



Instituto Mexicano de Tecnología del Agua

Programa de Posgrado

Tesis

VINCULACION DE SISTEMAS DE INFORMACION GUBERNAMENTALES
PARA LA CREACION DE UN SISTEMA EJECUTIVO DEL AGUA
BASADO EN UN ENFOQUE SISTEMICO

que para obtener el grado de

Maestría en Ciencias del Agua

(Gestión Integral del Agua de Cuencas y Acuíferos)

presenta

Carlos Raúl Montaña Espinosa

Tutor: Dr. Julio Sergio Santina Sepúlveda

Jiutepec, Morelos

2009



Instituto Mexicano de Tecnología del Agua

Programa de Posgrado

Tesis

**VINCULACIÓN DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN GUBERNAMENTALES
PARA LA CREACIÓN DE UN SISTEMA EJECUTIVO DEL AGUA
BASADO EN UN ENFOQUE SISTÉMICO**

que para obtener el grado de
Maestría en Ciencias del Agua
(Gestión Integral del Agua de Cuencas y Acuíferos)

presenta
Carlos Raúl Montaña Espinosa

Tutor: Dr. Julio Sergio Santana Sepúlveda



Con fundamento en los artículos 21 y 27 de la Ley Federal del Derecho de Autor y como titular de los derechos moral y patrimoniales de la obra titulada "VINCULACIÓN DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN GUBERNAMENTALES PARA LA CREACIÓN DE UN SISTEMA EJECUTIVO DEL AGUA BASADO EN UN ENFOQUE SISTÉMICO", otorgo de manera gratuita y permanente al Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, autorización para que fijen la obra en cualquier medio, incluido el electrónico, y la divulguen entre su personal, estudiantes o terceras personas, sin que pueda percibir por tal divulgación una contraprestación.

CARLOS RAÚL MONTAÑO ESPINOSA

Jiutepec, Mor., 27 de noviembre de 2009
Lugar y fecha

Firma

Lo que sabemos es una gota de agua; lo que ignoramos es el océano.

Isaac Newton

Visión del Sector Hídrico

“Ser una nación que cuente con seguridad en el suministro del agua que requiere para su desarrollo, que la utilice de manera eficiente, que reconozca su valor estratégico y económico, que proteja los cuerpos de agua y preserve el medio ambiente para las futuras generaciones”

Agradezco al Dr. Julio Sergio Santana Sepúlveda, su invaluable ayuda en la dirección de este trabajo y su gran apoyo para verlo culminado.

Agradezco al M. Sc. Jorge Arturo Hidalgo Toledo, al M. en C. Jaime Velázquez Álvarez y al M. en C. José Alberto Balancán Soberanis sus comentarios y correcciones al contenido de este trabajo.

Hago un agradecimiento especial a las autoridades de la Comisión Nacional del Agua por su invaluable ayuda en la realización de mis estudios de Posgrado.

Dedico el presente trabajo

A mis padres, L.A.E. Carlos Raúl Montaña Hernández y Sra. Lucila Espinosa de Montaña, quienes siempre me han brindado todo su apoyo y cariño para lograr esta nueva meta, ver terminada mi Maestría en Ciencias.

Con amor; a mi esposa, P.D. Angélica Isabel Jover de Montaña, quien siempre ha estado a mi lado brindándome amor y fortaleza para lograr mis objetivos. Gracias por tu paciencia y tu comprensión.

A mi hermano L.A.E. Roberto y mis hermanas, Lilian y Gisela, gracias por su apoyo y amor fraternal.

ÍNDICE

Resumen	9
Objetivos.....	10
Introducción	12
Capítulo 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	
1.0. Planteamiento del problema.....	15
1.1. Justificación.	17
1.2. Marco teórico-conceptual y estado del conocimiento.	18
1.2.1. Marco teórico-conceptual.	18
1.2.2. Interoperabilidad.	18
1.2.3. SOA y servicios web.	25
1.2.4. Geobases de datos.	25
1.2.5. Lenguajes de descripción de servicios.	29
1.2.6. Estudios de caso.....	29
1.3. Identificación de elementos relacionales.....	30
1.3.1. Diseño metodológico.....	30
1.3.2. Medición.	32
1.3.3. Justificación técnica	33
1.3.4. Limitantes contextuales.....	35
Capítulo 2. ANTECEDENTES	
2.0. Antecedentes.....	37
2.1. Antecedentes para la creación del Comité Técnico Estadístico y de Información Geográfica del Sector Medio Ambiente y Recursos Naturales.	37
2.2. Fundamentos legales, modificaciones y reformas a la Ley de Aguas Nacionales. .	39

2.2.1. El Grupo Temático del Agua.	41
2.2.2. Estrategias del Grupo Temático del Agua.	45
2.2.3. Red de socios del Grupo Temático del Agua.	46
2.3. Identificación y caracterización de la necesidad de interoperabilidad.....	47
2.4. Vinculación entre bases de datos geográficas.	51
Capítulo 3. IMPLEMENTACIÓN DE INTERCONECTIVIDAD ENTRE LAS GEOBASES DE DATOS DE SEMARNAT-CONAGUA Y MEDICIÓN DE LA INTEROPERABILIDAD	
3.0. Implementación de interconectividad entre las geobases de datos de SEMARNAT-CONAGUA y medición de la interoperabilidad.....	53
3.1. Método a implementar.	53
3.2. Implementación del método.	54
3.2.1. Recopilación de requerimientos.	54
3.2.2. Análisis de requerimientos.	56
3.2.3. Análisis orientado a servicios.	59
3.2.4. Implementación del método de la Cruz Maltesa.....	60
3.3. Implementación de la primera propuesta de solución.	70
3.3. Modelo conceptual.....	69
3.4. Interconexión entre geobases de datos SEMARNAT-CONAGUA.....	72
3.5. Diagrama de enlaces.	70
3.5. Medición de interoperabilidad y funcionalidad de la alternativa de solución.	74
Capítulo 4. LINEAMIENTOS Y ACCIONES A FUTURO	
4.0. Lineamientos y acciones a futuro.....	79
4.1. El cambio que se requiere para la interoperabilidad.....	79
4.2 Políticas de interoperabilidad semántica, estándares, retorno de inversión y geoinnovación. Iniciativas a futuro.	81
4.2.1. Estándares de Interoperabilidad.....	82



4.2.2. El retorno de la inversión.	84
4.2.3. Geoinnovaciones.	86
4.3. Iniciativa de Geoinformación Gubernamental Sostenible.	87
4.4. Conclusiones particulares.	88
REFERENCIAS	94
BIBLIOGRAFIA.....	95
APENDICE A. DEFINICIONES.....	98
APENDICE B. CRUZ MALTESA.....	102
APENDICE C. COMITE TÉCNICO	108

Resumen

La Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) es una dependencia desconcentrada del Gobierno Federal, cuya misión es la administración y preservación de las aguas nacionales, con la participación de la sociedad para lograr el uso sustentable del recurso.

Al trabajar con un recurso natural con una amplia y heterogénea distribución sobre el territorio nacional, la institución requiere conocer la cantidad, calidad y usos del agua en cada una de las zonas geográficas donde esta se encuentra, permitiéndole una mejor administración del vital líquido. Entre las herramientas que la Institución emplea para cumplir con tal objetivo, están los planos y mapas, a través de los cuales se identifican y clasifican las distintas regiones hidrológicas existentes en el país, así como información documental, estadística y financiera. Estos últimos tres tipos denominados alfanuméricos.

Para contar con información geográfica vinculada a las grandes bases de datos alfanumérica de la institución; desde hace más de una década, la institución se dio a la tarea de generar un acervo cartográfico digital y almacenarlo en una geobase de datos¹ la cual es factible asociarla a bases de datos alfanuméricas, implementadas en distintas fuentes. Esta actividad recayó en la Subgerencia denominada Sistema de Información Geográfico del Agua (SIGA); que ha tenido como tareas primordiales las relacionadas con la recopilación, manejo, gestión y análisis de datos espaciales. No obstante que el objetivo principal de SIGA es la administración el acervo cartográfico digital, el servicio más solicitado es la consulta y visualización de datos georreferenciados² vinculados a muy diversos temas hídricos.

Dentro de las funciones básicas de un sistema de información podemos describir la captura de la información, esta se logra mediante procesos de digitalización, fotografías, videos, captura directa de datos, entre otros.

Otra función básica de un sistema de información, particularmente de los Sistemas de Información Geográfica (SIG), es la relacionada con el análisis de los datos gráficos y no gráficos, mediante estos se puede especificar la función de contigüidad de objetos sobre

¹ Base de datos implementada sobre un sistema administrador de base de datos relacional (RDBMS), el cual permite, a través de un motor de consulta geográfica (ArcSDE), almacenar datos cartográficos y vincularlos tanto con tablas de atributos como con otras bases de datos relacionales las cuales pueden ser geoespaciales o alfanuméricas.

² Cualquier elemento hídrico puede ser asociado a sus coordenadas geoespaciales (longitud y latitud) a fin de ubicarlo de forma preciso sobre la superficie terrestre y, en particular, sobre la República Mexicana.

un área determinada, del mismo modo, se puede especificar la función de coincidencia que se refiere a la superposición de objetos dispuestos sobre un mapa.

De la misma forma otras instituciones gubernamentales como por ejemplo INEGI, SEMARNAT, INE, PROFEPA, CONABIO se han dado a la tarea de generar y procesar un gran acervo de datos geográficos el cual debe estar disponible entre una institución y otra a fin de evitar duplicación de esfuerzos.

Objetivos

En la CONAGUA, el uso de sistemas de información geográficos aumenta diariamente, ya que a través de ellos es posible tener un panorama más cercano a la realidad de la situación que presenta el agua en México, pero las herramientas de este tipo requieren un nivel de conocimientos profundos en ellas para un adecuado manejo de los datos.

Dado lo anterior los objetivos específicos, de este trabajo, son los siguientes:

1. Identificar adecuadamente la problemática de la gestión de la información tanto de formato alfanumérico como de referencia geoespacial.
2. Evaluar los aspectos organizacionales de gestión de la información.
3. Implantar, a través de un plan de trabajo preciso y realista, el mecanismo de vinculación entre los bancos de información oficiales de instituciones gubernamentales del sector medio ambiente.

El vínculo entre las bases de datos facilitará el despliegue de toda la cartografía básica generada por el SIGA, además permitirá el acceso a la geobase de datos del agua, mediante llamadas SQL³; con la facilidad de poder enviar los resultados de la consulta a usuarios remotos mediante acceso a herramientas de consulta en Internet.

Con la implementación y desarrollo de un vínculo de bases de datos y sistemas de información entre dependencias del sector medio ambiente para la consulta de información geoespacial, será posible que una mayor cantidad de personas que laboran en sector medio ambiente, y en un futuro próximo el público en general, puedan contar con información automática, expedita, segura, confiable y de calidad del acervo de datos

³ Lenguaje de consulta estructurado (SQL Structured Query Language) es un lenguaje declarativo de acceso a bases de datos relacionales que permite especificar diversos tipos de operaciones en éstas. Una de sus características es el manejo del álgebra y el cálculo relacional permitiendo efectuar consultas con el fin de recuperar -de una forma sencilla- información de interés de una base de datos, así como también hacer cambios sobre ella.

con el que cuenta esta institución que sea de utilidad para las actividades que realizan.

Hipótesis.

La implementación de un vínculo que posibilite el acceso automatizado entre los bancos de datos institucionales de dependencias gubernamentales del sector medio ambiente, permitirá la interoperabilidad entre dependencias (gobierno-a-gobierno) para la obtención de información estratégica para facilitar la toma de decisiones.

Introducción

Partiendo del reconocimiento que “El agua es un asunto estratégico y de seguridad nacional”, se establecieron la misión y visión del sector hídrico, los objetivos y metas a implementar, así como los indicadores y las metas asociadas. Una de estas metas es el manejo integrado y sustentable del agua. Para ello es necesario el trabajo coordinado y en equipo entre las instituciones que conforma el sector para que, con base en un análisis detallado de la información que poseen relativa al recurso hídrico se implementen líneas de acción así como estrategias enfocadas a contribuir al bienestar social y al desarrollo económico sin descuidar la preservación del medio ambiente. Para el efecto es necesario el intercambio de información entre estas Instituciones Gubernamentales de forma automática, expedita, segura, confiable y de calidad. Para avanzar en este sentido es que surge la necesidad de vincular tanto los principales bancos de información, tanto alfanuméricos⁴ como geográficos⁵, de cada una de estas Instituciones y de ser posible los sistemas generadores de información a fin de contar con ésta de una forma única y actualizada. Esta iniciativa sentaría las bases en el mediano plazo, para la creación de una red privada de intercambio de datos interinstitucional consolidando así el ideal de contar, en todo el sector, con información única sobre algún tema en particular.

