internacionalmente. Dado que la ICDE es un proyecto ambicioso a largo plazo, se deben concentrar los esfuerzos en el desarrollo de la primera fase de la red colombiana de información geográfica: un centro distribuidor basado en metadatos, para llevar a cabo el Directorio Nacional de Información geográfica. Con una norma nacional definida de metadatos geográficos y con el desarrollo y las pruebas de algunas herramientas personalizadas de software para metadatos, los productores colombianos de información geográfica tienen el reto de tomar decisiones para documentar sus conjuntos de datos y definir los nodos del centro distribuidor. "Las acciones dicen más que las palabras".

Estudio para la región de la Comunidad para el Desarrollo de África Austral (SADC)

Antecedentes, contexto y fundamento

Con una IDE compatible se puede promover una colaboración regional sobre asuntos que con frecuencia no toman en cuenta los límites nacionales. Mientras que las iniciativas de IDE regionales formales apenas están en las etapas de discusión o de formación, hay varias ilustraciones de cómo un método regional de Infraestructura de Datos Espaciales puede hacer una diferencia positiva al tratar asuntos que suelen ser difíciles, como lo es la seguridad alimentaria. El Comité Permanente para la Infraestructura Geográfica de Asia y el Pacífico es sólo un ejemplo de una aplicación regional de IDE que aborda los asuntos espaciales de los estados miembros.

La Comunidad para el Desarrollo de África Austral (SADC) establecida en 1980 como SADCC, está promoviendo una cooperación regional en el desarrollo económico. Entre los estados miembros de SADC se encuentran: Angola, Botswana, República Democrática del Congo, Lesotho, Malawi, Mozambique, Mauritania, Namibia, Seychelles, Sudáfrica, Swazilandia, Tanzania, Zambia y Zimbabwe. La SADC ha adoptado un Programa de Acción que cubre la cooperación en varios sectores, incluyendo alimentación, agricultura y administración de recursos naturales. Su secretaría está formada por la Unidad de Desarrollo para Alimentación, Agricultura y Recursos Naturales (FANR: Food, Agriculture and Natural Resources) en Harare, Zimbabwe. Para atender con eficacia los asuntos de la alerta inicial para la seguridad en la alimentación y la administración de los recursos naturales, se ha elaborado una base de datos espaciales regional para garantizar la recolección, la administración y la diseminación oportunas de la información y el conocimiento esenciales a los estados miembros de la SADC y otros copartícipes.

La Unidad Regional de Percepción Remota (RRSU: *Regional Remote Sensing Unit*) comenzó como el Proyecto Regional de Percepción Remota (RRSP: *Regional Remote Sensing Project*) en 1988 y recibió asistencia técnica de la Organización para la Alimentación y la Agricultura (FAO) de las Naciones Unidas y el apoyo financiero de los gobiernos de Japón y Holanda. La asistencia técnica de la FAO terminó en junio de 1998 y desde entonces SADC RRSU se ha integrado gradualmente en la estructura organizativa de la Unidad de Desarrollo FANR SADC. La RRSU está financiada por los estados miembros de SADC y recibe financiamiento adicional y asistencia técnica mediante un acuerdo bilateral entre SADC y el gobierno de Holanda. La RRSU es un centro de expertos técnicos que pueden facilitar los programas de capacitación y el apoyo técnico en el campo de percepción remota y SIG en el soporte de la alerta temprana para la seguridad alimentaria y la administración de los recursos naturales. Con una base operativa, la RRSU está utilizando información satelital temporal alta de baja resolución para generar productos de información sobre la ocurrencia de precipitaciones y el crecimiento de vegetación que se está distribuyendo por medio de las Unidades Regional y Nacional de Alerta Temprana, pero también mediante sus propias publicaciones, informes y sitio en la Red. Se han organizado diversos cursos de capacitación y talleres nacionales y regionales para crear un grupo de expertos capacitados en la región de SADC. Una actividad importante de la RRSU es la creación de bases de datos espaciales, que se están distribuyendo en disco compacto, CD. La base de datos de RRSU incluye, en la actualidad, toda la información temática básica (límites administrativos, infraestructura, hidrología de la cubierta del suelo, suelos, elevación, etc.), así como el archivo de imágenes satelitales, información estadística agrícola y climática. Para desarrollar estos sistemas de información aún más, la RRSU tiene sociedades estratégicas con diversos institutos en la región de SADC, pero también en Europa y Estados Unidos. La base de datos espaciales de la RRSU es reconocida como una norma regional (y con frecuencia nacional) y por ello la RRSU es un socio reconocido en varias actividades relacionadas con EIS en la región de SADC. A nivel regional, la RRSU colabora con el Marco Nacional de Información Espacial Sudafricano (NSIF: *National Spatial Information Framework*) en la elaboración de metadatos, que tienen una perspectiva regional.

Génesis de la Infraestructura Regional de Alerta Temprana

Desde el momento de su establecimiento, la RRSU ha estado trabajando en el uso de la información satelital para monitorear la ocurrencia de precipitaciones y crecimiento de vegetación en apoyo a la alerta temprana para la seguridad alimentaria. Los datos satelitales cubren toda la región de SADC y el tamaño de píxel operativo de las imágenes ráster es de 7.6 km. Con el incremento en el uso de la tecnología SIG y la disponibilidad de computadoras rápidas y más programas de software SIG amigable, se tuvo la necesidad de armonizar y normalizar los conjuntos de datos espaciales, no sólo las imágenes satelitales ráster, sino además la base de datos vectoriales.

A principios de los noventa, la mayoría de los datos espaciales digitales disponibles en los países de la SADC se originaban de proyectos pequeños. Los datos espaciales disponibles de las Oficinas de Agrimensura General no siempre estaban en formato digital, o en todo caso en un formato digital inaccesible. Como resultado, muchas oficinas de gobierno, proyectos menores, universidades, NGO, comenzaron a digitalizar sus propias bases de datos espaciales.

Una de las tareas del RRSU es introducir la tecnología SIG. El problema principal que enfrentó durante la introducción de esta tecnología en la región fue la falta de una base de datos espaciales congruente para la región de SADC. Por ejemplo, los límites administrativos nacional y subnacional difícilmente existían en formato digital o estaban incompletos. Para los datos existentes, no había compatibilidad entre fronteras. Otros datos en la infraestructura, uso del suelo básico e hidrología, no existían o eran escasos. Se había preparado un mapa del suelo para varios países de SADC, pero el formato digital utilizado imposibilitó el uso de los datos para análisis SIG posteriores. Las imágenes satelitales en formato ráster del satélite Meteosat (para monitoreo climático) y el satélite NOAA (monitoreo de la vegetación) estaban en una proyección geográfica rara, la proyección Aitoff Hammer, apenas soportada por cualquiera de los programas de software SIG más populares.

La tarea inminente para la RRSU fue empezar diversas actividades para desarrollar las normas para las bases de datos digitales y el objetivo era preparar una base de datos común ráster y vectorial para la región de SADC, que permitiría uso y procedimientos analíticos sencillos en un ambiente SIG, y facilitaría las actualizaciones regulares.

Enfoque organizativo

Liderazgo total. La RRSU SADC proporcionó liderazgo completo para esta actividad regional. La RRSU identificó las necesidades y formuló el plan: implementó el desarrollo con socios estratégicos, evaluó la disponibilidad de datos, recolección de datos organizada; evaluación garantizada y control de calidad de los resultados, y distribuyó los resultados.

La RRSU SADC completó el desarrollo. Los socios técnicos en el desarrollo fueron la Oficina de Estudios de Tierras Áridas de la Universidad de Arizona y la Universidad de Stellenbosch. Ambas universidades eran responsables de tareas técnicas, implementadas bajo acuerdo contractual. La elaboración de las bases de datos espaciales digitales involucradas en el procesamiento de datos, creación de capas básicas de datos, preparación de documentación y desarrollo del sistema sobre medios transportables con interfaz de usuario para visualizar y analizar los datos. Como punto de inicio, se utilizaron varias capas de la Carta Digital Mundial (DCW: *Digital Chart of the World*), así como el Muestrario de Datos de África (ADS: *Africa Data Sampler*) preparado por el Instituto de Recursos Mundiales (WRI: *World Resources Institute*, E.U.). El WRI proporcionó a la RRSU una publicación previa del ADS en 1994 a fin de facilitar una primera revisión de los datos disponibles. Los datos disponibles a nivel internacional fueron combinados con los conjuntos de datos digitales nacionales que ya existían. Donde era necesario, los mapas en papel eran digitalizados, corregidos y georeferidos. La Universidad de Arizona se hizo cargo de ello, aunque en una etapa posterior, se contrató a la Universidad de Stellenbosch para revisar y corregir la base de datos del suelo.

La RRSU fue responsable del procesamiento de todos los datos ráster de imágenes satelitales en una proyección geográfica de 6 minutos. Usando este formato común, los datos de diferentes satélites o del mismo satélite, pero recibidos por distintos sistemas de adquisición de datos, están en el mismo formato geográfico y se pueden usar junto con los datos vectoriales en un amplio margen de aplicaciones SIG.

Desde 1994, el desarrollo ha pasado por varias fases y ha dado como resultado una base de datos de imágenes de satélite uniforme y común (Meteosat y NOAA); una base de datos vectorial temática común y uniforme a escala 1:1 millón. En 1995, se publicó una primera versión de la base de datos vectorial en disco compacto. En junio de 1997, se liberó la primera versión de "*RRSU CD*", la cual incluía todos los datos satelitales, las estadísticas agrícolas y la información climática básica, inclusive. En marzo de 1998 se publicó una actualización. El RRSU CD también contiene un software para facilitar la visualización y el análisis de los datos, llamado "Winsdisp". Este programa fue desarrollado con apoyo financiero de varios socios, incluyendo la RRSU. Se espera una siguiente publicación en la primera mitad de 2000. Más recientemente, en junio de

1999, la RRSU produjo un segundo disco compacto con una base de datos regional climática detallada en formato ráster y tabular, que contiene información de precipitaciones, temperatura y evapotranspiración.

Además de ello, la Administración de Recursos Acuáticos para el Programa Local de Desarrollo Comunitario (ALCOM: *Aquatic Resource Management for Local Community Development Programme*), con base en Harare, utilizó las capas hidrológicas de la base de datos espaciales de la RRSU para desarrollar una base de datos hidrológica integral y un mapa de cuencas para África Austral, del todo compatible con el formato común establecido por la RRSU.

Otros copartícipes principales en la fase de desarrollo son: (i) Las Unidades Nacionales de Alerta Temprana (NEWU's: *National Early Warning Units*) y (ii) los Departamentos Nacionales Meteorológicos (NMD's: *National Meteorological Departments*) en los países de SADC quienes jugaron un papel importante en la evaluación de los conjuntos de datos y proporcionaron sugerencias para las correcciones o mejores datos. Otros colaboradores de datos importantes son: (i) el Instituto de Recursos Mundiales, (ii) el Centro de Datos Eros USGS, (iii) FAO, (iv) UNEP GRID y (v) el Sistema de Alerta Temprana de Hambruna de USAID (FEWS: *Famine Early Warning System*). Los datos a nivel regional o nacional fueron proporcionados por: (i) las NEWU, (ii) los NMD, (iii) los Centros Nacionales de Percepción Remota, (iv) los Consejos Medioambientales y (v) varios departamentos gubernamentales en los miembros de SADC. Entre los usuarios beneficiados se incluyen institutos gubernamentales, ministerios, organizaciones nacionales, regionales e internacionales, comercio privado y sector industrial, grupos bancarios y financieros, organizaciones agrícolas a pequeña y gran escala, y NGO.

La revisión y la evaluación del esfuerzo por cubrir las necesidades de los miembros de SADC fueron llevadas a cabo por la RRSU SADC; las Unidades Nacionales de Alerta Temprana y los Departamentos Nacionales Meteorológicos en los países de SADC. El proceso de revisión y evaluación incluyó que los datos estuvieran disponibles para la evaluación, conducir talleres y reuniones para introducir las bases de datos, recolección de comentarios de la evaluación e informes, y garantía de incorporación de correcciones y adiciones.

La distribución de la base de datos, las herramientas, los metadatos y el software de visualización y análisis fue realizada por la RRSU. La RRSU pone los datos a disposición en un formato amigable en disco compacto; patrocina talleres y reuniones y mantiene un sitio en Internet para crear y mantener la concientización; fomenta e influye en sugerencias y recomendaciones, y es responsable de las actualizaciones regulares de las bases de datos. La nueva base de datos histórica fue distribuida a todos los puntos de contacto de los miembros de la SADC. Las misiones de respaldo y los talleres regionales se utilizaron para informar a los puntos de contacto los cambios y las características del nuevo formato de datos.