Esta red estará conformada por organizaciones del gobierno las cuales son responsables de la gestión de los recursos de agua en un nivel nacional. Esto permitirá distribuir la información referente al recurso hídrico a través de medios de TIC⁶ para presentar un conjunto único de datos relativos a la cantidad, calidad, usos y conservación del agua dentro del ámbito nacional. Esto facilitará el fortalecimiento de los vínculos de trabajo entre Instituciones del sector; propiciará la confianza de la sociedad en estas al contar con la seguridad de que la información consultada es única, oficial y confiable; trascendiendo disciplinas y límites políticos permitiendo con ello cumplir con compromisos internacionales de desarrollo, mejorando la cooperación, colaboración y el compromiso de la gestión integrada de agua; así mismo sentaría las bases para direccionar la atención del recursos dentro del contexto de mantenimiento medioambiental y económico en el México.

El volumen, la diversidad y la complejidad de datos básicos exigen del uso de sistemas de

⁴ Datos en forma de texto o números organizados en forma tabular.

⁵ Gráficos de un mapa en formato digital.

⁶ Tecnologías de Información y Comunicación

información eficientes capaces de apoyar en forma sustantiva el proceso de tomas de decisión. La implantación de sistemas que permitan adquirir y manejar la información no solo deben adaptarse a las necesidades intrainstitucionales⁷ si no a la cooperación interinstitucional; permitiendo solucionar sus necesidades en materia de datos y aplicaciones de consulta y análisis de información.

Un sistema de información hídrico unificado es, desde la perspectiva del autor, un conjunto de hardware, software, información y procedimientos computarizados, que permite y facilita el análisis, gestión o representación de datos del recurso hídrico a las Instituciones de gobierno que gestionan el recurso. Este sistema unificado debe funcionar como si fuese una única base de datos con información tanto alfanumérica como geográfica en donde se encuentre representado cada elemento por un identificador único pero común a cada institución. De esta forma, señalando un objeto cartográfico se conocen sus atributos, y a la inversa, preguntando por un registro de la base de datos se puede saber su localización en la cartografía. Al asociar los datos a un sistema de información alfanumérica y geográfica es posible separar la información en diferentes capas temáticas y almacenarlas en forma independientemente, permitiendo trabajar con ellas de manera rápida y sencilla facilitando al profesional la posibilidad de relacionar la información existente a través de la topología de los objetos.

Durante los años 1990 y 2000 surgieron nuevas tendencias en la forma de utilizar tanto la información alfanumérica como los mapas para la evaluación de recursos, en particular del agua, y la planificación del uso de la tierra. Al comenzar a gestarse el cambio de paradigma hacia el análisis de información vinculada al ámbito geográfico al observar que no eran independientes entre sí, se empezó a reconocer la necesidad de evaluarlos de una forma integrada y multidisciplinaria. Durante este periodo la tecnología del uso de computadoras progresó rápidamente en cartografía y se perfeccionaron cientos de sistemas informáticos para distintas aplicaciones cartográficas y de bases de datos. Al mismo tiempo, se estaba avanzando en una serie de sectores conexos, entre ellos la edafología, la topografía, la fotogrametría y la percepción remota. En un principio, este rápido ritmo de desarrollo provocó una gran duplicación de esfuerzos en las distintas disciplinas conexas así como entre los bancos de información de aquellas dependencias que administran el sector de recursos naturales, pero a medida que se multiplicaban los sistemas y se adquiría experiencia, surgió la posibilidad de articular los distintos tipos de

⁷ Al interior de la Institución.

elaboración automatizada de datos espaciales, reuniéndolos en verdaderos sistemas de información geográfica para fines generales. Para principios del nuevo milenio, los sistemas de información y, en particular los SIG se habían convertido en herramientas fundamentales en el análisis de información relativa a la administración del recurso. Actualmente los sistemas de información gráfica-alfanumérica como los SIG se implementan rápidamente en los organismos públicos, los laboratorios de investigación, las instituciones académicas, la industria privada y las instalaciones militares.

La presente tesis está precisamente dirigida a proponer un sistema que cumpla con esas características de forma que la información con la que cuenta la CONAGUA, Institución Gubernamental encargada de la administración y preservación de las aguas nacionales y sus bienes inherentes, para lograr su uso sustentable, con la corresponsabilidad de los tres órdenes de gobierno y la sociedad en general⁸, esté disponible para otras Instituciones del sector Gubernamental y, en particular para el Sector Medio Ambiente lo cual es totalmente factible dado que las nuevas tecnologías son capaces de integrar los activos de información –en constante crecimiento y en demasiadas ocasiones, aislados– de un modo transparente e intuitivo, es decir, que puedan interoperar.

⁸ Misión de la CONAGUA, en <http://www.conagua.gob.mx>

Capítulo 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

Resumen.

Soportado sobre la infraestructura de cómputo con la que cuenta la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) establecida en la Red Nacional de Datos (RND), una red digital que utiliza enlaces para interconectar los diversos Organismos de Cuenca y Direcciones Locales, hace factible la interoperabilidad de aplicaciones entre instituciones gubernamentales, académicas y de investigación permitiendo amplio acceso a sus bancos de información. Este logro importante permitirá la conectividad instantánea de un gran número de personas del interior de CONAGUA hacia otras redes en Internet y desde éstas hacia la CONAGUA. La interconexión de CONAGUA con otras redes del sector medio ambiente será el primer ejemplo de interoperabilidad sobre Sistemas de Información Geográfica (SIG) entre dependencias gubernamentales en el sector medio ambiente basada en los protocolos de la Internet. Este trabajo no pretende ser la solución definitiva al problema de interconexión e interoperabilidad entre dependencias del sector medio ambiente del Gobierno Federal, sino más bien es una primera aproximación a la implementación de una solución muy robusta como lo puede ser un enlace a través de un anillo digital dedicado entre estas Instituciones.

En el presente capítulo, después de una justificación y descripción del marco teórico se da una descripción del proyecto así como del diseño metodológico, se provee al lector con una referencia inicial de lo que representa la interoperabilidad; se definen, además, algunos conceptos básicos, a fin de facilitar su ulterior lectura. Otro objetivo de este capítulo, es hacer patente la diferencia entre portabilidad e interoperabilidad, a fin de servir como referencia para proveer un conocimiento claro de estos conceptos. Posteriormente, se discute brevemente el estado del conocimiento relativo a la interoperabilidad entre sistemas de información así como algunos estudios de casos en los cuales la interoperabilidad se constituyó como elemento esencial para permitir el éxito de algunas iniciativas de e-gobierno. Finalmente, se presenta una justificación técnica de este trabajo así como una descripción de las limitantes del mismo.

Las atribuciones y responsabilidades conferidas a la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) por la Ley de Aguas Nacionales, la gran cantidad de información ligada a su ubicación geográfica, la complejidad de los análisis requeridos para la toma de decisiones y la necesidad de conocer mejor las fases del ciclo hidrológico en los que la componente

geográfica juega un papel primordial, hacen indispensable la vinculación tanto de las bases de datos de la Institución como entre los sistemas de información que tiene CONAGUA con los respectivos de otras dependencias gubernamentales los cuales incluyan la dimensión geográfica a fin de unificar datos y permitir el desarrollo en forma modular distribuida de la consulta de datos a nivel nacional.

Los sistemas de la Administración Pública se adquieren generalmente solución-a-solución, determinados por la necesidad de adquirir la mejor implementación para satisfacer un objetivo específico. Como resultado de esto, se crea una amplia gama de islas de información y de datos sin que, aparentemente, exista una manera sencilla de desbloquear los valiosos activos de información que todas ellas contienen en su conjunto, para dar soporte a procesos más útiles y productivos.

Por otro lado, la distribución de las diversas dependencias gubernamentales dentro del territorio nacional implica el uso de un conjunto de medios que permitan la transmisión remota y almacenamiento de la información de forma ágil y confiable.

Un acercamiento bien estructurado a la interoperabilidad ayudaría a abrir almacenes de datos y permitir que la información sea intercambiada más fácilmente así como en una forma útil entre sistemas. Así, las aplicaciones de gestión de la información podrían entonces aprovechar toda aquella información integrada para proporcionar una mejor percepción, un mayor control y una eficiencia operacional mejorada. Como resultado final, el usuario podría ser mejor informado, facilitando la toma de decisiones haciéndolas más oportunas, y todo ello relacionado con una mejor eficacia en los costos.

El equipo de cómputo y la infraestructura de telecomunicaciones, con las que las Instituciones cuentan hoy en día, así como el uso extensivo de Internet, hacen que los sistemas informáticos avancen substancialmente permitiendo obtener la información proveniente de cualquier parte del país con mayor oportunidad.

La CONAGUA cuenta, en la actualidad, con medios de comunicación y procesamiento mediante los cuales se puede consultar y analizar de forma eficaz, mediante programas de cómputo, la información tanto geográfica⁹ como la alfanumérica en formatos digitales. Entre estos medios, se encuentra la implementación y desarrollo de aplicaciones en redes WAN¹⁰ y LAN¹¹. En particular, es posible conectar a otras dependencias a las bases de

⁹ Entendido como la ubicación de los recursos hidrológicos dentro de su entorno geográfico.

¹⁰ Red de área amplia (del inglés Wide Area Network), es un tipo de red de computadoras capaz de cubrir distancias desde unos 100 km hasta unos 1000 km, dando el servicio a un país o un continente.

¹¹ Red de área local (del inglés Local Area Network) es una interconexión de varias computadoras y periféricos. Su extensión está limitada físicamente a un edificio o a un entorno de 200 metros o con

datos institucionales a través de una extranet o enlace dedicado entre dependencias.

Justificación.

Con la implementación y desarrollo de un vínculo de bases de datos y sistemas de información entre dependencias del sector medio ambiente para la consulta de información geoespacial, será posible que una mayor cantidad de personas que laboran en sector medio ambiente, y en un futuro próximo el público en general, puedan contar con información automática, expedita, segura, confiable y de calidad del acervo de datos con el que cuenta esta Institución, y otras del sector medio ambiente, que sea de utilidad para las actividades que realizan.

Mediante el aprovechamiento de las mejores prácticas de interoperabilidad (c.f. Apéndice A), los sistemas de las Administraciones Públicas son capaces de alcanzar un intercambio de datos mejorado, así como un acceso integrado a sistemas y aplicaciones. El resultado, es el empleo más eficaz de la información no sólo dentro del sector público, sino también entre los ciudadanos y las empresas.

Al emplear este tipo de vínculo de datos, será posible mejorar las acciones de planeación y programación que realiza tanto la CONAGUA como el resto de las instituciones que formen parte del anillo digital interinstitucional para la administración del agua en el país, en especial aquellas que requieren de operaciones geográficas y cuyo resultado final es visualizado de mejor manera mediante un mapa. Entre las acciones beneficiadas destacan las relacionadas con la administración de infraestructura hidráulica existente en cualquier región del país, permitiendo con ello ubicarla con mayor exactitud sobre la superficie terrestre y apreciar su interrelación con otros aspectos geográficos importantes de la zona.

Otra bondad del vínculo será la estandarización de los aspectos tanto cartográficos como de datos alfanuméricos, es decir la interoperabilidad permitirá combinar cartografía digital y datos de naturaleza numérica, de texto o multimedia cuyas características geoespaciales estén almacenadas en una geobase de datos.

repetidores se podría llegar a una distancia de 1 kilómetro. Su aplicación más extendida es la interconexión de computadoras personales y estaciones de trabajo en oficinas, fábricas, etc., para compartir recursos e intercambiar datos y aplicaciones.

Marco teórico-conceptual y estado del conocimiento.

Marco teórico-conceptual.

Desde sus inicios, del concepto de interoperabilidad implica la interconexión de una red de área local con otras redes institucionales, pero puede ser concebido en el marco de un proyecto regional. Para ello es necesario conocer las nuevas tecnologías de Internet las cuales a pesar de ser complejas, totalmente descentralizadas y ricas en diversidad, abarcando cientos de tecnologías diferentes, facilita los enlaces entre sistemas de información. Para el efecto se requiere de un canal de alta capacidad y equipo especializado en el manejo del tráfico: enrutadores (routers). No obstante debido a su gran importancia para la Institución y para el país mismo, hace necesario convertir a éste en un proyecto nacional de gran envergadura.