Tradicionalmente, la accesibilidad a Internet en África ha sido significativamente baja en comparación con otras regiones del mundo. Aunque esta accesibilidad está aumentando con rapidez en la región de SADC, la RRSU sigue distribuyendo los datos en disco compacto. La razón de ello es: (i) el tamaño de los conjuntos de datos espaciales de la RRSU es demasiado grande como para utilizarse operativamente en Internet (incluso con acceso de velocidad alta), y (ii) los datos se pueden visualizar y analizar usando la estructura de datos en el disco compacto de RRSU y el software incluido. Sin embargo, en la actualidad, la RRSU está mejorando su conectividad mediante la instalación de enlace por radio a uno de los principales Proveedores de Servicios de Internet (ISP: *Internet Service Providers*) en Harare. Con esta instalación en su lugar, FANR (y la RRSU en particular) tendrá la posibilidad de ofrecer sus bases de datos en línea por Internet con su propia capacidad de servidor. No obstante, debería observarse que aun cuando se ofrezcan datos por Internet: (i) muchos copartícipes tendrán acceso limitado, y (ii) la capacidad analítica específica ofrecida en el disco compacto de la RRSU no estará disponible.

Entre los usuarios se incluyen muchos de los copartícipes ya mencionados, como las Unidades Nacionales de Alerta Temprana y los Departamentos Nacionales Meteorológicos en los países de SADC. Una variedad de institutos de gobierno, ministerios, organizaciones nacionales, regionales e internacionales, el comercio privado y el sector industrial, grupos bancarios y financieros, organizaciones agrícolas a pequeña y gran escala, y NGO también usan el sistema.

Por último, aunque la RRSU utilizó acuerdos contractuales con la Universidad de Arizona y la Universidad de Stellenbosch para el desarrollo, la colaboración con otros socios se estableció primordialmente mediante acuerdos informales. En general, los datos se proporcionaban como parte de un acuerdo mutuo, en el que la RRSU corregiría y actualizaría los conjuntos de datos y los regresaría en el formato nuevo a los proveedores de datos.

Éxitos y pendientes del programa

El éxito es evidente. Las bases de datos de la RRSU proporcionadas en disco compacto tienen gran demanda. La capacidad es considerada por muchos como la norma regional e incluso en muchos países de SADC se supone que es el mejor conjunto de datos y el más completo disponible. Sin embargo, no hay una estructura regional formal de la IDE para la región de SADC, aunque se están realizando las iniciativas informales para llegar a un consenso. Un buen ejemplo es la colaboración entre RRSU de SADC y el Marco Nacional de la Infraestructura Espacial (NSIF) en Pretoria, Sudáfrica. Junto con varios copartícipes en SADC, y el resto de África, se están lanzando diversas actividades para formalizar el cuerpo de políticas de la IDE.

Enfoque de aplicación

La RRSU ha introducido una norma regional para los datos espaciales, que se está adoptando en varios países de SADC. Estos datos normalizados se han presentado en diferentes reuniones. Un ejemplo es la red de Sistemas de Información Medioambiental de SADC (EIS: *Environmental Information Systems*). Durante una reunión de representantes de la Red EIS de SADC en noviembre de 1997 se hicieron varias recomendaciones generales sobre la escala y el formato de los datos espaciales. La base de datos espaciales de RRSU se utilizó como ejemplo. Sin embargo, en la misma reunión se acordó que este formato debería usarse como un formato común de "intercambio" de datos y que es decisión de los países el formato a utilizar a nivel nacional.

En nombre de la Red EIS de SADC, el Sistema de Administración del Suelo y el Medio Ambiente de SADC (ELMS: *Environment and Land Management System*) ha estado trabajando en un documento de política de datos que estará disponible para inicios de 2000.

En conclusión, el desarrollo de la base de datos de la RRSU introdujo, en principio, normas regionales, que ahora son adoptadas por los estados miembros de SADC. Aunque estos esfuerzos de normalización fueron impulsados fuertemente por la necesidad de establecer bases de datos viables de la RRSU para la alerta temprana para la seguridad alimentaria, es claro que hay más aplicaciones potenciales de los datos frente a distintos asuntos (como la gestión de recursos naturales). Las bases de datos espaciales de la RRSU se prepararon en respuesta a las necesidades críticas y específicas para los miembros de SADC con respecto a la alerta temprana para la seguridad alimentaria. Sin una IDE congruente y definida con claridad a nivel nacional y regional, la RRSU trabajó con los miembros y los copartícipes para establecer los componentes centrales de la infraestructura necesarios para cumplir con los objetivos de desarrollo e implementación. A continuación se presenta una cronología de los eventos y las acciones terminadas para completar el esfuerzo de Alerta Temprana:

En 1994, la RRSU comenzó a trabajar con copartícipes para evaluar la necesidad de uniformar las normas de datos para la región de SADC y para identificar a los socios necesarios para efectuar el desarrollo. Lo anterior incluyó la preparación de contratos en algunos casos.

- En 1995, el desarrollo se enfocó en la recolección de datos para la base de datos vectorial. Como ya se observó, los datos provenían de varias fuentes, con datos que cumplen con las normas internacionales, junto con datos que no cumplen y necesitan ser procesados en un formato común aceptable (implementado por la Universidad de Arizona). El desarrollo y la evaluación de las bases de datos también ocurrió en este momento, incluyendo la revisión y la corrección de la base de datos de suelos de SADC (aplicada por la Universidad de Stellenbosch). En un taller regional en septiembre de 1995, se presentaron y aceptaron nuevas normas para datos ráster.
- En 1996, la información de la base de datos fue distribuida y revisada por los estados miembros. Debido a la falta de normas y formatos de datos congruentes a nivel regional, los datos se tenían que convertir al formato nativo de los estados miembros para su revisión. Se revisaron y se documentaron los resultados de la evaluación. De junio a diciembre de 1996, se llevó a cabo la transferencia de funciones analíticas de

IDA para el software de aplicación WinDisp (financiado por la RRSU y aplicado por la Universidad de Arizona).

Con base en las evaluaciones proporcionadas por los copartícipes, se hicieron los cambios a la base de datos vectorial a principios de 1997. Se desarrolló una interfaz amigable para la aplicación del usuario, y se resolvieron otras cuestiones de estructura y nomenclatura de archivos. Cada estado miembro recibió una producción preliminar en disco compacto para su revisión durante este periodo. Para el verano de 1997, se anunció el término del disco compacto y se comenzó la distribución.

- Para principios de 1998, la RRSU emitió una versión actualizada del sistema de Alerta Temprana y comenzó una rutina de mantenimiento y actualización de los conjuntos de datos para garantizar el servicio de información para la región. Junto con Sudáfrica, la RRSU empezó la capacitación en la creación y la implementación de los metadatos.

El programa de la base datos espaciales de la RRSU ha sido de gran beneficio para la región de SADC. Al reconocer los estados miembros que la agricultura es un área importante de interés mutuo, la SADC promueve la cooperación regional y el desarrollo económico a través de un Programa de Acción que cubre la cooperación en varios sectores. Estos sectores incluyen los relacionados con alimentación, agricultura y recursos naturales. La seguridad alimentaria y la administración de los recursos naturales es uno de los pilares principales para el desarrollo económico y el bienestar social en la región.

Una base de datos espaciales sólida, armonizada y uniforme contribuye a mejorar la información en apoyo a la administración de los escasos recursos naturales, que se requieren para garantizar la seguridad alimentaria y el bienestar del hombre en la región. Además, el Sistema de Alerta Temprana e Información Global de la FAO (GIEWS: *Global Information and Early Warning System*) está utilizando los datos de las bases de datos espaciales de la RRSU. Más aún, el sitio de Red en Internet de GIEWS se liga directamente al sitio FANR SADC, un buen ejemplo de ¡compartir información y no de duplicarla!

Conclusiones

La actividad de la base de datos de la RRSU ha ayudado a visualizar la región de SADC para establecer los elementos básicos de una IDE nacional y regional. Sin embargo, el progreso hacia una IDE regional saludable y receptiva dependerá de la resolución de diversos asuntos importantes. Varias de las cuestiones principales que enfrenta la región se resumen en seguida:

Infraestructura de telecomunicaciones. Aunque el programa de la base de datos espaciales inicial de la RRSU se ha encaminado a establecer normas para el intercambio de datos, se está trabajando para mejorar las capacidades de diseminación mediante Internet. Sin embargo, hasta que la infraestructura de telecomunicaciones esté más disponible para las organizaciones copartícipes, la entrega de la IDE se verá limitada a productos físicos, información y servicios como las aplicaciones basadas en CD-ROM y datos asociados con el programa RRSU. No obstante, debe observarse que la base de datos espacial de la RRSU es un tanto grande, y a fin de trabajar con los datos en la base operativa, el CD-ROM será el medio más aplicable para su distribución.

Política de la IDE nacional y regional. Desde un punto de vista organizativo y de políticas, se siguen diseñando las políticas y las prácticas formales de la IDE a nivel nacional y regional. En esta etapa, hay una necesidad de crear un nivel alto de concientización de los beneficios de una IDE compatible para la región y sus naciones. Asimismo, debería haber una revisión formal o encuesta del estado específico de cada miembro en términos del desarrollo o los planes de la IDE. La RRSU aprovechó cada oportunidad para demostrar la necesidad de una base de datos uniforme de SADC. Y, gran parte del éxito de la RRSU se ha realizado mediante contactos informales, que han contribuido al proceso de concientización y voluntad para compartir conjuntos de datos importantes críticos para esta iniciativa regional.

Propiedad de los datos y la política de precios. Aún hay asuntos sin resolver con respecto a la propiedad de los datos y las políticas de precios. Esto ha sido particularmente cierto con los datos climáticos. Los NMD en la región de SADC están siguiendo el consejo de la Organización Meteorológica Mundial (OMM) en cuanto a

que los datos de clima deberían ponerse a disposición con una base comercial. Ya que los NMD son institutos de SADC, han puesto los datos a disposición de la RRSU para desarrollar una base de datos tabular regional y crear capas climáticas (ráster) que se utilicen para investigación y análisis. La RRSU no está en posición de distribuir estos conjuntos de datos tabulares o capas climáticas. Lo que se hará es que la RRSU capacitará a los NMD en el concepto de la creación de estas bases y capas de datos. El NMD podrá así distribuir las bases de datos.

Recomendaciones

Educación y Concientización. Establecer un programa claro de educación y concientización para obtener apoyo de quienes deciden las políticas nacionales en la región. Este programa debería incluir la evaluación de cada miembro, y la identificación de las cuestiones y las áreas de atención para establecer IDE compatibles que aborden problemas nacionales y regionales.

Organización y sociedades. Se requiere más trabajo para alcanzar una estructura básica y flexible para el desarrollo de la IDE en los niveles nacional y regional. La creación de un comité de IDE más formal para el continente africano con subelementos regionales apropiados puede ayudar a organizar y fomentar la colaboración.

Financiamiento. Se debe conseguir un compromiso de financiamiento a largo plazo para elaborar, aplicar y mantener una IDE regional de manera continua. Aunque las fuentes de financiamiento externas han dado como resultado éxitos medidos en la región de SADC para cubrir objetivos específicos, se deben asegurar recursos continuos de fuentes internas y externas para garantizar la creación de una IDE compatible para la región. Una lección importante aprendida en el programa de la RRSU es que el financiamiento para el mantenimiento de los datos se debe incluir en las operaciones de la IDE para garantizar que la información espacial siga siendo pertinente para quienes toman decisiones.

Normas. Los miembros de SADC deben continuar identificando las normas que dan compatibilidad para el contenido de datos y metadatos a toda la región. Las normas regionales deberían basarse en lo posible en las normas internacionales existentes y cuando sean necesarias normas nuevas, los miembros de SADC deberían participar, en lo posible, en la formalización de las normas a nivel internacional, en el momento que sea apropiado.

Telecomunicaciones. La falta de acceso a Internet entre los miembros sigue siendo un asunto mayor en la región. Debe apoyarse la expansión continua de los servicios de Internet y el mayor acceso de los usuarios miembros de información espacial y servicios. Como la mejora del acceso a Internet en la región tardará un poco en desarrollarse, la disponibilidad y la distribución de los datos, y los metadatos, deberían realizarse también con otras fuentes. Por lo tanto, se debería considerar la distribución de este tipo de información en CD-ROM, mediante la última tecnología digital.

Políticas sobre la propiedad de los datos y las licencias. Se necesita una política de datos clara en la región, que incluya secciones sobre los derechos de propiedad intelectual, mecanismo de distribución y precio de los datos. Se deben abordar estas cuestiones dentro de la región de SADC y también como una iniciativa importante del IGDE para alcanzar una mayor comprensión de las implicaciones internacional y global de la propiedad de los datos, licencias y usos.

Estudios de casos globales: Actividades que contribuyen a la Infraestructura Global de Datos Espaciales

Consciente de las cuestiones sociales, medioambientales y económicas críticas que se comparten regionalmente y con frecuencia a nivel global, es de extrema importancia la seguridad de una Infraestructura Global de Datos Espaciales para permitir que las naciones y las organizaciones colaboren con los temas y las soluciones. Sin un ambiente de referencia global donde un conjunto congruente de políticas, normas, mejores prácticas y organizaciones cooperadoras que guíen el desarrollo de la infraestructura nacional y regional de datos espaciales, corremos el riesgo de no poder resolver con eficacia y en conjunto los asuntos urgentes en el contexto global.

En la actualidad, hay varias iniciativas principales que abarcan uno o más componentes de la Infraestructura Global de Datos Espaciales como lo definió el Comité de la IGDE en marzo de 1999. En realidad, el éxito de la IGDE depende del éxito y la compatibilidad que muchos de estos programas traen al mercado global: tecnología, datos, normas, recursos, misiones organizativas y distribución. En esta sección se perfilan algunos de los colaboradores principales de la IGDE. La iniciativa Tierra Digital, lanzada en Estados Unidos, China y otras naciones, es revisada como un ejemplo de programa que tiene el potencial de orientar y acelerar los programas de investigación y desarrollo necesarios para alcanzar la visión de una Tierra Digital (www.digitalearth.gov) y las infraestructuras de apoyo básicas y necesarias a los niveles local, nacional y global. Por último, en esta sección se incluye una discusión sobre los desafíos restantes en la formación de una IGDE potente.

Definición de IGDE

En la Segunda Conferencia de la IGDE en 1997, el Grupo Directivo de la IGDE multinacional definió la Infraestructura Global de Datos Espaciales como:

"... Políticas, trámites organizativos, datos, tecnologías, normas, mecanismos de entrega y recursos financieros y humanos necesarios para garantizar que quienes trabajan a escala global y regional no estén impedidos en el cumplimiento de sus objetivos..."

Información general de los elementos de la Infraestructura de la IGDE

Con esta definición, es importante observar que varios programas tratan diversos aspectos de la IGDE a nivel global. En esta sección se resumen algunos de los programas más importantes que han contribuido a la Infraestructura Global de Datos Espaciales. Esta lista no es de ninguna manera exhaustiva, y de hecho se ha abreviado para proporcionar ejemplos del trabajo que se ha estado realizando para la IGDE.

Por ejemplo, el Comité Directivo Internacional para el Mapeo Global está trabajando para producir un Mapa Global, que se publicará en el año 2000. Desde la década de los ochenta, las Naciones Unidas han tenido una Base de Datos del Inventario de los Recursos globales y otros recursos similares. El Programa Internacional Geosfera-Biosfera está ocupado en proporcionar conjuntos de datos medioambientales globales a los científicos. El Consorcio *OpenGIS* (www.opengis.org) se ha dedicado a promover los avances tecnológicos e informáticos que pueden soportar el desarrollo y el uso de los datos medioambientales y sus infraestructuras acompañantes. El Comité Técnico de la Organización Internacional de Normas 211 (<http://www.statkart.no/isotc211/welcome.html>) está preparando una norma para metadatos.

El Comité Directivo Internacional para el Mapeo Global (ISCGM) (<http://www1.gsi-mc.go.jp/iscgm-sec/index.html>) se creó como respuesta al Programa 21 de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (CNUMAD) realizada en Río de Janeiro de 1992. El Capítulo 40 del Programa 21 fue un llamado para los datos medioambientales globales. Como resultado, el Instituto Japonés de Levantamientos Geográficos y el Ministerio de Construcción tomaron el liderazgo en el proyecto y formaron el ISCGM en 1994. Los miembros del ISCGM son representantes de agencias cartográficas nacionales, agencias no gubernamentales y la academia. El resultado es un proyecto que incluye 65 diferentes agencias cartográficas nacionales y otras organizaciones de cada continente de la Tierra. El objetivo es la producción de un Mapa Global, que contendrá elevación, vegetación y uso del suelo, sistemas de drenaje, redes de transporte y límites administrativos, todo a la escala nominal de 1:1 000 000. En el proceso, ha sido necesario concentrarse en un plan estratégico, especificaciones y política de datos.

Además de la CNUMAD, las Naciones Unidas tienen otras organizaciones que tienen un papel en la creación y la diseminación de los datos medioambientales. Con frecuencia, estas organizaciones tienen mandatos para crear y hacer que los datos estén disponibles. De las principales organizaciones de datos medioambientales de la ONU que viene a la mente es la Base de Datos Global del Inventario de Recursos (GRID: *Global Resource Inventory Database*, www.grid.unep.org) del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). GRID se formó para ayudar al PNUMA y sus socios a contribuir a los datos medioambientales y la información, así como las técnicas metodológicas para manejar esos datos, mejorar la base científica para la

toma de decisiones y ayudar al avance de las iniciativas de desarrollo sustentable." GRID es una red de sitios distribuidos en todo el mundo, que proporcionan datos medioambientales. PNUMA/GRID está compuesto por diversos sitios (Arendal, Noruega; Bangkok, Tailandia; Christchurch, Nueva Zelanda; Dinamarca; Ginebra, Suiza; Kathmandú, Nepal; Moscú, Rusia; Nairobi, Kenya (oficinas centrales); Ottawa, Canadá; Sao Jose dos Campos, Brasil; Sioux Falls, EU; Tsukuba, Japón; Varsovia, Polonia). En cada sitio se proporcionan algunos conjuntos de datos globales, pero la mayoría de las veces tienen un objetivo específico. Por ejemplo, el sitio de Kathmandú trata principalmente las cuestiones y los datos relacionados con montañas.

Además del PNUMA/GRID, la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (www.unesco.org) ha desempeñado un papel en el desarrollo de las bases de datos globales de suelos. Aparte de la UNESCO, la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) (www.fao.org) asumió un papel líder en la preparación de la base de datos globales de suelos a 1:5 000 000 en los setenta. La FAO también tiene varios programas dentro de su jurisdicción, como el Sistema Mundial de Información y Alerta Temprana que "vigila el panorama de cultivos y alimentos a los niveles nacional y global para detectar la aparición de escasez de alimentos y evaluar las posibles necesidades alimentarias de emergencia." La Evaluación de Recursos Forestales de la FAO (FRA: *Forest Resources Assessment*) es un censo de árboles que se realiza cada 10 años y se ocupa para ayudar a determinar tasas de deforestación. El Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) (www.undp.org) también está interesado en los trabajos para la creación de un conjunto de datos globales y ha sostenido las investigaciones en esta dirección.

El Programa Internacional Geosfera-Biosfera PIGB (IGBP: *International Geosphere-Biosphere Programme*) es un programa dentro del Consejo Internacional para la Ciencia (ICSU: *International Council of Scientific Unions*). En el PIGB se encuentra el Sistema de Datos e Información (DIS: *Data and Information System*) (IGBP-DIS) (<http://www.cnrm.meteo.fr:8000/igbp/index.html>). Los objetivos del IGBP-DIS son "describir y entender los procesos interactivos físicos, químicos y biológicos que regulan todo el sistema terrestre, el único ambiente que proporciona vida, los cambios que ocurren en este sistema y la forma en que son afectados por la acción del hombre."

Por lo común, la investigación del PIGB se concentra en seis preguntas básicas que son abordadas por ocho Proyectos Centrales:

¿Cómo se regula la química de la atmósfera global y cuál es el papel de los procesos biológicos en la producción y el consumo de los gases raros?

¿Cómo afectarán los cambios globales a los ecosistemas terrestres?

¿Cómo interactúa la vegetación con los procesos físicos del ciclo hidrológico?

¿Cómo alterarán a los ecosistemas costeros los cambios en el uso del suelo, el nivel del mar y el clima, y cuáles serán las mayores consecuencias?

¿Cómo influyen los procesos biogeoquímicos oceánicos sobre el cambio climático y cómo responden al mismo?

¿Qué cambios significativos de clima y medio ambiente han ocurrido en el pasado y cuáles fueron sus causas?

Tres Actividades del Marco colaterales que incluyen la asistencia a la integración de los Proyectos Centrales de PIGB:

Sistema de Datos e Información IGBP (IGBP-DIS)

Análisis, Interpretación y Modelado Globales (GAIM: *Global Analysis, Interpretation and Modelling*)

Sistema Global de Cambio para Análisis, Investigación y Capacitación (START: *Global Change for Analysis, Research and Training*), que abarca iniciativas de investigación y necesidades regionales, junto con el IDHP y el WCRP.

Entre los ejemplos de los datos disponibles mediante estos esfuerzos se encuentran el conjunto de datos AVHRR de 1 km de la tierra global, el conjunto de datos de IGBP *DISCover* elaborado con los datos de AVHRR, así como los datos globales FIRE.

El Consorcio *OpenGIS* (<http://www.opengis.org/>) es una organización "cuya misión es promover el desarrollo y el uso de sistemas abiertos avanzados, normas y técnicas en el área del geoprocesamiento y tecnologías de la información relacionadas."

El objetivo del Comité Técnico 211 de la Organización Internacional de Normalización 211 (ISO/TC211) (<http://www.statkart.no/isotc211/welcome.html>) es "la normalización en el campo de la información geográfica digital." Conforme a su sitio en la Red:

- Este trabajo tiene como objetivo establecer un conjunto estructurado de normas para la información sobre objetos o fenómenos que están directa o indirectamente asociados con una ubicación relativa en la Tierra.
- Estas normas pueden especificar, para la información geográfica, métodos, herramientas y servicios para la gestión de los datos (incluso, definición y descripción), adquisición, procesamiento, análisis, presentación y transferencia de tales datos en forma digital y electrónica entre diferentes usuarios, sistemas y ubicaciones.
- El trabajo deberá relacionarse con las normas apropiadas para la tecnología de la información y los datos, en lo posible, y proporcionar un marco para el desarrollo de las aplicaciones específicas sectoriales mediante el uso de datos geográficos.

Las organizaciones y las actividades que se muestran no abarcan todas las actividades que se describen en la definición de la Infraestructura Global de Datos Espaciales. El ISCGM se orienta a los datos, las normas y los compromisos organizativos para generar y mantener el marco global de los temas de los geodatos esenciales. El Consorcio *OpenGIS* está interesado en promover los avances tecnológicos y las normas. El ISO/TC211 está dirigido a la normalización de los metadatos medioambientales. Y la Iniciativa de la Tierra Digital (que se presenta más adelante) está trabajando para vincular muchas de estas actividades para orientar la investigación, el desarrollo y las sociedades necesarias a fin de acrecentar las capacidades requeridas para sostener la visión de la Tierra Digital. Reunidas, estas actividades diferentes, y aparentemente desiguales, pueden crear un todo mayor que puede beneficiar a diferentes grupos y organizaciones.

En un cubo se ilustran las contribuciones y las relaciones de varias organizaciones alrededor del mundo que han auxiliado a dar forma a la IGDE. Los esfuerzos nacionales y regionales de las IDE representadas en una cara del cubo enseñan los principales recursos, tecnología, metadatos y normas de datos, y mejores prácticas que se comparten internacionalmente. Muchas de las normas, las tecnologías y las prácticas se han adoptado o tienen influencia de normas internacionales y se muestran en la segunda cara del cubo. En la tercera, se encuentran las organizaciones y las actividades, que han contribuido a áreas específicas de la IGDE. FAO/GRID ha producido datos globales de suelos, el Mapa Global tiene como fin proporcionar un conjunto global congruente de cubrimientos geográficos, junto con el compromiso de que las naciones mantengan los datos. El Consorcio *OpenGIS* y la Organización Internacional de Normalización llevan las normas de datos y metadatos a la comunidad en general para que se utilicen en todas las naciones y las organizaciones.

En realidad, los esfuerzos de estas organizaciones han producido elementos clave de la IGDE, muchos de los cuales han venido a ser parte de todo el medioambiente de referencia de la IGDE necesario para ayudar a tener una compatibilidad a nivel transnacional y global. Sin embargo, se requiere mucho más trabajo para ocuparse de otras cuestiones de tecnología, política y recursos que están limitando la aplicación de la IGDE. La Iniciativa de la Tierra Digital se discute a continuación como ejemplo de una actividad que se encarga de una de las áreas más desafiantes relacionadas con la IGDE.

La Tierra Digital: Un estudio de caso en la Generación de una Infraestructura Global de Datos Espaciales

En 1998, el vicepresidente de Estados Unidos, Al Gore, comunicó una visión para el futuro y la forma en que los ciudadanos actuarían con los recursos de información global para comprender mejor la complejidad de nuestro planeta y nuestras interacciones con el mismo.