El primer paso dentro del desarrollo mencionado anteriormente, es alcanzar el acuerdo entre un conjunto de dependencias gubernamentales lo cual facilitará la implementación de TI¹² para intercambio de datos geográficos y de metadata. Así, este trabajo surge como una necesidad primordial en el seno del Grupo Temático del Agua, parte del Comité Técnico Estadístico y de Información Geográfica del Sector Medio Ambiente y Recursos Naturales cuyas características se especifican a detalle en el capítulo 2.

Interoperabilidad.

Los usuarios esperan que el intercambio de datos reúna todas las siguientes características:

- Sencillo- no debe ser necesario que los usuarios entiendan mucho sobre los datos o su sistema fuente para importarlos y utilizarlos.
- Transparente- las complejidades asociadas con la transferencia de datos deben estar ocultas.
- Abierto- la interoperabilidad debe poder aplicarse a todos los sistemas, y el intercambio de datos ser independiente de la tecnología utilizada.
- Efectivo- la transferencia de datos debe ser fiable y los datos resultantes útiles para el fin perseguido.
- Universal-todas las bases de datos geospaciales deben ser accesibles.

¹² Tecnologías de la Información.

Todo esto no es fácil de conseguir. Una solución consistiría en una arquitectura única y un conjunto de estándares para datos geospaciales. Sin embargo, parece imposible concebir que todas las dependencias gubernamentales del Sector Medio Ambiente adopten una única arquitectura geoespacial o estándares de datos a nivel global. Existen por lo menos media docena de estándares importantes, además de los productos de datos de propiedad comercial que ya están en el mercado. Esto significa que los esfuerzos de estandarización, no producirán la interoperabilidad por sí solos. La interoperabilidad requerirá consistencia a través de una amplia gama de parámetros técnicos, semánticos e institucionales.

Los niveles de intercambio de datos y redes, están bien establecidos a partir de los estándares de la industria de la tecnología de la información. Las técnicas orientadas a objetos y las extensiones asociadas a los sistemas de gestión de bases de datos relacionales (RDBMS) tratan otros problemas técnicos y, en cierta medida, problemas asociados con esquemas de datos. Sin embargo, estos esfuerzos únicamente proporcionan la estructura tecnológica para el intercambio de datos y no aseguran que los datos sean conocidos o estén disponibles ni que las organizaciones vayan a adoptar la tecnología que permita su uso.

No obstante, antes de entrar en materia es necesario definir el término interoperabilidad. Desde el punto de vista del servicio público, consiste en la capacidad de los procesos de servicio de distintas administraciones públicas para sincronizarse entre ellos con el fin de atender a una necesidad ciudadana. Desde el punto de vista de la tecnología, implica la capacidad de los sistemas TIC para soportar el intercambio de datos, en interacción con otros sistemas de tramitación mediante la utilización de estándares existentes.

Encontraremos definiciones que sólo contemplan la faceta tecnológica. En nuestro contexto, debemos ir más allá: para que una administración se pueda considerar interoperable debe estar activamente comprometida con la inacabable tarea de gestionar sus sistemas, procedimientos, organización y cultura de manera que se maximicen las oportunidades de intercambio y reutilización de la información, tanto interna como externamente.

La interoperabilidad desde un punto de vista informático, se define como la habilidad que

tiene un sistema para trabajar con otros sin un esfuerzo especial por parte del cliente. Este concepto tiene una importancia creciente al tenor de las colecciones digitales distribuidas que utilizan distintos esquemas de datos y metadatos. A pesar de la complejidad de este concepto y de sus múltiples implicaciones para los sistemas de recuperación de información es un concepto clave al hablar de esquemas de administración de información y de la necesidad de compatibilizar todos ellos, para una recuperación de información integral en distintas colecciones de datos y metadatos distribuidos. La interoperabilidad entre distintos esquemas puede realizarse de diversas formas, por ejemplo a través de la implementación de un protocolo, a través del mapeo o establecimiento de correspondencias entre informaciones en diferentes formatos¹³ para la conversión de elementos de información o metainformación que permita hacerlos compatibles.

Así surgen, en cómputo, los siguientes términos:

- Portabilidad de programas o simplemente portabilidad (c.f. Apéndice A).
- Comunicación-cruzada/interoperabilidad.

Mientras portabilidad se refiere a mover una *aplicación* y correrla en forma similar sobre una plataforma diferente, la comunicación cruzada y la interoperabilidad se refieren a la posibilidad de permitir a diferentes aplicaciones, dispositivos, plataformas o componentes ser conectados e intercambiar datos entre ellos.

Existe una variedad complementaria de significados de interoperabilidad, entre los que se incluyen:

- Desarrollo de software que está “interoperablemente diseñado”¹⁴ ;
- Colaboración específica con socios, competidores, clientes y gobierno.
- Implementación de estándares industriales, incluyendo estándares abiertos y estándares propietarios, en productos y servicios.

Mientras cada uno de estos conceptos de interoperabilidad es importante y efectivo en su propio contexto, el objetivo de este trabajo se centrará en cómo este concepto permite utilizar “*gateways*” los cuales han sido usados para facilitar el intercambio y acceso a los bancos de datos entre diversas instituciones, lo cual se explica más adelante.

En sus inicios este proceso de comunicación-cruzada estaba limitado solamente al

¹³ MARC-DC, FGDC-DC

¹⁴ Por ejemplo, la inclusión de una tecnología en particular o funcionalidad en el software para facilitar el fácil intercambio de datos en diferentes aplicaciones o la creación de un “traductor” o “gateway” que corra en un producto e implemente comunicación con otro.

intercambio de datos planos y cada aplicación tenía su propia especificación de “formato de registro” para hacer posible “entender” el significado de cada elemento de datos tanto entrante como saliente. Así, para poder intercambiar datos entre sistemas cada aplicación necesitaba escribir código específico para soportar a su contraparte de definición de registro. Esto demostró ser una forma totalmente ineficiente de trabajar. Debido a la complejidad de los sistemas y sus diferentes requerimientos así como el número creciente de aplicaciones requería hacer un gran esfuerzo para mantener el código cada vez que se hacía un cambio en el “formato del registro”. Era necesario que cientos de líneas fueran cambiadas en diferentes programas. La solución fue definir niveles de protocolo diferentes para armonizar tanto los formatos como los elementos de datos mismos.

La solución al problema estaba basada en que la descripción de los registros de datos se guardara como entidad separada de la lógica del programa. Esta simple necesidad llevó a la creación de los sistemas manejadores de bases de datos (DBMS¹⁵), los primeros líderes fueron IMS/DB, DL/1 de IBM y TOTAL de Sistemas de Cincom. Esta nueva tecnología (DBMS) significó un paso importante permitiendo a los programas y a los sistemas intercambiar información una vez que los datos estaban almacenados. Por consiguiente, si se necesitara un cambio en un elemento de dato, sólo los programas y sistemas que tratan con ese elemento de datos tendrían que modificar ese elemento. La comunicación entre sistemas que usan el mismo DBMS se hizo fácil. Además, TOTAL estaba disponible con muchos diferentes vendedores del hardware, haciéndolo más fácil a los programas y sistemas de un vendedor situarse como el vehículo para transporte de datos. Con los DBMS es posible pasar datos de un sistema al otro, dentro de la misma computadora o, alternativamente, a otra computadora.

Al mismo tiempo, se hizo clara la necesidad de enviar datos hacia y desde diferentes computadoras en tiempo real, es decir, teniendo la misma interoperabilidad. Muchos protocolos de telecomunicación fueron creados para tal efecto, pero era necesaria una especificación para el formato del registro para direccionar las especificaciones de intercambio que la industria requería, tales como transacciones bancarias, inventario de artículos de tiendas, mercados, telecomunicaciones, sistemas de información geográfica y manufactura. Unos pocos protocolos, basados en necesidades específicas aparecieron para dar soporte al estándar que es llamado en forma genérica *Electronic Data Interchange* (EDI).

¹⁵ Por su nombre en inglés Data Base Management System.

Las crecientes necesidades de tener sistemas automáticamente interoperables, la reducción de costos en telecomunicaciones y la existencia de protocolos de red rentables y bien definidos fueron la llave que catalizó esa demanda en la adopción de Internet como medio de comunicación preferido para proporcionar la interoperabilidad entre los sistemas. A estas alturas, fue posible no sólo tener los sistemas interconectados con otros sistemas a través de los mecanismos de intercambio de datos externos, sino también comunicarse entre ellos en tiempo real. En lugar de transportar los archivos datos de un sistema a otro, era ahora posible enviar los elementos de datos-información específicos de un sistema a otro y recibir una respuesta inmediatamente. Una vez más, enviando los elementos de los datos entre los sistemas no-homogéneos requirió el desarrollo de protocolos comunes para que cualquier sistema pudiera entender esos datos. El resultado final fue la informática ubicua. Los componentes de la interoperabilidad son:

- Interoperabilidad técnica: intercambiar información
- Interoperabilidad semántica: poder entenderse
- Interoperabilidad organizativa: que sea útil y se utilice

La **interoperabilidad técnica** recoge las cuestiones de conectividad y uso de los sistemas y de las aplicaciones de servicios. Los aspectos más relevantes son: interfaces, interconexión de servicios, modelos intermedios, integración de datos, presentación e intercambio de datos, y seguridad.

La **interoperabilidad semántica** se dedica a conseguir que los sistemas estén preparados para leer y entender la información intercambiada. Para ello hay que adaptar cada sistema de información en aspectos como: estandarización de metadatos, glosarios y diccionarios comunes de datos.

La **interoperabilidad organizativa** concierne al establecimiento de estrategias y a su despliegue para que diferentes organismos puedan conectarse entre sí e intercambiar información y trámites. Hace referencia a: determinación de objetivos, establecimiento de una red de liderazgo, rediseño de los procesos, consecución de acuerdos, marco jurídico, marketing, sistema de gestión de la calidad, gestión del cambio.

Los elementos que interoperan se pueden clasificar en tres tipos de agentes:

- Las administraciones: del Estado, autonómica y local
- La ciudadanía: cualquier persona física o jurídica susceptible de realizar un trámite.
- Las empresas: en su papel de proveedoras de la administración.
- Entre ellos encontramos cinco tipos de interacción:

- Ciudadanía y Administraciones
- Empresas y Administraciones
- Administraciones entre sí, para prestar servicios
- Administraciones entre sí
- Ciudadanos entre sí

La necesidad de resolver el problema de interoperabilidad entre los programas y sistemas era fundamental al desarrollo de protocolos. Su gran aceptación les convirtió en normas de industria. Los protocolos permiten a los elementos de los datos ahora ser independientes del código y de la lógica de programa, mientras que proporcionan una tierra común la cual permite a los sistemas múltiples acceder a datos que se están enviando de un sistema a otro, sin tener en cuenta la plataforma origen o destino de los datos.

Lo que empezó como un problema de intercambio de datos evolucionó a un enfoque de programa-a-programa y a una necesidad de comunicación de sistema-a-sistema. En el área de interoperabilidad de programas, muchas soluciones técnicas fueron adoptadas y propuestas desde los protocolos basados en mensaje como el RPC hasta los sistemas basados en objetos y las iniciativas de los sistemas abiertos, como el ODBC¹⁶ al final de los años 80, a los basados en componentes, en los años noventa, y finalmente el basado en mensajes XML, en el 2000.

En la práctica, no hay ningún buen software que trate directamente con datos, particularmente si ese dato es posesión de otro sistema. Por consiguiente, la solución es contar con una capa intermedia entre las aplicaciones para proporcionar ese nivel de interoperabilidad y seguridad requerido. La aplicación A “charla” con un sistema del intermedio y, a continuación, el sistema del intermedio, a su vez, “habla” con aplicación B. Esta aplicación opera como "intermediario", es decir como un políglota, que sabe todos los idiomas y dialectos de todas las aplicaciones relacionadas. A veces, es necesario escribir "conectores" dependientes de la aplicación para poder hablar a la aplicación "intermediaria."

El gran beneficio de este concepto es que, ahora tenemos sólo un punto focal dónde se definen todos los "idiomas y dialectos" en uso. Si un sistema tiene los cambios de las estructuras de los datos internos, sólo el "intermediario" o su conector necesita saber eso. Técnicamente, esta aplicación del "intermediario" se llama “*gateway interoperable*”.