Un Grupo de Trabajo Interagencias de la Tierra Digital de Estados Unidos llegó a un consenso en el que la Iniciativa de la Tierra Digital incluye un esfuerzo nacional e internacional para planificar y construir un uso cooperativo, una infraestructura con base en Internet para utilizar grandes cantidades de datos y recursos de

información georreferidos, datos de las ciencias de la Tierra y datos culturales e históricos. Estos datos orientados visualmente y basados en la consulta serán utilizados por las comunidades gubernamentales federales, estatales, locales y tribales, la academia y el sector privado para aplicaciones científicas, toma de decisiones prácticas, educación, periodismo y otras aplicaciones accesibles a los ciudadanos. Conforme estén disponibles los prototipos de interfaces de usuario, también será posible interactuar con la Tierra Digital mediante portales de Internet alrededor del país, y obtener el mejor nivel de acceso y de interoperabilidad con los datos geospaciales, sociales y económicos de la Tierra (www.digitalearth.gov).

El éxito de la Tierra Digital se correlaciona directamente con la entereza de la infraestructura que se utiliza como fundamento. Además, miles de protocolos y normas que llegan de la Red Mundial de Computadoras se deberán tomar en cuenta en el proceso de desarrollo. La Infraestructura de la Red para la Tierra Digital se basará en la Infraestructura Nacional de Datos Espaciales (INDE) de Estados Unidos y la Infraestructura Global de Datos Espaciales (IGDE). Se necesitará el equilibrio de estos programas para garantizar el mayor uso de la mejor práctica para la creación de una infraestructura central.

Otro de los desafíos principales para la Tierra Digital es la construcción de la estructura organizativa que permitirá la interacción de los ciudadanos, la industria, la academia y el gobierno en el desarrollo de la iniciativa. Estas comunidades deben coordinar el enfoque de los requerimientos de la investigación y el desarrollo para crear la Tierra Digital. La identificación de la tecnología, la organización, las políticas y otras barreras que obstaculizan el éxito necesitan articularse entre los diferentes organismos para diseñar mejores soluciones de aplicación. La iniciativa de Tierra Digital trabajará para enfocar los recursos de sus organizaciones socias para acelerar las soluciones a las barreras que impiden o limitan la obtención de la visión de Tierra Digital.

Asimismo, la Tierra Digital deberá conseguir una fuerte sociedad pública-privada para ligar la industria a otras organizaciones no gubernamentales con el gobierno. Los agentes del gobierno deben seguir conduciendo las reuniones técnicas y para definición de políticas a fin de soportar el PPP y la comunidad internacional. En la actualidad, Estados Unidos tiene ya una estructura gubernamental federal y está trabajando con la industria y las organizaciones no gubernamentales (NGO: *non-governmental organisations*) y la academia para nutrir a los miembros sustentadores para el PPP. A nivel internacional, los chinos instituyeron el simposio bianual de la Tierra Digital Internacional (el primero se realizó en Beijing, diciembre de 1999, con 25 países participantes).

Una característica de la Tierra Digital para la extensión y la educación es el valor del compromiso público mediante la aplicación de una impresionante visualización tridimensional y estaciones de despliegue de tecnología computarizada inmersa e interactiva. Los museos han tenido gran éxito en capturar la atención del público con los despliegues de la Tierra Digital que proporcionan perspectivas globales del planeta usando tecnología de control satelital. Conforme la demostración, los bancos de prueba y los escenarios incrementan el contenido de la Tierra Digital, se puede esperar que el público, incluyendo industria y educación, aumente su concientización y el apoyo a esta iniciativa. Esto mejora el soporte del programa colateral, es decir IGDE e INDE, que tiene menor conexión con la media popular.

- Es un requisito el desarrollo de un plan estratégico con apoyo comunitario. Un esquema útil para definir los componentes principales o áreas de desarrollo para la Iniciativa de la Tierra Digital ayuda a concentrar los recursos donde más se necesitan. A continuación se identifican seis áreas de desarrollo:
- Visualización y exploración (dirigida a métodos, hardware y software para visualizar y explorar los datos de la Tierra Digital; involucra a la comunidad de usuarios mediante los investigadores de la ciencia de la información y el factor humano y las compañías de la Tecnología de la Información).
- Educación y alcance (orientada a usuarios, escenarios y sociedades que añaden valor y pertinencia a la Tierra Digital; incluye a la comunidad de usuarios mediante museos, escuelas y media).
- Ciencia y aplicaciones (concentrada en la comunidad de desarrollo y validación para el contenido de la Tierra Digital; abarca a la comunidad de usuarios a través de científicos, gobiernos estatales y locales y diseñadores de aplicaciones comerciales).

- Sitios de despliegue avanzados (centralizada en proyectos, prototipos de bancos de prueba y servicios con los que se prueba y utiliza la Tierra Digital; engloba a la comunidad de usuarios como centros y museos de la NASA).
- Acceso y distribución de datos (enfocada en quienes reúnen y distribuyen los datos georreferidos; contempla la comunidad de usuarios por medio de los proveedores de la anchura de banda de la red y las Federaciones de Ciencias de la Tierra (por ejemplo: DACC)).
- Normas y arquitectura (centrada en los protocolos de infraestructura e interoperabilidad para una Tierra Digital sustentable; comprende a la comunidad de usuarios a través de organizaciones como CEOS, FGDC y NOM).

La Tierra Digital depende de muchos factores en los campos de tecnología que pueden cubrir cualquiera de las seis áreas de desarrollo. Las evaluaciones del desafío tecnológico seguirán siendo una parte coherente de las iniciativas de la Tierra Digital, en tanto que se identifican las brechas tecnológicas; de esta manera se pueden clasificar los recursos para enfrentar estas fisuras. Se debe mantener esta coordinación con las Academias Nacionales de Ciencias para conducir la evaluación en la tecnología computarizada, las redes de la Red, los algoritmos avanzados, la percepción remota, así como en las ciencias cartográficas. Se han resaltado las siguientes áreas de desarrollo para la Iniciativa de la Tierra Digital:

- Ciencias computacionales (por ejemplo, cálculo de alta velocidad para modelado y simulaciones; integración y superposición de diversas fuentes de información georreferida, visualización tridimensional interactiva, despliegue y navegación, cálculo de los productos de información sobre demanda).
- Almacenamiento masivo (por ejemplo, archivos activos distribuidos con acceso en tiempo real de grandes conjuntos de datos con diferente resolución).
- Imágenes satelitales (por ejemplo, una resolución continua de 1 metro a un kilómetro para el planeta).
- Redes de banda ancha (por ejemplo, redes de velocidad alta y nodos con acceso público para transmisión, interacción y colaboración).
- Interoperabilidad (por ejemplo, protocolos comunes de Internet y de la Red Mundial de Computadoras).
- Metadatos (por ejemplo, avances en el software de documentación automatizada de la base de datos).

El éxito de la Iniciativa de la Tierra Digital depende en gran medida del progreso continuado de las iniciativas de IDE nacionales, regionales y global y de otros programas geoespaciales que se presentan en este Recetario. Los efectos de políticas, tecnologías y organizaciones a escala local, nacional e internacional son interdependientes y, por tanto, complejas. La Tierra Digital proporciona una visión formal para el futuro que bien puede beneficiar la creación y la maduración de la IGDE y los programas asociados mediante la colaboración de esfuerzos para estos avances desafiantes.

Se puede encontrar más información sobre la Iniciativa de la Tierra Digital en www.digitalearth.gov. Puede encontrar una versión preliminar del Modelo de Referencia de la Tierra Digital (DERM: *Digital Earth Reference Model*) en www.digitalearth.gov/derm/.

Resumen: Promoción de la Infraestructura Global de Datos Espaciales

Los estudios de caso y las recomendaciones de este capítulo, junto con la información proporcionada en este documento han explicado con detalle las muchas iniciativas actuales que están contribuyendo a los objetivos de la IGDE. Sin embargo, se necesita trabajar aún más si en realidad se quiere que la IGDE sea un recurso global al que todas las naciones y organizaciones puedan acceder para construir infraestructuras compatibles. Se necesitan más avances en datos, normas, entrega y tecnología. No obstante, se deben concentrar los esfuerzos hacia extensión y educación, recursos, políticas y asuntos legales relacionados con el desarrollo de la IDE si se busca cumplir con los objetivos de la IGDE.

En respuesta a estas necesidades, el Grupo Directivo de la IGDE ha comenzado varias iniciativas en el año calendario 2000 para avanzar más en los objetivos de la IGDE:

Estudio de caso comercial: Se está enfatizando el desarrollo de un caso comercial para las infraestructuras de datos espaciales. El estudio identificará los beneficios económicos, sociales, medioambientales y de atención

a desastres que se pueden recibir a través de la construcción de IDE compatibles nacionales y regionales y la IDE global.

Atender asuntos legales y económicos: El Grupo Directivo de la IGDE ha formado un grupo de trabajo legal y económico para enfocarse a la atención de las implicaciones y soluciones potenciales en los mecanismos legales y económicos (financiamiento) que sostienen la IGDE.

Mejorar la extensión y las comunicaciones: El Grupo de Trabajo en Comunicación y Concientización se enfocará al desarrollo y la aplicación de los programas necesarios para elevar la concientización, articular el valor y garantizar el soporte adicional a la IGDE.

Se le invita a que apoye al Comité y los grupos de trabajo. Las naciones deben poder establecer infraestructuras de datos espaciales que aborden los asuntos internos de interés, a la vez que proporcionan la habilidad para trabajar a niveles transnacionales y globales a fin de enfrentar los asuntos importantes como los que se comentan en el Programa 21 de las Naciones Unidas, el Protocolo Kyoto. Comuníquese con nosotros a www.GSDI.org, y ayúdenos a conseguir nuestras metas. Juntos podemos establecer una IDE que nos permita actuar local, nacional y globalmente.

Capítulo Diez: Terminología

Editor: Andrew Jones, Australia.

Introducción

"Si nos hemos de entender, debemos comprender un lenguaje común."

La verdad de esta sentencia sería aparente para quien ha visitado algún país extranjero por primera vez. El primer encuentro con un lenguaje nacional no familiar puede ser una experiencia confusa y amenazadora. La repentina incapacidad para comunicarse con eficacia y rapidez frustra incluso las tareas y los placeres más sencillos. Una sola pregunta inquietante cruza varias veces por la mente: "¿Por qué no tomé esas clases de idiomas antes de salir?"

Es evidente que un lenguaje común es un prerequisite básico para una buena comunicación entre dos personas o culturas. Sin embargo, el simple conocimiento del vocabulario de un idioma no es suficiente para garantizar una comunicación eficaz. De manera similar, un concepto puede ser referido por varias palabras, cada una comunica una connotación o nivel de severidad distintos.

Por lo tanto, es necesaria la comprensión de las sutilezas y los matices del lenguaje si se va a utilizar eficaz e inequívocamente. El uso de una palabra equivocada puede ofender o engañar, conducir a la clásica "falla de comunicación". Esto a su vez puede ocasionar resultados equívocos disfuncionales e incluso hostilidad. Son vitales el uso preciso y la comprensión de las palabras por parte de ambos comunicadores.

Las cuestiones asociadas con el empleo correcto de un lenguaje se pueden extender más allá de la comunicación diaria. Cada campo de trabajo, desde la ingeniería a la cocina, tiene su propio lenguaje y vocabulario. Para participar en las discusiones sobre un tema, es necesario entender los términos y el contexto en el que se utilizan. El uso impreciso de un lenguaje técnico o profesional (por ejemplo, utilizar dos términos alternadamente cuando, de hecho, claramente tienen diferentes connotaciones) da origen a las mismas trampas y peligros asociados con el uso inapropiado del lenguaje hablado.

En consecuencia, quedan claros los riesgos que existen al no tener una comprensión común de los lenguajes hablado y técnico. Sin embargo, tales riesgos pueden arreglarse bastante cuando es necesario traducir un término técnico de otro lenguaje (por ejemplo, inglés) en uno totalmente distinto (como sería chino mandarín). Las diferentes culturas, estructuras del lenguaje y conjuntos de caracteres provocan algunos problemas muy serios para garantizar que el término tiene precisamente el mismo significado en ambos idiomas. Se convierte en una cuestión de mapear el término en ambos idiomas en un concepto identificado con claridad, único y común. A su vez, esto pone un fuerte énfasis en la filosofía de conceptos y la descomposición progresiva de conceptos complejos en sus componentes conceptuales básicos.

Los siguientes párrafos considerarán el desarrollo y la administración de la terminología en el campo de la información geográfica. En la presentación también se tomarán en cuenta los principios que se aplican al seleccionar y definir conceptos, términos y definiciones, con un énfasis particular en los requisitos de la Organización Internacional de Normalización. A lo anterior seguirán ejemplos de la aplicación de la terminología en la práctica.