¹⁶ Open Database Connection

Todos los sistemas están basados en tres funciones básicas: entrada, proceso y salida. Si, usando las tecnologías existentes, pudiéramos interceptar los flujos de datos en la fase de entrada/salida; sería posible proporcionar los medios de interoperabilidad a cualquier sistema.

La mejor manera de hacer eso sería generar los suficientes datos de entrada en el formato y con el método de entrada adecuado. Así, podrían capturarse datos del rendimiento al dispositivo del sistema existente y, a continuación, podrían remitirse a cualquier otro sistema (c.f. Figura 1).

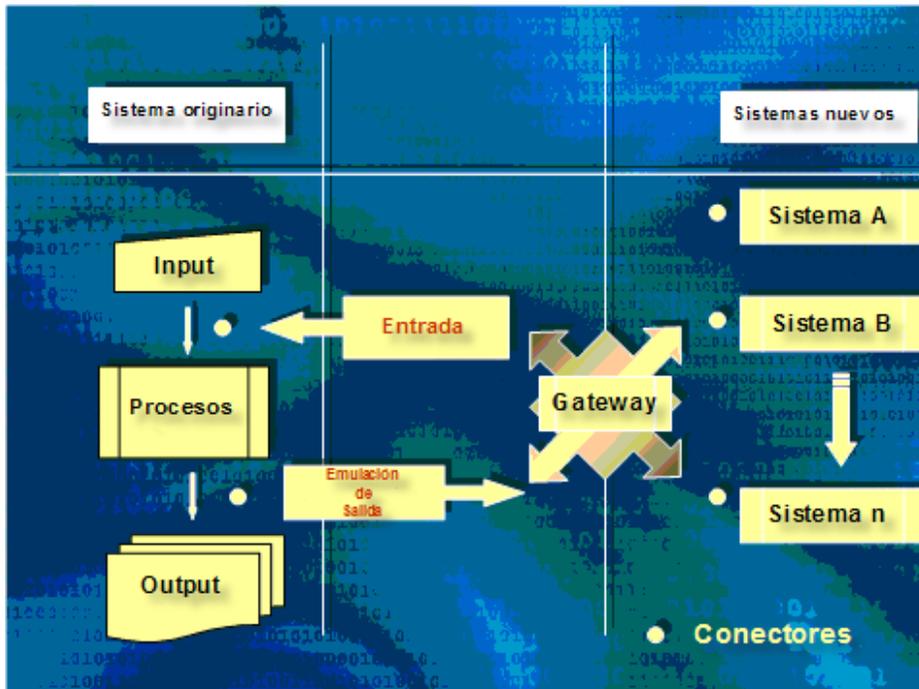


Figura 1. Vinculación entre sistemas a través de un "gateway" que permita el intercambio transparente y ágil de la información.

Este método podría extenderse para volverse una solución genérica que permita la interoperabilidad entre todos los sistemas. La solución aplicada a la entrada es similar al concepto de un distribuidor de traducción de datos que recibe los datos de un sistema generador de datos y luego regresa los datos, en un formato traducido, a uno o más sistemas del destino. El sistema del destino procesará la transacción pedida y producirá los resultados deseados.

Éste es exactamente el punto dónde una solución de *gateway* podría aplicarse, porque además de ser un traductor de los dialectos y formatos usado por las aplicaciones, el *gateway* podría ser usado como emulador para interceptar datos que salen o entran en los sistemas. En este sentido la plataforma ArcSDE con la que se cuenta en CONAGUA,

opera como un gateway de acceso hacia la información geoespacial residente en un servidor de bases de datos relacionales administrado por el RDBMS MSSQL 2000, denominado en forma genérica como Geobase de Datos; lo cual se explicará en las siguientes líneas.

Arquitectura Orientada a Servicios y Servicios Web.

Cuando progresamos en el uso de tecnología e interoperabilidad se vuelve una realidad, el hecho de que la estrategia para el desarrollo del sistema puede cambiar completamente. Los sistemas hoy en día pueden interoperar y la presencia de redes es ubicua a la adopción de un protocolo de red de telecomunicación común, TCP/IP.

Un sistema ya no necesita ser una parte de un software o un programa muy voluminoso, con millones de líneas de código, corriendo en un sistema informático gigantesco en una ubicación central. Hoy en día, es posible tener múltiples sistemas totalmente integrados, con centenares de subsistemas que corren en computadoras que se localizan en diferentes partes del mundo.

Pueden construirse sistemas basados en una red de múltiples proveedores de servicio a través del uso de lo que se conoce como los servicios de Web. La arquitectura para estos conceptos se denomina SOA¹⁷: arquitectura orientada a servicios. SOA puede definirse técnicamente como un acercamiento a organizar la tecnología de información en la que a los datos, la lógica y recursos de la infraestructura tienen acceso evitando los mensajes entre las interfaces de la red.

La proposición básica es proporcionar las interfaces consistentes y estables para las diversas aplicaciones, a la vez que se establece el contexto para el intercambio de información entre las organizaciones. SOA exige un compromiso al construir la aplicación alrededor de un modelo de componente de servicio.

Uno de los beneficios más importantes de adoptar una estrategia de servicios de SOA/Web es una reducción en la complejidad del despliegue del sistema, también el mantenimiento asociado al costo. Esto es, pueden construirse sistemas que siempre se comunicarán. Ahora los grandes y voluminosos programas se transforman en módulos básicos que comprenden simplemente los servicios que proporcionarán a otros miembros de la solución.

¹⁷ Service-Oriented Architecture

Geobases de datos.

Los modelos de Sistemas de Información Geográfica (SIG) han evolucionado gradualmente en estructuras georrelacionales donde sus atributos relacionales pueden ser almacenados en una base de datos relacional (RDBMS) la cual ha sido vinculada a características basadas en archivos geoespaciales. Sin embargo, el formato georrelacional tiene escalabilidad limitada y la estructura de datos dual¹⁸ implica que el SIG no puede tomar completa ventaja de las características de las RDBMS tales como respaldo, recuperación, replicación y tolerancia a fallas. Adicionalmente, el soportar grandes capas de información requiere del uso de estructuras complejas a fin de mantener el desempeño y compartir la información geoespacial con otras aplicaciones.

Bases de datos habilitada geoespacialmente.

A mediados de los años noventa, la nueva tecnología emergente permitió almacenar datos espaciales en RDBMS¹⁹, abriendo una nueva era de gran escalabilidad y soporte para grandes capas de los datos geográficos continuos. Cuando las nuevas bases de datos espacialmente habilitadas se combinaron con ambientes de desarrollo de cliente-servidor que podrían asociarse con aplicaciones comerciales, la vinculación de datos espaciales con aplicaciones esenciales de la Institución tales como sistemas ejecutivos, fue posible. Además, estas bases de datos espacialmente habilitadas permitieron dar los primeros pasos hacia SIG empresariales y la eliminación de "islas de los datos espaciales".

Quizás en forma no coincidente, el movimiento de los SIG abiertos fue gestando poco después la llegada de los primeros modelos totalmente-relacionales capaces de almacenar tanto datos espaciales como de tablas de atributos en una sola base de datos relacional cuando las organizaciones de estándares tales como el *Open GIS Consortium* (OGC), la Organización Internacional para Estandarización y el Comité Federal Americano para Datos Geográficos (FGDC), comenzaron a promover la idea de que los datos espaciales se deben compartir a través de normas. El trabajo inicial de estas organizaciones se centró en compartir los atributos espaciales simples en una base de datos relacional, mientras habilitaban la interoperabilidad entre los programas de diferentes vendedores de SIG. OGC, un consorcio de la industria internacional de compañías privadas, agencias gubernamentales y universidades, publicó una norma

¹⁸ Características espaciales almacenadas en un formato basado en archivos con atributos almacenados en una base de datos relacional.

¹⁹ También referido como habilitación espacial de base de datos relacionales.

espacial abierta que llamó la *OpenGIS Simple Features Specification*.

ESRI participó activamente en la definición de la *OpenGIS Simple Features Specification* y fue la primera compañía con productos que cumplían con esa norma. ESRI cuenta con productos cliente y servidor que cumplen con las especificaciones *OpenGIS Simple Features* para SQL. ArcSDE²⁰, utiliza el esquema binario original para Oracle y SQL Server, el cual es totalmente compatible con las *OpenGIS Simple Feature Specification* para la geometría binaria de SQL. ArcSDE también provee soporte para tipos adicionales de datos SIG tales como valores z, medidas, anotaciones y soporte para imágenes raster y datos de estudio que cumplen ampliamente las especificaciones de la OGC.

Como solución al problema de interoperabilidad, ESRI cuenta con los servicios Web. Los servicios Web evitan los problemas y complicaciones inherentes a aplicaciones de SIG que se atan al esquema espacial de un vendedor particular de RDBMS y les permite a otros SIG manejar sus propios datos los cuales hacen uso de métodos y formatos adecuados a sus herramientas en un ambiente de base de datos cualquiera. Además, los servicios de Web permiten acceso a datos, servicios y consulta en un esquema servidor-a-servidor, opuesto al caso de una integración que sólo pasa al nivel del cliente. ESRI, utiliza un RDBMS con el esquema y métodos que óptimos para sus herramientas. Otros usan sistemas de archivo²¹. Los servicios Web permiten el manejo de datos propietarios de un SIG y puede proporcionar rápidamente servicios consulta SIG²² a un público más grande en un ambiente común. Los servicios de Web constituyen, en sí mismos, toda una nueva estructura de normas computacionales. Los servicios de Web conforman toda una red de nodos distribuidos los cuales pueden incluir servidores, estaciones de trabajo, clientes del escritorio y “clientes ligeros”²³. Los servicios Web implican normas que proporcionan los elementos para que estos dispositivos actúen recíprocamente para formar una red informática de mayor entorno. También es importante reconocer que estos servicios Web representan una arquitectura poderosa para todos los tipos de informática distribuida.

Los servicios Web proveen la base para la difusión de la información vía redes abiertas²⁴.

²⁰ Solución de la compañía ESRI para el manejo y administración de información vectorial y raster en un RDBMS

²¹ Estos sistemas de archivos se refieren al uso de archivos tipo “shape” el cual, a pesar de ser un estándar, no permite la facilidad de acceso hacia un banco de datos geográficos de gran tamaño, tampoco permite trabajar con “versiones” de la misma información y no propicia el trabajo participativo entre otros inconvenientes.

²² Datos, mapas y geoprocesamiento.

²³ Teléfonos celulares, PDAs, GPS, Palms, etc.

²⁴ Internet, redes inalámbricas y locales.

En los servicios Web, cada nodo puede tener cualquiera de los tres papeles siguientes: cliente²⁵, servicio²⁶ y “broker”²⁷. Un proceso del cliente hace una solicitud de un servicio a la red informática y recibe los resultados para cada una de éstas. Cualquier cliente de la red puede buscar un servicio requerido en el “broker”. Para este trabajo la CONAGUA utiliza servidores y TIC en plataformas, típicamente, IRIX y Windows.

Los servicios Web pueden apoyar la integración de información y servicios que se encuentran disponibles en una red distribuida. Esto ocurre en las grandes organizaciones, como CONAGUA la cual tienen varias entidades que independientemente administran datos geoespaciales²⁸. Al mismo tiempo, muchas de las funciones de CONAGUA exigen integrar estos conjuntos de datos. El uso de servicios de Web²⁹ como una herramienta acoplada al SIG³⁰ puede atender esta necesidad eficazmente. El resultado es que se pueden consultar varias capas de información dinámicamente en forma integral, mientras al mismo tiempo los propietarios de los datos pueden mantener esta información en un ambiente cómputo distribuido.

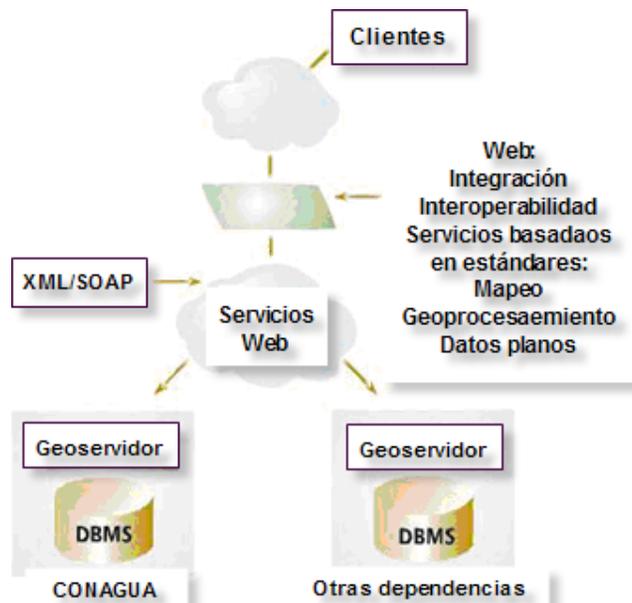


Figura 2. Integración e interoperabilidad basados en servicios Web.