Contexto y fundamento de la Terminología

El desarrollo de la terminología incluye la consideración simultánea de tres procesos intrincadamente relacionados, a saber

La identificación de un concepto.

La nominación de un término para ese concepto.

La construcción de una definición para ese término que describe inequívocamente al concepto.

Los tres procesos están guiados por el objetivo de que, para cada concepto, habrá un sólo término (y viceversa) y para cada término habrá una sola definición (y viceversa).

Desde el principio, se debería establecer que no es el objetivo del proceso de la terminología "reinventar la rueda". Hay términos y conceptos que se encuentran en los diccionarios de lenguaje general y tienen definiciones que corresponden a las definiciones en el campo de la información geográfica. De manera semejante, hay términos y conceptos que ya están definidos en las normas internacionales o se pueden encontrar en documentos similares. Siempre que sea posible, deberían adoptarse para evitar la proliferación o la duplicación innecesarias de los términos.

No obstante, con mucha frecuencia, hay ejemplos donde las definiciones en los diccionarios del lenguaje general no son lo bastante rigurosas o concisas como para describir el concepto. En tales casos, es apropiado refinar o adaptar el concepto, el término o la definición según convenga.

Identificación de conceptos

La identificación de conceptos es discutiblemente la parte más importante del proceso terminológico. También es la parte más compleja y exigente. La complejidad proviene del hecho de que rara vez existe un concepto aislado. Es muy frecuente basarse en varios conceptos más sencillos, originando un sistema jerárquico de conceptos.

Por ejemplo, veamos el concepto de:

referenciación espacial por coordenadas,

lo que significa

la descripción de la posición por medio de coordenadas uni, bi o tridimensionales.

Depende del concepto de un:

sistema de coordenadas de referencia,

que es

un sistema de coordenadas que se relaciona con el mundo real por medio de un dátum.

A su vez, combina los conceptos de:

sistema de coordenadas

que es

un conjunto de reglas matemáticas para especificar cómo se asignarán coordenadas a los puntos,

y

dátum

que es

un conjunto de parámetros que define la posición del origen, la escala y la orientación de los ejes de coordenadas.

Se puede hacer la descomposición posterior de "sistema de coordenadas" y "dátum" en conceptos componentes (por ejemplo, en "coordenada", "origen", "escala", "eje") como lo es la agregación en otros

conceptos más complejos (por ejemplo, "sistema cartesiano de coordenadas", "sistema compuesto de coordenadas de referencia").

Por lo tanto, un sistema de conceptos comprende un conjunto de conceptos que son distintos pero muy relacionados entre sí. Cada concepto es capaz de una descripción por separado y también de una descomposición posterior. Sin embargo, colectivamente hay componentes de un concepto más amplio.

La descomposición breve y la identificación de conceptos es un precursor esencial para la distribución de términos y la articulación de definiciones. El desarrollo de un sistema de conceptos suele proceder en forma descendente, comenzando con la identificación del concepto más amplio (por ejemplo, referenciación espacial por medio de coordenadas). El proceso de descomposición cesa cuando los conceptos llegan a ser tan básicos que no necesitan definirse.

Términos

El objetivo del proceso de terminología es identificar un término sencillo para cada concepto. Al término se le conoce como el "Término preferido" y se adopta como el principal descriptor para el concepto dado. Algunas veces, también puede ser una forma abreviada del término preferido, conocido como el término abreviado. Éste es un equivalente, pero la versión más conveniente del término formado por las palabras o letras omitidas del nombre completo.

También se tienen que mencionar otras tres clasificaciones, que son "Término admitido", "Término desaprobado" y "Término obsoleto". Un "Término admitido" es un sinónimo de un término preferido. Por lo común, esos términos son variantes nacionales del término preferido y deberían identificarse como tales en cualquier registro o diccionario.

Un "Término desaprobado" es el que se ha juzgado como indeseable para usarse en relación con un concepto en particular. Un "Término obsoleto" es el que ya no está en uso.

La selección de los términos requiere de cierto cuidado. Un término no debería ser una marca comercial o el nombre de un proyecto de investigación. De igual manera, no debería ser un término coloquial (es decir, un término informal local utilizado para describir un término formal).

Para evitar la ambigüedad, debería haber una sola definición asociada con cada concepto. Sería necesario refinar la terminología en algunos casos para garantizar que se entienda su campo de aplicación. Veamos el término "objeto" que tiene una aplicación amplia en el campo de la tecnología de información. Algunas veces es necesario identificar un tipo específico de objeto caracterizado por atributos, relaciones o comportamiento particulares. En esos casos, el término se puede adaptar para asegurar que es específico para un concepto en especial. En el caso de "objeto", se podrían hacer dos adaptaciones:

objeto espacial

objeto utilizado para representar una característica espacial de un rasgo

y

objeto geométrico

objeto espacial que representa un conjunto geométrico.

No siempre es posible la ejecución inmediata de la correspondencia uno a uno entre concepto, término y definición, en particular en las situaciones donde varios términos se han utilizado alternadamente durante mucho tiempo. Se proporciona un ejemplo con los términos **altura geodésica** y **altura elipsoidal**. Ambos términos tienen la misma definición (distancia de un punto a partir del elipsoide medido sobre la perpendicular del elipsoide a este punto positivo, si se encuentra arriba o fuera del elipsoide). Los dos términos siguen siendo intercambiables y parece no haber consenso en cuanto a cual se prefiere.

Definiciones

El papel de una definición es describir con precisión el contenido de un concepto identificado. Debería ser lo más breve posible, y contener sólo esa información que hace único al concepto. En consecuencia, la siguiente definición para **lenguaje léxico** no se consideraría satisfactoria.

lenguaje cuya sintaxis se expresa en términos de símbolos definidos como cadenas de caracteres más que letras del alfabeto griego

Si se borran las últimas seis palabras se ofrece un resultado más satisfactorio.

lenguaje cuya sintaxis se expresa en términos de símbolos definidos como cadenas de caracteres

Una definición no debería ser demasiado amplia o demasiado corta, y sólo debería describir un concepto. Puede ser complejo, referirse a otros conceptos (sea básico o definido de alguna manera) a través de sus términos. Sin embargo, no debería incluir las características de otros conceptos como parte de su texto. Si esto sucediera, el proceso de descomposición no se ha llevado a cabo correctamente y debe revisarse. Por ejemplo, considere la siguiente propuesta de definición para **elemento de calidad de los datos**.

componente cuantitativo que documenta la calidad de una colección identificable de datos

Define el concepto. Sin embargo, también describe un segundo concepto con las palabras "*colección identificable de datos*". Para éste se debería dar su propio término y definición, con lo que se tiene:

conjunto de datos: colección identificable de datos

elemento de calidad de los datos: componente cuantitativo que documenta la calidad de un conjunto de datos

Las relaciones entre conceptos deberían ser evidentes en la estructura de las definiciones. En particular, las estructuras deberían reflejar las conexiones entre los conceptos y las delimitaciones que los distinguen entre sí. Considere los siguientes términos y definiciones:

proceso de evaluación de conformidad: proceso para evaluar la conformidad de una aplicación con una norma internacional

cláusula de conformidad: cláusula que define lo que es necesario para cubrir los requerimientos de la norma internacional

prueba de conformidad: prueba de un producto para determinar la conformidad del producto con la aplicación

informe de la prueba de conformidad: resumen de la conformidad a la norma internacional, y todos los detalles de la prueba que sustentan ese resumen integral.

Las cuatro definiciones se refieren a la evaluación de la calidad. **Proceso de evaluación de la conformidad** es el concepto más elevado, puesto que es el proceso para evaluar la conformidad de una aplicación a una norma internacional. Los otros tres términos identifican distintos conceptos de nivel menor que se incorporan en el proceso, son una declaración de los requisitos, la propia prueba y el informe subsecuente. Las relaciones y las estructuras son evidentes en los términos y las definiciones asociadas.

La validez de una definición se puede probar mediante la aplicación del principio de sustitución. Esto incluye reemplazar el término por su definición en el cuerpo de un texto en el que se utiliza. Si la sustitución no afecta el significado del texto, la definición es válida. Si ese no es el caso, se debe reconsiderar la definición.

El principio de sustitución puede ser particularmente útil para identificar los casos de circularidad en las definiciones. Si se define un concepto usando un segundo concepto, y el segundo concepto se define con el término o los elementos del término que designan el primer concepto, se dice que las definiciones resultantes son circulares. Tales casos no aclaran la comprensión de los conceptos involucrados y se deben evitar.

Normas de la serie ISO 19100

La Organización Internacional de Normalización, a través de su comité técnico ISO/TC 211, está desarrollando una familia de normas internacionales para información geográfica. Las normas se nombran en forma colectiva como la serie ISO 19100. Un miembro de la serie, ISO 19104, Información Geográfica: Terminología, proporcionará las reglas para escribir las definiciones y para la estructura de los registros de la terminología. Se están aplicando en todos los otros miembros de la serie.

ISO 19104 define doce campos que se pueden incluir en un registro de terminología. Cinco de los campos son obligatorios y se deben incorporar en todas las aplicaciones conformes. El resto se puede excluir de los perfiles de la norma o simplemente no considerados, si resulta conveniente hacerlo de esta manera. Los campos son como sigue:

número de entrada [obligatorio]: un valor arbitrario que no implica estructura o jerarquía;

término preferido [obligatorio]: el término que se va a asociar con el concepto;

término abreviado: si se prefiere, el término abreviado precederá a la forma completa, de otra manera la forma abreviada seguirá a la forma completa;

término(s) admitido(s): las variantes nacionales irán seguidas por un código de país, según lo define la ISO 3166-2, se utiliza un código numérico de tres dígitos para la interfaz TI (es decir, almacenada en la base de datos), a la vez que el significado de este código se presenta en lenguaje humano utilizado por el usuario (es decir, la interfaz humana);

definición [obligatorio]: si se toma de otro documento normativo, se deberá agregar una referencia entre corchetes después de la definición; o si se hace referencia a otro concepto en el vocabulario, se nombrará ese concepto por su término preferido y se escribirá en negrilla;

términos desaprobados u obsoletos (en orden alfabético);

referencias a entradas relacionadas;

ejemplos de uso del término;

Notas: se pueden usar para proporcionar información adicional (si una definición se ha adaptado de otra fuente se puede explicar con una nota);

fecha de inicio del caso [obligatorio];

tipo de datos terminológicos [obligatorio];

fecha de término del caso.

La ISO 19104 también tiene en cuenta la designación de los equivalentes del término, siendo éstos los términos preferidos, admitidos y abreviados en idiomas distintos al de su definición. Tales equivalentes irán precedidos por:

el código numérico de tres dígitos del país, según se define en ISO 3166-2 si se necesita y

el código del idioma de tres dígitos alfabético de la Terminología se define en ISO 639-2 (por ejemplo, "fra" por francés, "deu" por alemán).

Enfoques de aplicación

Algunos casos actuales de aplicación

El enfoque más utilizado para la implementación de la terminología es la provisión de un glosario de términos como parte de una publicación o por medio de un sitio de la Red. Por lo común, el glosario listará los términos y las definiciones y puede ofrecer referencias a las fuentes de las definiciones en algunos casos.

Hay muchos ejemplos de tales listados (incluyendo el Glosario de este documento). Por ejemplo, la Norma de Intercambio Digital de la Información Geográfica (DIGEST: *Digital Geographic information Exchange Standard*) versión 2.1 contiene un listado de la terminología en la Parte 1 de su documentación. De la misma manera, la Asociación para la Información Geográfica y el Departamento de Geografía de la Universidad de Edimburgo mantiene un diccionario en línea de términos SIG. El diccionario incluye definiciones de 980 términos compilados de diversas fuentes que se relacionan directamente con el SIG o que los usuarios SIG se puedan encontrar en el curso de su trabajo. Contiene definiciones, referencias a términos relacionados más referencias y lecturas nuevas. La búsqueda puede ser alfabética o por categoría. Se incluye una lista de acrónimos.

La Cláusula 4 de cada norma de la serie ISO 19100 contiene la terminología para los conceptos que se utilizan o desarrollan dentro de esa norma. Las cláusulas cumplen totalmente con las condiciones de la ISO 19104, Información Geográfica: Terminología. Además, el ISO/TC 211 ha patrocinado el desarrollo de un depósito de terminología en línea al que se puede acceder libremente por Internet. El depósito lista todos los términos, las definiciones, las notas y los ejemplos incluidos en las normas de la serie ISO 19100. Es un intento por hacer que la terminología esté disponible ampliamente, en lo posible, y promover el uso congruente de términos y conceptos.