²⁵ Un cliente es cualquier computadora que tiene acceso a los recursos y funciones de uno o más nodos de la red informática. Los clientes típicos incluyen computadoras del escritorio, exploradores Web, subprogramas de Java y dispositivos móviles.

²⁶ Un servicio es un proceso de la red informática que espera las solicitudes, responde a cada una de ellas y devuelve un conjunto de resultados.

²⁷ Un broker es esencialmente un portal de de servicios de metadatos.

²⁸ Por ejemplo caminos, estudios, archivos de uso de suelo, límites administrativos, etc.

²⁹ Una herramienta que une.

³⁰ Una tecnología integradora.

Los estándares básicos utilizados para servicios Web son una serie de protocolos, como XML, Simple Object Access Protocol (SOAP), Web Services Description Language (WSDL) y Universal Description, Discovery, and Integration (UDDI) los cuales dan soporte a sofisticados modelos de comunicación entre varios nodos de la red. Estos protocolos permiten un proceso de comunicación más inteligente y colaborativo entre nodos, construido dentro de cualquier arquitectura de entorno “services compliant”.

Lenguajes de descripción de servicios.

Los servicios Web proveen de una plataforma abierta, interoperable y altamente eficiente para la implementación de sistemas. Estos son interoperables debido a que cada pieza de software se comunica con otra a través de los protocolos estándar SOAP y XML. Esto significa que si un programador “envuelve” una aplicación con un API SOAP, esta puede “hablar” con otras. Los servicios Web son eficientes debido a que se construyen sobre un ambiente sin estado³¹ en Internet. Un cierto número de nodos puede ser conectado dinámicamente solamente cuando sea necesario llevar a cabo una tarea específica como una actualización de una base de datos o proveer un servicio en particular.

Mientras conceptualmente los componentes básicos de un sistema Web todavía son clientes y servidores, es importante reconocer que las conexiones de la red se crean dinámicamente y, por consiguiente, es necesario que sean habilitados servicios de conexión interinstitucionales. Éstos incluyen la aplicación de una infraestructura de datos espacial, es decir, una red distribuida de datos compartidos.

La fusión de aplicaciones de SIG, es decir, la posibilidad de vincular aplicaciones de múltiples vendedores permitirá a la CONAGUA hacer uso de directo de cartografía base del gobierno como un reemplazo para su propia cartografía base. Es decir, cada dependencia se hace cargo de su ámbito de acción sin necesidad de mantener información de otras dependencias en sus propios bancos de datos dado que está ya reside en los servidores de datos de esas dependencias. Este tipo de sinergia del tipo interorganizacional acelerará dinámicamente el uso de la información geográfica.

Los SIG envuelven la integración de datos de múltiples fuentes. El Web establece un tipo particular de relación entre los proveedores de servicios y consumidores de información apoyando la integración dinámica de datos espaciales. Ahora la premisa es, que el usuario en vez de ver servicios segmentados en Internet, ahora vería una vinculación e

³¹ Ligeramente acoplado o sin acoplar.

interrelación de datos entre dependencias facilitando la consulta de información.

Estudios de caso.

El Ministro de Ciencia, Tecnología e Innovación de Dinamarca, Helge Sander afirmó que "...la Administración Pública [danesa] en su estrategia de software ha puesto un gran énfasis sobre la necesidad de una competencia eficaz y coherente entre los sistemas de TI³² públicos, y por lo tanto los datos y documentos pueden ser intercambiados a través de diferentes tipos de organizaciones y diferentes tipos de software."³³

El Ministro del Interior, Otto Schily, en Alemania, señaló que cualquier compañía proveedora de sistemas "...está de acuerdo con publicar especificaciones para interfaces y formatos de datos, además de apoyar los estándares abiertos en sus productos..." estas afirmación dará la mayor flexibilidad a las agencias [alemanas] para la construcción de sus sistemas de información."³⁴

El programa IDA (Intercambio de Datos entre Administraciones) de la Unión europea también ha reconocido las ventajas de la vinculación de sistemas de administración de datos, tanto ahora como en el futuro, para satisfacer las exigencias de interoperabilidad.

Identificación de elementos relacionales.

Diseño metodológico.

Como metodología base se utilizará el enfoque de sistemas (ES) el cual se aplica debido a que mediante un análisis estructurado de detección se facilita una visión Inter, Multi y Transdisciplinaria la cual ayudará a analizar y desarrollar la interoperabilidad de manera integral permitiendo identificar y comprender con mayor claridad y profundidad los problemas que presente, sus múltiples causas y consecuencias. En particular, se hará uso del método denominado Cruz Maltesa³⁵, el cual se encuentra dentro de la metodología de los sistemas suaves. Para el efecto se seguirán las siguientes fases:

Desarrollar una descripción de las actividades de la organización (o de alguna de sus

³² TI: Tecnologías de Información.

³³ Foro sobre estándares abiertos e Interoperabilidad."Contribución de Coordinación", Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, Dinamarca, 26 de mayo de 2006.

³⁴ *Ibid.*

³⁵ c.f. [7]

partes) bajo revisión, esto es, desarrollar un modelo de tareas primarias. Dependiendo de la escala del estudio, puede ser necesario derivar varios modelos de actividad a distintos niveles de resolución, con objeto de describir completamente a las necesidades de información.

Derivar categorías de información requeridas para soportar las actividades de los modelos y las actividades particulares de las cuales la información puede ser obtenida.

Para una estructura de organización en particular, definir las reglas de dirección en términos de la responsabilidad de toma de decisiones sobre las actividades que un área operativa existente tenga asignadas³⁶.

Usar estas definiciones de reglas para convertir los flujos de información de actividad a actividad en los flujos de información de “regla a regla”. Esto es, definir las necesidades de información particulares de un área operativa basándose en el análisis de las actividades de que es responsable.

Definir las necesidades de un sistema de información que solucione los requisitos de desempeño de las actividades que soportan a cada sistema, tal que una red coherente pueda ser desarrollada haciendo uso eficiente de los recursos de computación.

Finalmente se deberá definir el patrón de flujo mínimo de información, esto es, quién es responsable de abastecer cierta información y para quién³⁷. Esta etapa define al conjunto de procedimientos a la información que representan un uso eficiente de los recursos. Esta es la etapa más larga, incluye el proceso de diseño.

Es improbable que un estudio de esta clase sea emprendido en un contexto de “campo fértil”; por lo tanto se requerirá que algunos entes involucrados desplieguen los procedimientos de acceso a la información ya en existencia, junto con sus interacciones, de tal forma que se tomen decisiones completamente informadas sobre la necesidad de conservarse, crearse o desarrollarse nuevos procesos y/o que se discontinúen los existentes. Es para este particular punto de decisión por lo que la Cruz Maltesa fue derivada.

De esta forma, viendo CONAGUA como un ente integrado, conformado por partes que se interrelacionan entre sí a través de una estructura que se desenvuelve en un entorno determinado, se estará en capacidad de poder detectar con la amplitud requerida tanto la problemática, como los procesos de cambio que de manera integral, es decir a nivel humano, de recursos y procesos, serían necesarios de implantar en el mismo, para tener

³⁶ Si la estructura de la organización no es una restricción

³⁷ El propósito habrá sido aportado por la etapa 2.

un crecimiento y desarrollo sostenibles en términos viables en un tiempo determinado.

Bajo la perspectiva del ES la realidad que concibe el observador que aplica esta disciplina se establece por una relación muy estrecha entre él y el objeto observado, de manera que su "realidad" es producto de un proceso de co-construcción entre él y el objeto observado, en un espacio y tiempo determinado, constituyéndose dicha realidad en algo que ya no es externo al observador y común para todos, como lo plantea el enfoque tradicional, sino que esa realidad se convierte en algo personal y particular, distinguiéndose claramente entre lo que es el mundo real y la realidad que cada observador concibe para sí.

La consecuencia de esta perspectiva sistémica, fenomenológica y hermenéutica es lo que hace posible ver a la CONAGUA ya no como que tiene un fin predeterminado, sino que puede tener diversos fines en función de la forma cómo los involucrados en su destino la vean, surgiendo así la variedad interpretativa. Estas visiones estarán condicionadas por los intereses y valores que posean dichos involucrados, existiendo solamente un interés común.

Medición

Indicadores

A continuación se enlistan los principales indicadores los cuales permitirán caracterizar el análisis de una forma cuantitativa. Estos parámetros se señalan de una forma enunciativa más que descriptiva.

- Tipo y características de conexiones existentes.
- Grupos de trabajo entre dependencias existentes.
- Acceso a métodos de comunicación entre dependencias.
- Tipos de actores involucrados.
- Identificar y definir las características de los participantes clave.
- Valorar la manera en la cual, los participantes clave, podrían afectar la implementación de la interoperabilidad.
- Entender las relaciones entre los elementos en estudio, individuos, incluyendo la evaluación de los conflictos potenciales y reales de intereses así como las expectativas de cada uno de ellos.
- Grupos políticos inmersos.
- Nivel de responsabilidad.

- Interoperabilidad: El valor de un sistema interoperable puede ser medido como función del número de transacciones conectadas. La función puede ser representada por (c.f. ref. [4]):

$$\text{Interoperabilidad} \approx \sum_{i=1}^m \lambda^i \left(t! \frac{1}{(t-n)!n!} \right)$$

Donde:

t es el número total de transacciones a interoperar.

n es número de transacciones que necesitan ser combinadas para completar un proceso.

m es el número de subsistemas

λ es el factor de correlación

Índices

- Unidad de análisis: Grupo temático del agua, al interior del Comité Técnico Estadístico y de Información Geográfica del Sector Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- Escalas de medición: Correspondientes a los indicadores.
- Problemas en la interoperacionalización.
- Escasez de datos
- Explicaciones limitadas
- Situaciones aleatorias

Justificación técnica.

La elección de un paradigma para la ingeniería del software, en el desarrollo de los sistemas que se implementan en la CONAGUA, se lleva a cabo de acuerdo con la naturaleza del proyecto y de la aplicación, los métodos, controles, así como las herramientas a usar, los periodos de entrega requeridos, etc.

El modelo seleccionado para el desarrollo del procedimiento de vinculación es el modelo en espiral³⁸, debido a que actualmente es el enfoque más viable, debido a la naturaleza propia del sistema de información el cual es a escala nacional. Este ente utiliza un enfoque evolutivo que permite tanto al desarrollador como al usuario, entender y reaccionar a los riesgos en cada nivel evolutivo. Este modelo, utiliza la creación de

³⁸ W. Boehm, Barry, "A spiral model of software Development and Enhancement", <http://www.cs.usu.edu/~supratik/CS%205370/r5061.pdf>

prototipos como un mecanismo de reducción de riesgo pero, lo que es más importante, permite al desarrollador aplicar el enfoque de creación de prototipos en cualquier etapa de la evolución del producto. Mantiene el enfoque sistémico que corresponde a los pasos sugeridos por el ciclo de vida clásico, pero incorporándolo dentro de un modelo de trabajo interactivo que refleja de forma más realista la evolución de datos manejados en la CONAGUA. El modelo en espiral demanda una consideración directa de riesgos técnicos en todas sus etapas del proyecto y, si se aplica adecuadamente, debe reducir los riesgos antes de que se conviertan en problemas.