Registros y la necesidad de una identificación única

En las secciones anteriores, se ha enfatizado el principio de que debería haber una relación uno a uno entre un concepto, su término y su definición. En la gran mayoría de los casos donde es posible, se trata de considerar que el término sea el único identificador para el concepto. El término y el concepto son únicos y están muy relacionados entre sí. ¿Por qué se debería considerar el término como un identificador único?

De hecho, no hay ninguna razón por la que éste no debería ser el caso considerando que el término nunca se necesita traducir a otro idioma. Sin embargo, en caso de requerirse la traducción, es necesario asegurarse que los términos original y traducido se pueden relacionar inequívocamente al concepto original. El uso de un identificador único asociado con todas las traducciones del término proporciona un mecanismo para ello. El término original proporcionado por el idioma autor no es conveniente como identificador.

Al tiempo de la redacción, la ISO/TC211 está analizando el asunto de la identificación única como parte de sus deliberaciones sobre la Adaptabilidad Cultural y Lingüística. En particular, se está considerando establecer un registro de terminología en el que todos los términos listados tendrían un identificador de registro único. Se han propuesto varias opciones para la identificación única, que irían de un número secuencial basado en el orden de registro, aunque a esquemas de numeración más complejos. No obstante, la consideración principal es que el identificador sea único y que nunca cambie su asociación con este concepto.

Referencias y ligas

ISO 704:2000, Terminology Work - Principles and Methods

ISO/TC 211 N1320: Text for DIS 19194, Geographic Information - Terminology, as sent to ISO Central Secretariat for issuing as Draft International Standards, September 2002.

The Digital Geographic Information Exchange Standard (DIGEST), Edition 2.1, producido y publicado por el Digital Geographic Information Working Group (DGIWG), September 2002.

Anexo A. Abreviaturas y Terminología utilizada en el Recetario de la IGDE

Abreviaturas

ANZLIC. Consejo de Información de la Tierra de Australia y Nueva Zelanda (*Australia and New Zealand Land Information Council*)
API. Interfaz de Programación de Aplicaciones (*Application Programming Interface*)
COM. Modelo de Objetos Componentes (*Component Object Model*)
CEN. Comité Europeo de Normalización (*Comité Européen de Normalisation*)
CORBA. Arquitectura Común para Agentes de Solicitud de Objetos (*Common Object Request Broker Architecture*)
DIGEST. Normas para Intercambio Digital (*Digital Exchange Standards*)
DIF. Formato de Intercambio de Directorios (*Directory Interchange Format*)
DTD. Declaración del Tipo del Documento (*Document Type Declaration*)
FGDC. Comité Federal de Datos Geográficos (*Federal Geographic Data Committee*)
FTP. Protocolo de Transferencia de Archivos (*File Transfer Protocol*)
GEO. Perfil de Metadatos Geoespaciales (*Geospatial Metadata Profile*)
GIF. Formato de Intercambio Gráfico (*Graphics Interchange Format*)
GIS. Sistema de Información Geográfica (*Geographic Information System*)
GML. Lenguaje de Marcación Geográfica (*Geography Markup Language*)
HTML. Lenguaje de Marcación de Hipertexto (*HyperText Markup Language*)
HTTP. Protocolo de Transferencia de Hipertexto (*HyperText Transfer Protocol*)
ISO TC/211, Comité Técnico 211 de la Organización Internacional de Normalización (*Technical Committee 211 of the International Organisation for Standardisation*)
JPEG. Grupo Conjunto de Expertos Fotógrafos (*Joint Photographic Expert Group*)
OGC. Consorcio *OpenGIS* (*OpenGIS Consortium*)
OGDI. Interfaz Abierta de Depósito de Datos Geográficos (*Open Geographic Datastore Interface*)
PNG. Gráficos de Red Portátiles (*Portable Network Graphics*)
SDTS. Norma para la Transferencia de Datos Espaciales (*Spatial Data Transfer Standard*)
SQL/MM. Norma de la Base de Datos Espaciales SQL y Multimedia (*Spatial Database SQL/Multimedia*)
TCP/IP. Protocolo de Control de Transmisión y Protocolo de Internet (*Transmission Control Protocol/Internet Protocol*)
UML. Lenguaje Unificado de Modelado (*Unified Modeling Language*)
URL. Localizador Uniforme de Recursos (*Uniform Resource Locator*)
UNIX. Ejecución Interactiva Universal (*Universal Interactive Executive*)
VPF. Formato Vectorial del Producto (*Vector Product Format*)
W3C. Consorcio de la Red Mundial de Computadoras (*World Wide Web Consortium*)
WKB. Binario bien conocido (*Well-Known-Binary*)
WKT. Texto bien conocido (*Well-Known-Text*)
WWW. Red Mundial de Computadoras (*World Wide Web*)
XML. Lenguaje de Marcado Extensible (*Extensible Markup Language*)

Glosario de Términos

Actor (*Actor*) <término UML>

Conjunto coherente de roles que los usuarios de una entidad pueden desempeñar cuando se interactúa con la entidad.

[ISO 19103]

Administración de los datos (*Data Management*)

Proceso de planificación, coordinación y control de los recursos de datos de una organización.

[De <http://www.comp.glam.ac.uk/pages/staff/tdhutchings/chapter5/sld007.htm>]

Aislado (*Stove-Pipe(d)*)

Término que se utiliza para categorizar sistemas de computadora que se han desarrollado para realizar funciones específicas en una capacidad independiente y por lo tanto no son apropiados para compartir datos con otros sistemas.

Nota: El término también se utiliza cuando se describen organizaciones que tienen estructuras y procedimientos altamente separados.

Almacén de datos (*Data Warehouse*)

Depósito de datos único, completo y congruente obtenido de diversas fuentes y disponible a los usuarios finales de tal forma que los puedan entender y usar en un contexto comercial.

[Data Warehouse, Barry Devlin, Addison Wesley, Longman Inc., 1997]

Análisis (*Parse*)

El análisis de un enunciado en un lenguaje humano o artificial, de manera que se pueda usar en una computadora.

[*Computer User High Tech Dictionary* www.computeruser.com/resources/dictionary/index.htm]

Nota: El análisis se utiliza para convertir los enunciados naturales del lenguaje en lenguaje de programación de nivel alto, y el lenguaje de programación de nivel alto, en un lenguaje de máquina.

Anchura de banda (*Bandwidth*)

Cantidad de datos que se puede enviar a través de una conexión de la red, medida en bits por segundo (una anchura de banda alta permite una transmisión rápida o un volumen de transmisión elevado).

[*Computer User High Tech Dictionary* www.computeruser.com/resources/dictionary/index.htm]

Área de influencia (*Buffer*)

Objeto geométrico que contiene todas las posiciones directas cuya distancia desde un objeto geométrico especificado es menor o igual que una distancia dada.

[ISO 19107]

Atributo (*Attribute*)

Propiedad que describe las características geométricas, topológicas, temáticas u otras características de una entidad.

[ISO 19117]

Banco de prueba del mapeo por la Red Mundial de Computadoras en el OGC (*OGC Web Mapping Testbed*)

Iniciativa patrocinada por el OGC como prototipo de la tecnología del mapeo por red para llevar al desarrollo de la Especificación de la Aplicación de la Interfaz del Servicio de Mapas por la Red Mundial de Computadoras en el *OpenGIS*, versión 1.0.0

Binario bien conocido (WKB: *Well-Known-Binary*)

Formato de codificación binario que se puede usar para describir la representación de la geometría.

Nota: El uso de WKB para describir rasgos sencillos bidimensionales (2D) se incluye en la ISO 19125 Información Geográfica, Acceso a Rasgos Sencillos, Parte 1: Arquitectura Común.

Cadena (*String*) Secuencia de caracteres de texto.

[*The Unified Modeling Language User Guide*, G. Booch et al., Addison-Wesley]

Caso de uso <Término UML> (*Use Case <UML Term>*)

Descripción de un conjunto de secuencias de acciones, incluyendo variantes, realizada por un sistema que produce un resultado observable de valor para un actor.

[*The Unified Modeling Language User Guide*, G. Booch et al., Addison-Wesley]

Catálogo (*Catalogue*)

Colección de entradas de metadatos que se maneja en conjunto.

Catálogo de Rasgos (*Feature Catalogue*)

Catálogo que contiene definiciones y descripciones de los tipos, los atributos y las asociaciones de los rasgos que ocurren en uno o más conjuntos de datos geográficos, junto con cualquier operación de rasgos que se pueda aplicar.

Centro distribuidor (*Clearinghouse*)

Red distribuida de productores, administradores y usuarios de datos geoespaciales conectados electrónicamente.

[De *Executive Order 12906*, <http://www.fgdc.gov/publications/documents/geninfo/execord.html>]

Nota: Un centro distribuidor incorpora los componentes del descubrimiento y la distribución de los datos de una infraestructura de datos espaciales.

Cierre (*Closure*)

Unión del interior y el límite de un objeto topológico o geométrico.

Cierre Convexo (*Convex Hull*)

Conjunto convexo más pequeño que contiene un objeto geométrico dado.

Cliente complejo (*Thick client*)

Cliente que es funcionalmente rico en términos de hardware y software.

[De <http://www.ethoseurope.org/ethos/Techterm.nsf/All/CLIENT+SERVERS>]

Nota 1: Clientes complejos capaces de almacenar y ejecutar sus propias aplicaciones, así como las céntricas de la red. El cliente complejo suele referirse a una computadora personal.

Nota 2: Consulte también Cliente-Servidor, Cliente medio, Cliente ligero.

Cliente ligero (*Thin Client*)

Cliente que tiene limitados los recursos locales en términos de hardware y software.

[De <http://www.ethoseurope.org/ethos/Techterm.nsf/All/CLIENT+SERVERS>]

Nota 1: Funcionalmente, un cliente ligero requiere tiempo de procesamiento, aplicaciones y servicios que se van a proporcionar desde un servidor centralizado. Las computadoras de la red son ejemplos clásicos del desarrollo de los clientes ligeros.

Nota 2: Consulte también Cliente-Servidor, Cliente medio, Cliente complejo.

Cliente Medio (*Medium Client*)

Cliente que combina la ventaja de equilibrar la mayor parte del trabajo en el servidor a la vez que explota el poder local de la computadora.

[De Nadia Moertiyoso y Ning Choong Yow, Universidad Técnica de Nanyang, Singapur]

Nota 1: Ejemplos de esta arquitectura son los miniprogramas Java en ambientes comunes de computadora personal.

Nota 2: Consulte cliente-servidor, cliente complejo, cliente ligero.

Cliente-Servidor (*Client-Server*)

Perspectiva arquitectónica para organizar y distribuir recursos dentro de un sistema de computadora en red.

[De <http://www.ethoseurope.org/ethos/Techterm.nsf/All/CLIENT+SERVERS>]

Nota 1: En un arreglo cliente-servidor, los recursos como archivos, bases de datos e impresoras se manejan por medio de servidores. La solicitud de acceso a estos recursos administrados se genera a través de los clientes. Cuando un servidor llena la solicitud de un cliente se dice que ha servido al cliente.

Nota 2: Consulte además cliente medio, cliente complejo, cliente ligero.

Conjunto de Datos (*Data Set*)

Paquete específico de información geoespacial proporcionada por un productor de datos o de software, también conocido como colección de rasgos, imagen o cubrimiento.

Consortio de la Red Mundial de Computadoras (W3C: *World Wide Web Consortium*)

Organización no lucrativa responsable de la elaboración de normas (recomendaciones) para la Red Mundial de Computadoras.

[Software AG]

Control geodésico (*Geodetic Control*)

Serie de puntos sobre la superficie terrestre, cuyas posiciones se han determinado con exactitud por medio de técnicas de levantamiento y de cálculo que consideran la curvatura, la topografía, el campo de gravedad y la atmósfera de la Tierra.

Nota 1: Los puntos de control geodésicos se establecen para proporcionar datos congruentes y compatibles para proyectos de levantamientos y cartográficos que cubren áreas o distancias de moderadas a grandes. Se puede confiar en los objetos localizados con respecto a estos puntos por su posición conocida y su exactitud.

Nota 2: Las posiciones de los puntos de control geodésicos se describen mediante coordenadas geodésicas.

Nota 3: Los puntos de control geodésico suelen estar en monumentos físicos permanentes en el terreno y marcados, localizados y documentados con precisión. Sin embargo, un rasgo natural o artificial adecuado puede servir también como punto físico.

Nota 4: Por lo general, los puntos de control geodésicos se relacionan entre sí por medio del desarrollo de una red de control geodésico que sirve como base para el registro y la integración de los datos cartográficos y de levantamientos.

[En parte de <http://www.bayfieldcounty.org/LandRecords/geodetic.htm>]

Coordenada (*Coordinate*)

Una de una secuencia de N números que designan la posición de un punto en un espacio N dimensional.