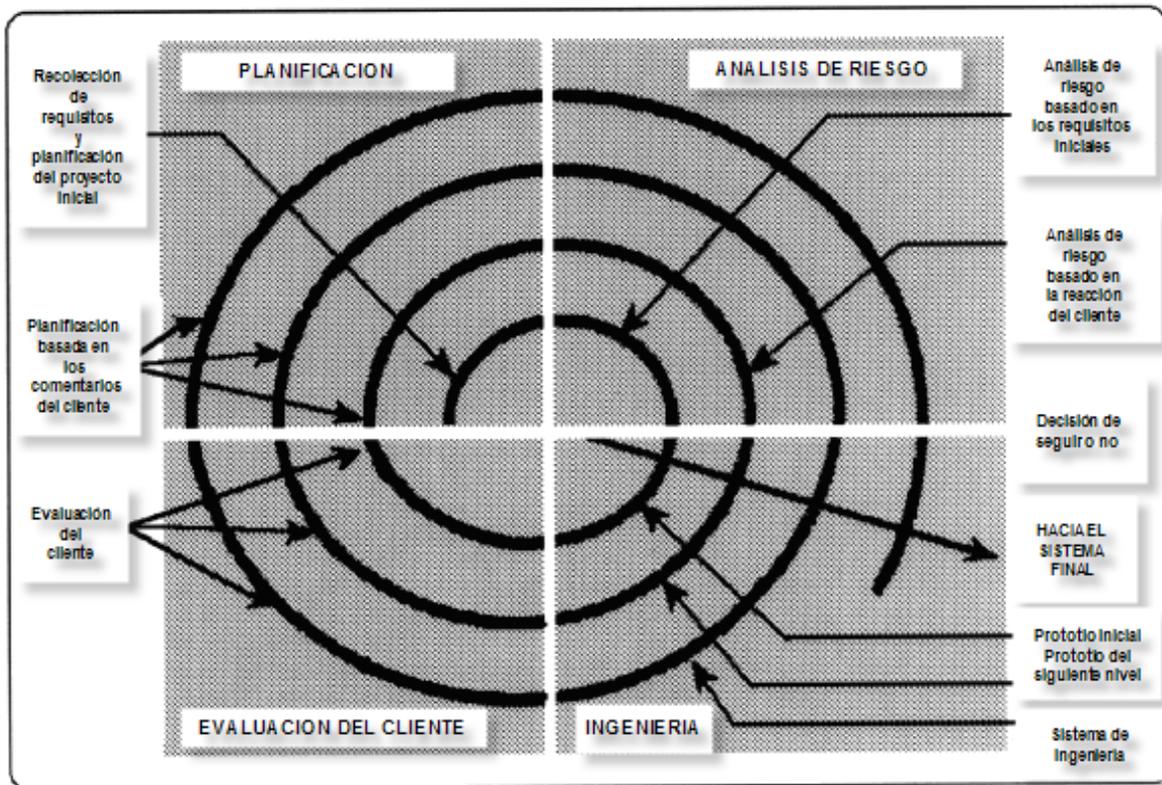


Figura 3. Modelo en espiral seleccionado para el desarrollo del procedimiento de vinculación entre bases de datos

Con cada iteración alrededor de la espiral (comenzando del centro y siguiendo hacia el exterior), se construyen sucesivas versiones del proceso de interoperabilidad, cada vez más completas. Durante la primera vuelta alrededor de la espiral se definen los objetivos, las alternativas, las restricciones y se analizan e identifican los riesgos. Si el análisis de riesgo indica que hay una incertidumbre en los requisitos, se puede usar la creación de prototipos en el cuadrante de ingeniería para dar asistencia tanto al encargado del desarrollo como al cliente. Se pueden usar simulaciones y otros modelos para definir más el problema y refinar los requisitos.

Los usuarios del sistema de vinculación evalúan el trabajo de ingeniería (cuadrante de evaluación del cliente) y sugieren modificaciones. En base a los comentarios de los usuarios se produce la siguiente fase de planificación y de análisis de riesgo. En cada bucle alrededor de la espiral, la culminación del análisis de riesgo resulta en una decisión de seguir o no seguir. Si los riesgos son demasiado grandes, se puede dar por terminado el proyecto.

Sin embargo, en la mayoría de los casos, se sigue avanzando alrededor del camino de la espiral ese camino lleva a los desarrolladores hacia fuera, hacia un modelo más completo y, al final, al propio sistema operacional. Cada vuelta alrededor de la espiral requiere ingeniería (cuadrante inferior derecho), que se puede llevar a cabo mediante el enfoque del ciclo de vida clásico o de la creación de prototipos. Debe tenerse en cuenta que el número de actividades de desarrollo que ocurre en el cuadrante inferior derecho aumenta al alejarse del centro de la espiral.

Limitantes contextuales.

El resultado del proyecto estará dirigido al personal que labora en la CONAGUA y que requiere consultar información cartográfica para la realización de sus actividades. Muchos de los factores implicados en la consecución de la verdadera interoperabilidad a menudo se enfocan tan sólo a subconjuntos de los verdaderos requisitos totales. En este trabajo, la interoperabilidad se contempla desde un contexto amplio, incluyendo:

- Interoperabilidad entre proveedores de tecnología
- Estándares de interoperabilidad (por ejemplo TCP/IP, XML, HTTP, SOAP)
- Interoperabilidad entre formatos de archivo
- Interoperabilidad entre aplicaciones de software

La solución informática a desarrollar cubrirá únicamente las tareas de consulta y visualización de cartografía digital, mediante el uso de una interfaz orientada a un usuario final con pocos conocimientos en el manejo de este tipo de información.

Con este trabajo se pretende, adicionalmente, coadyuvar a:

- Identificar, caracterizar y ser capaz de controlar los procesos críticos de negocios y sus componentes.
- Conocer la interrelación que tienen sus procesos con los de otros Servicios.

- Incorporar tecnología efectivamente en sus procesos.
- Facilitar los procedimientos administrativos asociados a los trámites de modo de no solicitar a las personas la información que ya se posee en el Estado.
- Transparentar ante el ciudadano, la información que el Estado posee, considerando el cumplimiento de los requisitos legales en materia de privacidad.

Capítulo 2. ANTECEDENTES.

Resumen.

El objetivo de este capítulo es proveer al lector con una referencia de los fundamentos legales y los antecedentes sobre los cuales se sustenta la creación del Grupo, interdisciplinario³⁹, Temático del Agua y la forma en cómo en las sesiones de trabajo de éste grupo surge, en forma natural, la necesidad de contar con un vínculo de datos entre dependencias gubernamentales a fin de permitir la consulta y facilitar el acceso a los bancos de datos de información geográfica y metadatos con los que cuentan las áreas de información geográfica en la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) y la CONAGUA. También se señalan los principales objetivos perseguidos por este conjunto de Instituciones Gubernamentales al integrarse en un grupo interdisciplinario haciendo énfasis en la creación de un vínculo basado en la interoperabilidad de sistemas y bancos de información geográfica.

Un objetivo adicional, de éste capítulo, es mostrar un estudio interdisciplinario del problema de interoperabilidad, antes referido, así como el planteamiento de métodos de trabajo a utilizar.

Finalmente se presentan algunas recomendaciones obtenidas como resultado de este trabajo en conjunto entre dependencias del sector medio ambiente.

Antecedentes para la creación del Comité Técnico Estadístico y de Información Geográfica del Sector Medio Ambiente y Recursos Naturales (CTEIGSMARN).

La información estadística y geográfica oficial de México es el resultado de las acciones de generación, integración y difusión de datos que diversas instituciones de la administración pública del país realizan cotidianamente en esas materias.

³⁹ Tipo de estudio que requiere un sistema complejo., a través del estudio a través de una metodología adecuada, es decir que sirve como instrumento de análisis de los procesos que tienen lugar en el sistema complejo, que explican su evolución como totalidad organizada. Este estudio integrado es el resultado de de un equipo con marcos epistemológicos, conceptuales y metodológicos compartidos. El concepto de sistemas complejos se relaciona directamente con el planteo interdisciplinario que se necesita para abordar los problemas que derivan de su funcionamiento como sistema, incorporando la necesidad de articular las disciplinas involucradas con la problemática o problema y respetando la especificidad del dominio de cada disciplina (c.f. ref. 2).

Hasta ahora esas acciones se habían llevado a cabo sin una coordinación que permita evitar duplicidades, que impida producir información que no tiene demanda y que atienda eficientemente las solicitudes de los diversos sectores de la sociedad. Estas acciones, así como las formas de vinculación para el trabajo entre las instituciones, están determinadas en la Ley de Información Estadística y Geográfica (LIEG).

La LIEG establece que todo el trabajo estadístico y geográfico de carácter oficial, así como las modalidades de vinculación, se organice de acuerdo al conjunto de disposiciones ahí contenidas, así como en su Reglamento y en otros ordenamientos legales y administrativos en los tres órdenes de gobierno y en los Poderes de la Unión.

En este contexto, surgen los Sistemas Nacionales Estadístico y de Información Geográfica (SNEIG).

La formación de estos Comités obedeció al mandato establecido en la Ley de Información Estadística y Geográfica⁴⁰ y de su Reglamento, constituyéndolos como un órgano colegiado de participación permanente con competencias tanto para elaborar y vigilar la ejecución del programa sectorial⁴¹, como para ser el conducto mediante el cual se transmita y vigile el cumplimiento de las normas y disposiciones de carácter general que se expidan por el INEGI o el sector, para la captación, procesamiento y presentación de la información que se produzca en estas materias. El CTEIGSMARN es presidido por el titular de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) siendo sus Secretarios Técnicos de Normas y Pro Secretario Ejecutivo los titulares del INEGI y de la Subsecretaría de Planeación y Política Ambiental de la SEMARNAT respectivamente. Los vocales del Comité son los titulares de la Subsecretaría de Gestión para la Protección Ambiental de SEMARNAT, la Subsecretaría de Fomento y Normatividad Ambiental de SEMARNAT, la Dirección General de la Comisión Nacional del Agua, la Presidencia del Instituto Nacional de Ecología, la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, la Presidencia de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, la Dirección General del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, la Dirección General de la Comisión Nacional Forestal y la Secretaría Ejecutiva de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (c. f. Apéndice C).

A fin de cumplir con los ordenamientos legales establecidos en la LIEG y establecer redes con productores de información sobre el agua a nivel nacional, la CONAGUA se incorporó al Comité Técnico de Estadística y de Información Geográfica del Sector Medio Ambiente

⁴⁰ Art. 13 y 14 de la Ley de Información Estadística y Geográfica, publicada en el DOF el 30 de noviembre de 1980.

⁴¹ http://www2.inegi.gob.mx/sneig/contenidos/espanol/pronadeig/resumen_semarnat.aspx?c=2480

y Recursos Naturales (CTEIGSMARN) donde participan la SEMARNAT y el INEGI (c. f. ref. 3). Así, la CONAGUA asume su corresponsabilidad para contribuir en el desarrollo de los objetivos de corto, mediano y largo plazos encaminados al fortalecimiento y consolidación de los Servicios y los Sistemas Nacionales de Estadística y de Información Geográfica; al mismo tiempo que se atiende, con una visión Institucional y de largo plazo, a los requerimientos de confiabilidad, pertinencia, accesibilidad y oportunidad que demandan los usuarios de la información de este sector para apoyar sus procesos de planeación y de toma de decisiones.

Es importante señalar que mediante estos Comités Técnicos Sectoriales el INEGI establece una red de socios para el intercambio de información estadística y geográfica en el ámbito de cada sector con la elaboración de los expertos en cada tema que compete al Sector. El Comité está configurado conforme a lo presentado en la Figura 4.



Figura 4. Estructura organizacional del Comité Técnico Estadístico y de Información Geográfica del Sector Medio Ambiente y Recursos Naturales.

En el seno de este comité se instaló el Grupo Temático del Agua, el cual establece, transmite y vigila el cumplimiento de normas y disposiciones de carácter general establecidas por el INEGI, para la captación, procesamiento, análisis y difusión de información del sector hídrico.

Fundamentos legales, modificaciones y reformas a la Ley de Aguas Nacionales (LAN).

Las modificaciones a la Ley de Aguas Nacionales (LAN) incorporan nuevos conceptos a tomar en cuenta en la programación y política hídrica:

- Política hídrica nacional y regional.
- Programas y subprogramas hídricos específicos, regionales, de cuenca, acuíferos y sectoriales con un enfoque de gestión integrada de los recursos hídricos (GIRH).
- Sistema Nacional y Regional de Información.
- Sistema Financiero del Agua.
- Planeación participativa entre tres niveles de gobierno y organizaciones de la sociedad civil.
- Evaluación socioeconómica de proyectos.
- Programas multianuales de inversión.
- Valoración económica y financiera del agua.
- Publicación de las disponibilidades del agua.

También se toman en cuenta nuevos conceptos en materia de recursos naturales y medio ambiente

(3-LIV). Definición del uso para conservación ecológica

(7-VIII). La variable ambiental considerada de interés público

(14 Bis 5-II). La Gestión Integral de Recursos Hídricos (GIRH) como base de la política hídrica nacional.

(14 Bis 5-X). GIRH sustentada en las relaciones entre recursos hídricos con el aire, suelo, flora, fauna, otros recursos naturales, biodiversidad y los ecosistemas vitales.

(15-X). Cuota natural de renovación de las aguas en la programación hídrica.

(29 BIS 5-III). Restricción de uso del agua cuando afecte el caudal mínimo ecológico

(41-III). Declaratoria de reserva de agua para garantizar flujos mínimos ecológicos y conservación o restauración de ecosistemas vitales

(86-III). Programas integrales de protección de recursos hídricos y relaciones de uso de suelo con el agua

(86BIS 1-II). Preservación de humedales mediante reserva ecológica del agua

(87). Declaratoria de clasificación de cuerpos de agua.

En el Artículo 9, de la LAN se presentan las atribuciones de la CONAGUA, en dónde destacan:

Fracción XLVI. Mejorar y difundir permanentemente en el ámbito nacional el conocimiento sobre la ocurrencia del agua, la oferta y demanda, los inventarios, suelo, usos y usuarios y la información pertinente vinculada con el agua y su gestión.

Fracción XLVII. Integrar el Sistema Nacional de Información sobre cantidad, calidad, usos y conservación del agua (SINA), con la participación de los Organismos de Cuenca, en coordinación con los gobiernos de los estados y del Distrito Federal y con los Consejos de Cuenca, en concordancia con la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental (LFTAIPG).

Artículo 15: La planificación hídrica es de carácter obligatorio para la GIRH.

Fracción X. La planificación y programación hídrica nacional y de las cuencas se sustentará en una red integrada por el SINA y los Sistemas Regionales de Información sobre el agua (SIRA).

El artículo 15 Bis 6 de la LAN establece que:

“Uno de los principales instrumentos de la política hídrica nacional es el Sistema Nacional de Información sobre cantidad, calidad, usos y conservación del agua”

Artículo 14 bis 6.

“El Sistema Nacional de Información sobre cantidad, calidad, usos y conservación del agua es un instrumento básico para la planeación hídrica nacional”

El Grupo Temático del Agua.

El Grupo Temático del Agua es coordinado por la CONAGUA, y atiende a la normatividad definida por el Comité para la integración de la información estadística y geográfica del sector agua; el Grupo cuenta a su vez con subgrupos temáticos de trabajo en los cuales participan funcionarios del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) y funcionarios de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). El Grupo Temático del Agua se integra por 5 subgrupos (c. f. Figura 5).

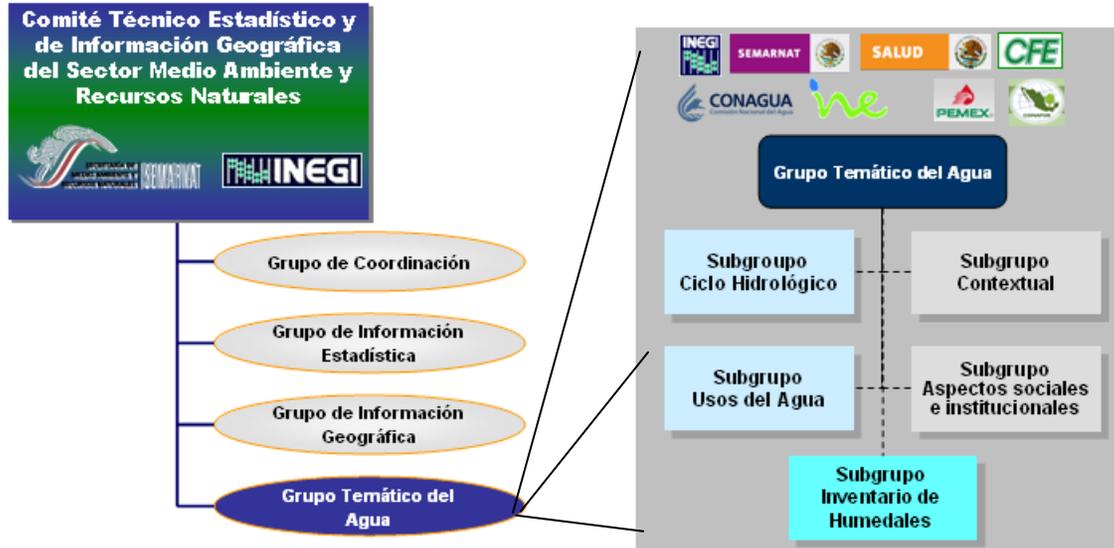


Figura 5. Subgrupos de Grupo Temático del Agua dependiente del CITEIGSMARN.

Ciclo Hidrológico.-Agua en la naturaleza (atmosférica, superficial, subterránea y del suelo).



Figura 6. Subgrupo Ciclo Hidrológico

Usos del Agua.-Aspectos antropogénicos (cuantitativos y cualitativos).



Figura 7. Subgrupo Usos del Agua

Aspectos sociales (impacto en la sociedad y el medio ambiente) e Institucionales.- Incidencia (beneficios y amenazas) del ciclo hidrológico y de los usos del agua en la sociedad y el medio ambiente.



Figura 8. Subgrupo Aspectos Sociales e Institucionales

Contextual.-Marco normativo, geoestadístico⁴², tecnologías de la información, catálogos y lenguaje común.

⁴² El INEGI realiza periódicamente diferentes censos y en forma constante varias encuestas. Para poder planear, implementar y reportar los resultados de los censos y las encuestas, es necesario definir áreas de estudio que permitan relacionar la información estadística con el espacio geográfico correspondiente.

Ante la falta de definición de un gran número de tramos de límites político-administrativos, el INEGI diseñó el Marco Geoestadístico en 1978, como instrumento de carácter interno que permite garantizar la cobertura y referencia geográfica de la información estadística. Es por ello que no necesariamente coincide con la división político-administrativa del país.

El Marco Geoestadístico divide al territorio nacional en áreas (llamadas geoestadísticas) de fácil identificación en campo:

Básicas (AGEB: **Área GE**ográfica **B**ásica).- conjunto de manzanas generalmente de 1 a 50 cuyo uso de suelo es habitacional, industrial, de servicio, comercial, etc.

Municipales (AGEM: **Área GE**ográfica **M**unicipal).- área geográfica delimitada por rasgos naturales y culturales, que se caracterizan por el uso de suelo agropecuario o forestal. (Contiene localidades y su extensión territorial es variable)

Estatales (AGEE: **Área GE**ográfica **E**statal)



Figura 9. Subgrupo Contextual

Inventario de Humedales.-Beneficios y amenazas de aspectos antropogénicos (cuantitativos y cualitativos) sobre los humedales.

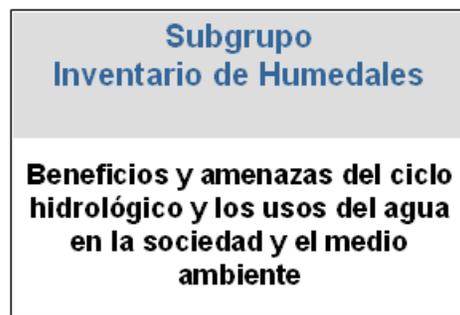


Figura 10. Subgrupo Inventario de Humedales

Estrategias del Grupo Temático del Agua (GTA).

El análisis de viabilidad de un sistema de información se centra en cuatro áreas de interés básico: técnica, económica, operativa y programática. En este contexto es necesario realizar tareas para la adecuada puesta en operación de cualquier sistema de información, las más importantes son:

Consolidar un lenguaje común. Es necesario que cada dependencia que constituya parte

del GTA revise la información relativa a los acuerdos de índole contextual que el mismo grupo genera a fin de detectar en cuales datos hay diferencias con lo que se maneja a nivel Institucional.

Enriquecer la información generada por el grupo completando series históricas y desagregación al nivel más local posible (municipios o localidades).

Avanzar en la conformación de una red de socios de información.

Es necesario contar con una plataforma informática común. La organización de la información en cubos ⁴³nos puede ayudar mucho al respecto⁴⁴.

Es esencial continuar enriqueciendo la Geobase Institucional del Agua (GeoAgua).

Realizar análisis de la información, preferentemente con cruces de datos, con recomendaciones de política hídrica.

⁴³ Los cubos de información o cubos OLAP funcionan como los cubos de rompecabezas en los juegos, en el juego se trata de armar los colores y en el cubo se trata de organizar los datos por tablas o relaciones; los primeros (el juego) tienen 3 dimensiones, los cubos OLAP tienen un número indefinido de dimensiones, razón por la cual también reciben el nombre de hipercubos. Un cubo OLAP contendrá datos de una determinada variable que se desea analizar, proporcionando una vista lógica de los datos provistos por el sistema de información hacia el data warehouse, esta vista estará dispuesta según unas dimensiones y podrá contener información calculada. El análisis de los datos está basado en las dimensiones del hipercubo, por lo tanto, se trata de un análisis multidimensional.

A la información de un cubo se puede acceder mediante "tablas dinámicas" en una hoja de cálculo o a través de programas personalizados. Las tablas dinámicas le permiten manipular las vistas (cruces, filtrados, organización, totales) de la información con mucha facilidad. Las diferentes operaciones que se pueden realizar con cubos de información se producen con mucha rapidez. Llevando estos conceptos a un data warehouse, éste es una colección de datos que está formada por "dimensiones" y "variables",.

Dimensiones.

Las dimensiones de un cubo son atributos relativos a las variables, son las perspectivas de análisis de las variables (forman parte de la tabla de dimensiones). Son catálogos de información complementaria necesaria para la presentación de los datos a los usuarios, como por ejemplo: descripciones, nombres, zonas, rangos de tiempo, etc. Es decir, la información general complementaria a cada uno de los registros de la tabla de hechos.

Variables.

También llamadas "indicadores de gestión", son los datos que están siendo analizados. Forman parte de la tabla de hechos. Más formalmente, las variables representan algún aspecto cuantificable o medible de los objetos o eventos a analizar. Normalmente, las variables son representadas por valores detallados y numéricos para cada instancia del objeto o evento medido. En forma contraria, las dimensiones son atributos relativos a las variables, y son utilizadas para indexar, ordenar, agrupar o abreviar los valores de las mismas. Ejemplos de dimensiones podrían ser: "productos", "localidades" (o zonas), "el tiempo" (medido en días, horas, semanas, etc.),

⁴⁴ Art. 22 inciso III de la Ley de Información Estadística y Geográfica

Red de socios del Grupo Temático del Agua.

La red de socios del GTA es un conjunto articulado de personas, instituciones gubernamentales, dispositivos, sistemas de información, tecnológicas y flujos de información, a través de los cuales los datos relativos al agua serán recopilados, integrados, analizados y difundidos de manera sistemática.

En este sentido es esencial para el GTA no sólo establecer redes de trabajo que le permitan fortalecer y asegurar la calidad de su función, sino mejorar los esquemas en el flujo de información.

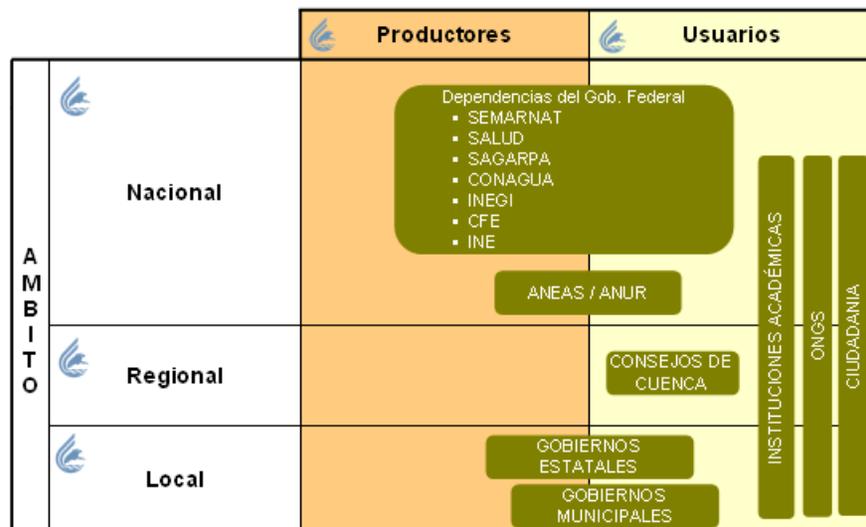


Figura 11. Red de socios del GTA

Identificación y caracterización de la necesidad de interoperabilidad.

Los generadores de la necesidad de interoperabilidad, es decir las causas que la originan, se destacan las siguientes:

a. Político-institucionales.