Coordenadas geodésicas (*Geodetic Coordinates*)

Sistema de coordenadas en el que se especifica la posición por medio de latitud y longitud geodésicas y (en el caso tridimensional) altura elipsoidal.

[ISO 19111]

Copartícipe (*Stakeholder*)

Un copartícipe en un programa es cualquier persona o institución que tiene influencia de control en el programa, de alguna manera se beneficia con el programa, está interesado en el proceso o el resultado del programa, tiene recursos invertidos en el programa, o tiene otros programas que pueden depender de la eficacia del programa de lenguaje.

[De [http://www.](http://www.sil.org/lingualinks/literacy/ReferenceMaterials/GlosaryofLiteracyTerms/WhatIsAStakeholder.htm)

[sil.org/lingualinks/literacy/ReferenceMaterials/GlosaryofLiteracyTerms/WhatIsAStakeholder.htm](http://www.sil.org/lingualinks/literacy/ReferenceMaterials/GlosaryofLiteracyTerms/WhatIsAStakeholder.htm)]

Cubrimiento (*Coverage*)

Rasgo que actúa como una función para regresar uno o más valores de atributo de rasgos para cualquier posición directa dentro de su dominio espacio-temporal.

[ISO 19123]

Curva (*Curve*)

Primitivo geométrico unidimensional que representa la imagen continua de una línea.

[ISO 19107]

Datos Centrales (*Core Data*)

Conjunto de datos necesario para el uso óptimo de muchas otras aplicaciones SIG, es decir, que proporciona una referencia espacial suficiente para la mayoría de los datos ubicados geográficamente.

Ejemplos: La red geodésica. El marco catastral espacial.

Nota: Central se puede referir al número más pequeño de rasgos y características requeridas para representar un determinado tema de datos.

Datos espaciales (*Spatial Data*)

Datos relacionados con tamaño, área o posición de cualquier ubicación, evento o fenómeno.

Datos Fundamentales (*Fundamental Data*)

Conjunto de datos para el que varias agencias gubernamentales, grupos regionales o grupos industriales quieren un cubrimiento nacional comparable para alcanzar sus objetivos y responsabilidades corporativos.

Nota: Los datos fundamentales son un subconjunto del marco.

Datos Geoespaciales (*Geospatial Data*)

Datos que identifican la ubicación geográfica y las características de los rasgos naturales o construidos y los límites de la Tierra.

[De Orden Ejecutiva 12906, <http://www.fgdc.gov/publications/documents/geninfo/execord.html>]

Nota: Los datos geoespaciales se pueden derivar de, entre otras cosas, las tecnologías de percepción remota, cartografía y levantamientos. Los datos estadísticos se pueden incluir en esta definición a discreción de la agencia recolectora.

Datos tabulares (*Tabular Data*)

Datos que están almacenados en formato tabular.

Ejemplo: Tabla de base de datos. Tabla de estadísticas en un informe en papel.

Dátum (*Datum*)

Parámetro o conjunto de parámetros que sirven como referencia o base para el cálculo de otros parámetros.

[ISO 19111]

Ejemplo: En el caso de un dátum geodésico, el semieje mayor y el achatamiento son los parámetros que definen el tamaño y la forma de un esferoide. Éstos, a su vez, se utilizan para generar parámetros para el cálculo de coordenadas geodésicas (latitud, longitud, altura), así como distancia y dirección.

Declaración del Tipo de Documento (DTD: *Document Type Declaration*)

Conjunto de reglas que definen la estructura y los elementos en la codificación del documento XML.

[De ISO 19118]

Depósito de datos (*Data Store*)

Depósito de conjuntos de datos en y fuera de línea.

Nota: Un depósito de datos puede tomar muchas formas, incluyendo un depósito basado en archivos y un almacén de datos. También puede contener datos de texto y atributos relacionados con un conjunto de datos.

Diccionario de Datos (*Data Dictionary*)

Colección de descripciones de objetos o artículos de datos en un modelo de datos para beneficio de los programadores y quienes necesitan referirse a ellos.

[De <http://www.searchwebservices.techtarget.com>]

Nota: Cuando se preparan programas que usan un modelo de datos, se puede consultar el diccionario de datos para entender dónde entra un artículo de datos en la estructura, qué valores puede contener y básicamente qué significa el artículo en términos del mundo real.

Diferencia Simétrica (*Symmetric Difference*)

Conjunto de elementos que comprenden dos o más conjuntos u objetos pero omiten los elementos que se encuentran en la intersección de los conjuntos u objetos.

Nota: Dados dos conjuntos A y B, la diferencia simétrica es su unión menos su intersección.

Distancia (*Distance*)

Longitud del camino entre dos puntos.

[*Dictionary of Mathematics*, J.M. McGregor Pty. Ltd., 1981]

Entidad (*Entity*)

Objeto que existe y es distinguible de otros objetos.

[*Database System Concepts*, H.F. Korth y A. Silberschatz, McGraw-Hill International Editions]

Ejemplo: *300 Richmond Rd., Netley, South Australia* es una entidad dado que identifica únicamente un lugar particular en el universo.

Nota: Una entidad puede ser concreta, como una persona o un libro, o puede ser abstracta, como un día festivo o un concepto.

Entrada de catálogo (*Catalogue Entry*)

Una entrada de metadatos accesible mediante un servicio de catálogos o almacenada en un catálogo.

Entrada de metadatos (*Metadada Entry*)

Conjunto de metadatos que pertenece específicamente a un conjunto de datos.

Entrada de Servicios (*Service Entry*)

Metadatos para un servicio y operación de llamado, también conocido como metadatos de operación o servicio.

Esferoide (*Spheroid*)

Cuerpo o superficie curva semejante a una esfera pero que se alarga o se acorta en una dirección.

[*Dictionary of Mathematics*, J.M. McGregor Pty. Ltd., 1981]

Nota: Esferoides utilizados para representar la forma de la Tierra más anchos en el ecuador que entre los polos.

Espacial (*Spatial*)

De o relacionado con el tamaño, el área o la posición.

[*Collins Concise Dictionary*]

Esquema (*Schema*)

Descripción formal de un modelo.

[ISO 19101]

Esquema de metadatos (*Metadata Schema*)

Esquema conceptual que describe la estructura y las dependencias de los metadatos.

[ISO 19101]

Esquema XML (*XML-Schema*)

Lenguaje XML para describir y limitar el contenido de los documentos XML.

Formato Vectorial del Producto (VPF: *Vector Product Format*)

Formato de transferencia de datos militares de E.U.

Información geográfica (*Geographic Information*)

Información concerniente a los fenómenos asociados implícita o explícitamente con una ubicación relativa a la Tierra.

[ISO 19101]

Infraestructura de Datos Espaciales (*Spatial Data Infrastructure*)

Tecnología, políticas, normas y recursos humanos necesarios para adquirir, procesar, almacenar, distribuir y mejorar el uso de los datos geoespaciales.

[De *Executive Order 12906*, <http://www.fgdc.gov/publications/documents/geninfo/execord.html>]

Interfaz Abierta del Depósito de Datos Geográficos (OGDI: *Open Geographic Datastore Interface*)

Interfaz para la programación de aplicaciones que ocupa métodos de acceso normalizados para trabajar junto con los paquetes de software SIG (la aplicación) y varios productos de datos geoespaciales.

[<http://ogdi.sourceforge.net>]

Interfaz de Programación de Aplicaciones (API: *Application Programming Interface*)

Cualquier conjunto de rutinas disponibles generalmente para el uso de los programadores.

[<http://www.cknow.com>]

Ejemplo: Un sistema operativo tiene API para diversas tareas de manejo de disco y archivo.

Nota: Los API se escriben para proporcionar un código portátil. El programador sólo tiene que preocuparse por el llamado y sus parámetros, y no por los detalles de aplicación, lo que puede variar según el sistema.

Interfaz del usuario (*User Interface*)

Conjunto de componentes que permiten que una computadora y su usuario se comuniquen entre sí.

Nota: La pantalla de la computadora es parte de la interfaz del usuario, como lo son el teclado y el ratón.

Interoperabilidad (*Interoperability*)

Capacidad para comunicar, ejecutar programas o transferir datos desde varias unidades funcionales en tal forma que le pide al usuario poco o ningún conocimiento de las características únicas de esas unidades.

[ISO 19118]

Intersección (*Intersection*)

Punto en el que se cruzan dos o más líneas o conjunto de puntos que tienen dos o más figuras geométricas en común.

[*Dictionary of Mathematics*, J.M. McGregor Pty. Ltd., 1981]

ISO 23950 Recuperación de Información (Z39.50): Definición del Servicio de Aplicación y Especificación de Protocolo

(*ISO 23950 Information Retrieval (Z39.50): Application Service Definition and Protocol Specification*)

Norma internacional que especifica el protocolo cliente-servidor para la Recuperación de Información.

Java (*Java*)

Lenguaje de programación multiplataforma de *Sun Microsystems* que se puede utilizar para crear animaciones y rasgos interactivos en las páginas de la Red Mundial de Computadoras.

[*Computer User High Tech Dictionary* www.computeruser.com/resources/dictionary/index.htm]

Lenguaje de Marcación de Hipertexto (HTML: *HyperText Markup Language*)

Conjunto de símbolos o códigos de marcación insertados en un archivo utilizado para desplegar una página del navegador de la Red Mundial de Computadoras.

[De <http://www.searchwebservices.techtarget.com>]

Nota: La marcación le dice al navegador de la Red cómo desplegar para el usuario las palabras y las imágenes de la página de la Red. Cada código de marcación individual es referido como un elemento (pero muchas personas se refieren a él como una etiqueta).

Lenguaje de Marcación Geográfica (GML: *Geography Markup Language*)

Un XML codificador para el transporte y el almacenamiento de la información geográfica que incluye las propiedades espaciales y no espaciales de los rasgos geográficos.

[De ISO 19136]

Lenguaje de Marcado Extensible (XML: *Extensible Markup Language*)

Lenguaje para la creación de un documento desarrollado para reemplazar al HTML.

[<http://www.cknow.com>]

Nota 1: XML fue desarrollado por el Consorcio de la Red Mundial de Computadoras.

Nota 2: XML trabaja para especificar la estructura del documento, y como el HTML antes que él, para su marcación.

Nota 3: XML se puede usar para especificar la estructura del conjunto de datos y para transferir conjuntos de datos.

Lenguaje Unificado de Modelado (UML: *Unified Modeling Language*)

Lenguaje esquemático que se utiliza para desarrollar los modelos (datos) que puede interpretar la computadora.

[Derivado de ISO 19103]

Localizador Uniforme de Recursos (URL: *Uniform Resource Locator*)

Dirección lógica de Internet. Por ejemplo, <http://www.cknow.com/>

[<http://www.cknow.com>]

Marco de referencia <o marco> (*Framework*)

Datos geográficos básicos que incorporan la mayoría de los temas de datos comunes que necesitan los usuarios de datos geográficos, así como un ambiente para soportar el desarrollo y el uso de esos datos.

Nota 1: Los aspectos clave del marco son:

capas específicas de datos geográficos digitales con especificaciones de contenido; procedimientos, tecnología y pautas para la integración, el compartimiento y el uso de estos datos, y relaciones institucionales y prácticas comerciales que motivan el mantenimiento y el uso de los datos.

Nota 2: El marco representa una base en la que las organizaciones pueden construir añadiendo sus propios detalles y compilando otros conjuntos de datos.

Meridiano primo (*Prime Meridian*)

Meridiano a partir del cual se cuantifican las longitudes de otros meridianos.

[ISO 19111]

Nota: En casi todos los casos, el meridiano primo corresponde al Meridiano de Greenwich.

Metadatos (*Metadata*)

Conjunto formalizado de propiedades descriptivas compartido por una comunidad para incluir la guía de estructuras, definiciones, repetibilidad y condicionalidad esperadas de elementos.

Nota 1: Los metadatos permiten al productor describir por completo un conjunto de datos, de manera que los usuarios pueden entender las suposiciones y las limitaciones, y evaluar la aplicabilidad del conjunto de datos para su uso pretendido.

Nota 2: En el contexto de la información geográfica, los metadatos se aplican a conjuntos de datos independientes, agregaciones de conjuntos de datos, rasgos geográficos individuales y a las diferentes clases de objetos que componen un rasgo.

Metadatos de descubrimiento (*Discovery Metadata*)

Cantidad mínima de información que tiene que proporcionar un proveedor de datos para comunicar a un solicitante la naturaleza y el contenido del recurso de datos que posee.

Nota: Los metadatos de descubrimiento caen en amplias categorías para responder a las preguntas "qué, por qué, cuándo, quién, dónde y cómo" sobre los datos geoespaciales.

Mosaico (*Tile*)

Subconjunto de un conjunto de datos de mapeo o de información geográfica; el subconjunto queda definido por límites geográficos específicos.

Nota: Hoja de un mapa que comprende parte de una serie de mapas comunes que a veces recibe el nombre de mosaico de mapas. Sistemas de información geográfica anteriores dividieron sus depósitos de datos en mosaicos para trabajar con las limitaciones del tamaño de archivo.

Multimedia (*Multimedia*)

Comunicación que usa cualquier combinación de diferentes medios y que puede incluir o no computadoras. Multimedia puede contener texto, sonido, música, imágenes, animación y video.

[*Computer User High Tech Dictionary* www.computeruser.com/resources/dictionary/index.htm]

Norma de la Base de Datos Espaciales (*Spatial Database Standard*) SQL/Multimedia (SQL/MM)

Norma de la base de datos que soporta tipos de datos abstractos en la forma de texto completo y documentos, imagen, sonido, animación, música y video.

Norma para la Transferencia de Datos Espaciales (STDS: *Spatial Data Transfer Standard*)

Norma desarrollada por las agencias gubernamentales de E.U. para promover y facilitar la transferencia de datos espaciales digitales entre sistemas de computadora distintos, a la vez que se conserva el significado de la información y disminuye la necesidad de información externa hacia la transferencia.

Objeto (*Object*)

Entidad con un límite bien definido y una identidad que encapsula estado y comportamiento.

[ISO 19107]

Nota: Este término se utilizó primero, con esta definición, en la teoría general de la programación orientada a objetos, y más tarde se adoptó para usarse en este mismo sentido en UML. Un objeto es un caso de una clase. Los atributos y las relaciones representan el estado. Las operaciones, los métodos y las máquinas de estado representan el comportamiento.

OLE DB (*OLE DB*)

Interfaz estratégica de nivel bajo de Microsoft para los datos de una organización.

Ontología (*Ontology*)

Vocabulario jerárquico controlado que describe un sistema de conocimientos.

[http://magpie.ucalgary.ca/magpie/help/magpie_ontology_definition.html]

OpenGIS (*OpenGIS*)

Acceso transparente a geodatos y recursos de geoprocesamiento mezclados en un ambiente de red.

[De <http://www.tgic.state.tx.us/tac/ogc.ppt>]

Nota: Se pretende que la interoperabilidad establecida por las normas *OpenGIS* permita a los usuarios de la Red combinar los datos de muchas ubicaciones eliminando obstáculos creados por diferencias en las plataformas.

Ortoimágenes (*Orthoimagery*)

Fotografía aérea de la que se han eliminado distorsión y relieve del terreno, de manera que los rasgos del mismo se despliegan en sus verdaderas posiciones planimétricas.

Paleotemporal (*Paleotemporal*)

Registro de intervalos de tiempo que se relacionan con la escala de tiempo geológica.

Perfil (*Profile*)

Conjunto de una o más normas básicas, o subconjuntos de normas básicas, y de, donde sea aplicable, identificación de cláusulas, clases, opciones y parámetros escogidos de esas normas básicas, que son necesarias para realizar una función particular.

[ISO 19106]

Perfil de Metadatos Geospaciales (GEO: *Geospatial Metadata Profile*)

Perfil de aplicación de Z39.50 escrito para soportar la búsqueda de metadatos con base en la Norma de Contenido para los Metadatos Geospaciales Digitales [1] publicada en junio de 1994, del Comité Federal de Datos Geográficos de E.U.

[FGDC]

Nota: El perfil se basa en ANSI/NISO Z39.50-1995 Recuperación de la Información (Z39.50): Definición del Servicio de Aplicación y Especificación de Protocolo.

Polígono (*Polygon*)

Figura plana limitada por varios lados rectos.

[*Dictionary of Mathematics*, J.M. McGregor Pty. Ltd. 1981]

Posición Directa (*Direct Position*)

Posición descrita por un conjunto de coordenadas dentro de un sistema de referencia de coordenadas.

[ISO 19107]

Ejemplo: Latitud, longitud y altura de una placa dentro del sistema de referencia de coordenadas WGS84.

Probabilidad bayesiana (*Bayesian Probability*)

El Teorema de la Probabilidad Bayesiana relaciona los efectos observados a las probabilidades a priori de esos efectos para estimar las probabilidades de las causas subyacentes.

[De <http://www.singinst.org/GISIA/meta/glossary.html>]

Programación orientada a objetos (*Object-Oriented Programming*)

Tipo de programación sin procedimiento donde se enfatizan los objetos de datos y su manipulación en lugar de los procesos.

[<http://www.cknow.com>]

Nota: En la programación orientada a objetos, los objetos son estructuras de datos encapsuladas con rutinas (llamadas métodos) que trabajan con los datos. Sólo los métodos pueden trabajar con los datos. Los objetos se agrupan en casos de clase. El código del método puede cambiar en tanto todas las interfaces permanezcan iguales. Las clases se disponen en jerarquía y los métodos pasan a otros en línea (herencia).

Protocolo de Control de Transmisión y Protocolo de Internet (TCP/IP: *Transmission Control Protocol/Internet Protocol*)

Protocolo de comunicación utilizado para facilitar la comunicación entre computadoras en una red.

[<http://www.cknow.com>]

Nota 1: TCP/IP es el protocolo primario que se utiliza en Internet (en realidad, TCP/IP es un paquete de protocolos).

Nota 2: Con frecuencia, también verá dirección "TCP/IP" (o simplemente dirección IP). Es una dirección única numerada que suele expresarse como una notación con puntos (por ejemplo, 64.121.76.4).

Protocolo de Transferencia de Archivos (FTP: *File Transfer Protocol*)

Protocolo de cliente-servidor para intercambiar archivos con una computadora anfitriona.

[*Computer User High Tech Dictionary* www.computeruser.com/resources/dictionary/index.htm]

Protocolo de Transferencia de Hipertexto (HTTP: *HyperText Transport Protocol*)

Conjunto de reglas para intercambiar archivos (texto, imágenes gráficas, sonido, video y otros archivos multimedia) en la Red Mundial de Computadoras.

[De <http://www.searchwebservices.techtarget.com>].

Proyección (*Projection*)

Consulte "proyección cartográfica".

Proyección cartográfica (*Map Projection*)

Conversión de coordenadas de un sistema de coordenadas geodésico a un plano.

[ISO 19111]

Nota: Una proyección cartográfica permite la representación sistemática de la superficie curvada de la Tierra en una hoja plana de papel o pantalla de computadora. Inherente en el proceso de proyección se encuentra la distorsión de una o más características de la representación, sea la escala, el área o los ángulos. Es importante seleccionar una proyección que minimice las distorsiones en el área geográfica de interés.

Punto (*Point*)

Primitivo geométrico cero dimensional que representa una posición.

[ISO 19107]

Rasgo (*Feature*)

Abstracción de los fenómenos del mundo real.

[ISO 19101]

Nota: Un rasgo puede ocurrir como un tipo (por ejemplo, puente) o un caso (por ejemplo, el Puente del Puerto de Sydney).

Rasgo sencillo (*Simple Feature*)

Rasgo limitado a una geometría bidimensional con una interpolación lineal entre vértices, que tienen atributos espaciales y no espaciales.

[ISO 19125-1]

Ráster (*Raster*)

Patrón generalmente rectangular de líneas paralelas de escaneo que forman o corresponden al despliegue de un tubo de rayos catódicos.

Red Mundial de Computadoras (WWW: *World Wide Web*)

Ambiente global y continuo en el que toda la información (texto, imágenes, audio, video, servicios de computación) accesible desde Internet se puede acceder en forma congruente y sencilla usando un conjunto de convenciones de normas y acceso.

[http://www.cio.com/WebMaster/sem2_web.html]

Red neural (*Neural Network*)

Red de muchos procesadores sencillos que imitan a una red neural biológica.

[*Computer User High Tech Dictionary* www.computeruser.com/resources/dictionary/index.htm]

Nota: Las redes neurales tienen alguna habilidad para "aprender" de la experiencia y se usan en aplicaciones tales como reconocimiento de voz, robótica, diagnóstico médico, procesamiento de señales y predicción del clima.

Representación (*Portrayal*)

Presentación de la información a humanos.

[19117]

Semántica (*Semantics*)

Estudio del significado de expresiones lingüísticas.

[De <http://www.eecs.umich.edu/~rthomaso/documents/general/what-is-semantic.html>]

Nota: El lenguaje puede ser natural, como el inglés o el navajo, o artificial, como un lenguaje de programación informático.

Servicio de Catálogos (*Catalogue Service*)

Servicio que responde a las solicitudes de metadatos en un catálogo que cumple con ciertos criterios de navegación o de búsqueda.

Nota: Los metadatos pueden ser para tipos de conjuntos de datos (por ejemplo, catálogo de conjunto de datos) o puede contener metadatos para servicios (catálogo de servicios).

Servidor de Cubrimiento de la Red (WCS: *Web Coverage Server*)

Servicio que soporta el intercambio en red de datos geoespaciales como cubrimientos que contienen valores o propiedades de las ubicaciones geográficas.

[De OGC 02024]

Nota: El WCS brinda acceso a información geoespacial intacta (no entregada), como necesita entregarse al cliente, cubrimientos con diverso valor y entrada en los modelos científicos y otros clientes además de los simples visores.

Servidor de Mapeo (*Map Server*)

Un servidor que tiene acceso a la información espacial y la entrega al cliente lista para su despliegue en una o más capas de un mapa formado por muchas capas.

Servidor de Mapeo por la Red (*Web Map Server*)

Servicio que puede producir cartas trazadas en formato de imágenes común (PNG, GIF, JPEG, etc.) basado en un conjunto común de parámetros de entrada.

Nota 1: Esta especificación normaliza la manera en que los mapas son solicitados por el cliente y la forma en que los servidores describen el acervo de sus datos.

Nota 2: La carta resultante puede contener pixeles "transparentes" donde no hay información y por tanto varias cartas trazadas de manera independiente se pueden colocar una encima de otra para producir una carta integral. Incluso, esto es posible cuando las cartas vienen de diferentes Servidores de Mapas de la Red.

Nota 3: La especificación WMS también soporta el uso de los elementos gráficos con base vectorial en formatos de Gráficos Vectoriales Escalables (SVG: *Scalable Vector Graphics*) o de Metarchivos Gráficos de Computadora para la Red (WebCGM: *Web Computer Graphics Metafile*).

Servidor de Rasgos de la Red (WFS: *Web Feature Server*)

Servicio que puede describir las operaciones del manejo de los datos en Rasgos Sencillos de OGC (casos de rasgos), de manera que los servidores y los clientes se pueden "comunicar" a nivel de rasgo.

Nota: Una solicitud del Servidor de Rasgos de la Red consiste en una descripción de la consulta y las operaciones de transformación de los datos que se van a aplicar a los datos espaciales habilitados por la Red

en el WFS. La solicitud se genera en un cliente y se envía al servidor WFS. Este servidor interpreta la solicitud, verifica su validez, ejecuta la solicitud y envía un conjunto de rasgos como GML al cliente. De ahí, el cliente puede usar el conjunto de rasgos.

Sistema de Información Geográfica, SIG (GIS: *Geographic Information System*)

Sistema de computadoras capaz de reunir, almacenar, manipular y desplegar geográficamente la información referida, es decir, datos identificados según sus ubicaciones.

[De <http://www.usgs.gov/research.gis/title.html>]

Nota: Los practicantes también toman en cuenta el SIG total incluyendo al personal operativo y a los datos que entran al sistema.

Superficie (*Surface*)

Primitivo geométrico bidimensional, que representa localmente una imagen continua de una región de un plano.

[ISO 19107]

Temporal (*Temporal*)

De o relativo al tiempo.

[*Collins Concise Dictionary*]

Texto bien conocido (WKT: *Well-Known-Text*)

Formato de codificación con base de texto que se puede utilizar para describir la representación de la geometría.

Nota: El uso de WKT para describir rasgos sencillos (2D) se encuentra en la ISO 19125 Información Geográfica, Acceso a Rasgos Sencillos, Parte 1: Arquitectura Común.

Topología (*Topology*)

Rama de la geometría que describe las propiedades de una figura que no son afectadas por la distorsión continua.

[*Collins Concise Dictionary*]

Nota: En SIG, la topología está más centrada en identificar la conectividad de las redes y la proximidad de los polígonos.

UNIX Ejecución Interactiva Universal (*Universal Interactive Executive*)

Sistema operativo multiusuario y multitarea desarrollado por AT&T a principios de los setenta.

[<http://www.cknow.com>]

Vector (*Vector*)

Cantidad que tiene dirección y magnitud.

[ISO 19123]

W3C, Revise Consorcio de la Red Mundial de Computadoras.

Windows

Familia de sistemas operativos producidos por Microsoft.

Z39.50 Pase a ISO 23950.