Falta de trabajo en equipo por parte de dependencias gubernamentales, lo cual impide la administración de la información tanto del recurso hídrico como del medio ambiente de manera integral y sustentable, que contemple problemas específicos relacionados directamente con la administración de los recursos naturales. A su vez, es indudable la

falta de decisión política de abordar un problema que empezó a ser visualizado hace más de 8 años⁴⁵.

Como consecuencia de esta falta de toma de decisión no existe, a la fecha, la posibilidad de establecer un entorno de vinculación e interoperabilidad, al menos sobre SIG, entre dependencias del sector medio ambiente. Otra de las consecuencias fundamentales de esta falta de visión integral es la escasa coordinación entre los distintos niveles gubernamentales, dificultando el accionar sobre la gestión del recurso hídrico.

b. Socio-culturales

Demanda indiscriminada de información, como causa que agudiza el problema, en cuanto a uso irracional de datos sin conocer, a ciencia cierta, su naturaleza, validez, origen, calidad y área responsable de su generación.

En cuanto a quienes serían los afectados por el problema, es indudable que afecta a toda la población en general, pues se maneja información sin la validación adecuada y sin la certeza de su calidad. Baste señalar que en forma regional la población se “*auto convoca*” para crear un ámbito de integración que pide a sus representantes que “*planifiquen*” pensando en el futuro. La población también se congrega en torno a ONG’s⁴⁶ o asociaciones civiles, actores sociales relevantes a la hora de abordar estrategias de gestión participativas respecto a algún problema en estudio.

El alcance y la escala de la falta de una información adecuada, accesible y actualizada puede llegar a afectar a población extra-regional en caso de una situación crítica.

Respecto a *los responsables de resolver el problema*, si bien algunos actores son responsables directos de abordar la solución, se realizó un levantamiento de los actores involucrados, ya que la problemática de interoperabilidad es un problema complejo, sistémico e integral. Se reconocieron como actores significativos, la CONAGUA, INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática), la SEMARNAT (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales), la SS (Secretaría de Salud), la Comisión Federal de Electricidad (CFE), el INE (Instituto Nacional de Ecología), PEMEX (Petróleos Mexicanos), CONAFOR (Comisión Nacional Forestal) e Instituciones de Educación Superior (UNAM). Cada uno de estos actores se involucra con el problema en distintos grados.

Estudio interdisciplinario del problema

⁴⁵ Existen estudios que datan del año 2000, respecto a iniciativas de interconexión entre dependencias gubernamentales para formar un e-gobierno (c. f. ref. 3).

⁴⁶ Organizaciones no gubernamentales.

a. Planteamiento de métodos de trabajo a utilizar

Se plantea como estrategia de trabajo la adaptación de la metodología de estudio interdisciplinario de sistemas complejos⁴⁷ aplicada al problema específico.

La CONAGUA ha reconocido que en principio las Instituciones de gobierno que conforman el Grupo Temático del Agua tienen gran participación y son clave para el manejo efectivo de la información del sector medio ambiente. Es por ello que se incorpora su participación en las distintas instancias de trabajo, desde el reconocimiento del problema hasta el planteo de soluciones.

Para la selección de las disciplinas involucradas se realizaron consultas a especialistas en la materia y a modo de ejemplificación citamos aquellas disciplinas, tanto de las ciencias naturales como de las ciencias sociales, que no deben faltar en las distintas fases de estudio del problema.

Ciencias Naturales: Hidrología, Geografía, Computación.

Disciplinas de las Ciencias Sociales: Investigación social, Derecho y Gestión Ambiental.

Esta consideración de ambos campos del conocimiento responde a la noción misma de “grupo de trabajo interinstitucional” como sistema complejo. La intervención de las distintas disciplinas en una u otra etapa del estudio dependerá si se trata de una fase de diagnóstico o de propuestas, existiendo en cada una de ellas investigaciones específicas de cada disciplina.

CONAFOR: manejo integrado de recursos naturales



SEDESOL: Política de Ordenamiento territorial



SEMARNAT: Política de ordenamiento ecológico



CONAPO: Política de distribución de la población



⁴⁷ c.f. ref. 4

Figura 12. Sinergia interinstitucional.

b. Programa de Actividades

El programa de actividades asume la conformación del equipo interdisciplinario y la definición en una primera instancia de los marcos epistémicos, conceptuales y metodológicos a compartir por todas las disciplinas involucradas. Como lo expresa García, en un estudio interdisciplinario, *“el objetivo es llegar a una interpretación sistémica de la problemática original que presenta el objeto de estudio. A partir de allí, será posible lograr un diagnóstico integrado, que provea las bases para proponer acciones concretas y políticas generales alternativas que permitan influir sobre la evolución del sistema”*.

Las etapas propuestas a desarrollar en el estudio interdisciplinario serían las siguientes:

ETAPA I: ANÁLISIS-DIAGNÓSTICO

Definición del objeto de estudio.

Reconocimiento del problema. Formulación de preguntas con base en las necesidades identificadas durante las reuniones previas del Grupo Temático del Agua.

Análisis de estudios anteriores realizados sobre aspectos diversos del problema en cuestión.

Identificación de elementos y relaciones que caractericen el sistema donde se involucra lo abordado en 1 y 2, con sus condiciones de contorno. Reuniones de trabajo del Grupo Temático del Agua en donde se profundice sobre la caracterización del problema.

Identificación de la relación del problema en cuestión a investigar con cada subsistema, para verificar o refutar hipótesis sobre sus funciones dentro del sistema. Relación del problema con otros problemas del Grupo Temático en su conjunto, definiendo la escala y el alcance de la red de problemas involucrados.

Investigaciones disciplinarias del problema, en el contexto de cada disciplina y de los subsistemas establecidos.

Redefinición del sistema en función de la integración de los resultados obtenidos en 6 y reformulación de las preguntas iniciales.

Repetición de las etapas 5 y 6 en relación con la nueva definición del sistema.

Segunda integración de resultados y nueva definición del sistema.

Repetición sucesiva de las etapas 5 y 6 tantas veces como sea necesario hasta la explicación coherente del sistema en función de las respuestas a cuestionamientos surgidos en el proceso.

ETAPA II: PROPUESTAS ALTERNATIVAS

Los estudios de propuestas alternativas implican prever nuevos procesos que se pondrían en marcha cuando se introduzcan transformaciones en el sistema. El estudio específico de cada propuesta consistiría en dos instancias:

Comprensión de las modificaciones a introducir, poniendo en relieve los objetivos y evaluando los recursos que requerirá su puesta en marcha y sostenimiento. En esta etapa del proceso se utilizará la metodología de la Cruz de Malta.

Análisis sistémico de cada propuesta: interacciones entre subsistemas según modificaciones a realizar, impactos, características de la nueva estructura que adoptaría el sistema, etc. Esta instancia involucra la evaluación de todas aquellas acciones de carácter estructural y no estructural.

En función de la extensión del presente trabajo, sólo se incorporaron brevemente algunas de las acciones a estudiar: alternativas de utilización de nuevas tecnologías, propuestas de uso más eficiente de la interoperabilidad, propuestas que promuevan la reorientación y desarrollo de un anillo digital que permita enlazar todas las dependencias gubernamentales a través de una red privada virtual.

Vinculación entre bases de datos geográficas.

Objetivo.

Acciones de vinculación

Proyecto macro.

- Desarrollar una descripción de las actividades del GTA (o de alguna de sus partes) bajo revisión, esto es, desarrollar un modelo de tareas primarias. Dependiendo de la escala del estudio, puede ser necesario derivar varios modelos de actividad a distintos niveles de resolución, con objeto de describir completamente a las necesidades de información.
- Derivar categorías de información requeridas para soportar las actividades de los modelos y las actividades particulares de las cuales la información puede ser obtenida.
- Para una estructura grupo en particular, definir las reglas de dirección en términos de la responsabilidad de toma de decisiones sobre las actividades que un área

operativa existente tenga asignadas⁴⁸.

- Usar estas definiciones de reglas para convertir los flujos de información de actividad a actividad en los flujos de información de “regla a regla”, esto es, definir las necesidades de información particulares de un área operativa basándose en el análisis de las actividades de que es responsable.
- Definir las necesidades de un sistema de información que solucione los requisitos de desempeño de las actividades que soportan a cada sistema, tal que una red coherente pueda ser desarrollada haciendo uso eficiente de los recursos de computación.
- Finalmente se deberá definir el patrón de flujo mínimo de información, esto es, quien es responsable de abastecer cierta información y para quien⁴⁹. Esta etapa define al conjunto de procedimientos a la información que representan un uso eficiente de los recursos.

⁴⁸ Si la estructura de la organización no es una restricción

⁴⁹ El propósito habrá sido aportado por la etapa 2.

Capítulo 3. IMPLEMENTACIÓN DE INTERCONECTIVIDAD ENTRE LAS GEOBASES DE DATOS DE SEMARNAT-CONAGUA Y MEDICIÓN DE LA INTEROPERABILIDAD.

Resumen.

La finalidad ésta sección es presentar al lector la metodología utilizada para la implementación de una posible alternativa de solución al problema de la falta de interoperabilidad entre dependencias del sector medio ambiente, en particular las integrantes del Grupo Temático del Agua, a través del acceso e interconexión entre geobases de datos de la SEMARNAT y la CONAGUA. Lo anterior pretende sentar las bases ontológicas⁵¹ para una futura implementación de una solución más robusta basada en un anillo digital entre dependencias que permita un intercambio de información rápido, seguro y con un amplio ancho de banda digital⁵² así como las bases sobre las cuales se sustenta esta solución tales como la calidad del software, funcionalidad, integridad, seguridad, interoperabilidad, conformidad y compatibilidad. Es importante destacar que esta iniciativa surge debido a que actualmente se pueden encontrar múltiples versiones no compatibles de la misma información dentro de una misma Institución, por lo tanto surge la necesidad de contar con una herramienta que cuente con toda la información en el ámbito de su área de competencia⁵³ pero que al mismo tiempo esta información geoespacial forme parte de otro banco de información mayor en el ámbito del Sector Medio Ambiente soportada en un modelo cliente-servidor lo cual ofrece posibilidad de compartir la información dentro de la organización sobre una Infraestructura de Datos Espaciales (IDE).

Método a implementar.

El método⁵⁴ en el que se basa en esta exposición está constituido por una serie de pasos

⁵¹ El término ontología en informática hace referencia a la formulación de un exhaustivo y riguroso esquema conceptual dentro de un dominio dado, con la finalidad de facilitar la comunicación y la compartición de la información entre diferentes sistemas. En algunas aplicaciones, se combinan varios esquemas en una estructura de facto completa de datos, que contiene todas las entidades relevantes y sus relaciones dentro del dominio.

⁵² Es común denominar *ancho de banda digital* a la cantidad de datos que se pueden transmitir en una unidad de tiempo. [ref. 5].

⁵³ En el caso de CONAGUA la administración de los recursos hídricos.

⁵⁴ Método es el procedimiento para alcanzar los objetivos o medio utilizado para llegar a un fin y la metodología es el estudio del método.

los cuales se centran en la búsqueda de estrategias válidas para incrementar el conocimiento relativo a la implementación de mecanismos y estrategias de interoperabilidad. Este método se entenderá aquí como la parte del proceso de investigación la cual permite sistematizar los pasos y las técnicas necesarias para llevar a cabo la interoperabilidad entre CONAGUA y SEMARNAT.

Pasos a seguir.

Recopilación de requerimientos.

Análisis de requerimientos.

Análisis orientado a servicios.

Análisis del sistémico.

Implementación del método de la Cruz Maltesa.

Modelo conceptual.

Diagramas de colaboración.

Diagramas de enlaces.

Implementación de la primera propuesta de solución.

Mediciones de interoperabilidad y funcionalidad de la alternativa de solución.

Implementación del método.

Recopilación de requerimientos.

Para implementar una herramienta interoperable se requiere saber si el software utilizado lo es, así como los enlaces digitales con los que cuentan las dependencias que deseen enlazarse. Así mismo, se debe determinar la seguridad con la que cuenta la red de cómputo de cada dependencia a fin de garantizar el acceso protegido hacia los bancos de datos. Determinar los estándares, ISO⁵⁵, de interoperabilidad a los que habrá de sujetarse a través de definición de características y especificaciones técnicas.

Finalmente se debe conocer el ancho de banda con que se cuenta a fin de garantizar la consulta a grandes volúmenes de datos.

La plataforma de TI relativa a SIG con la que opera el SIGA es ArcGIS según lo expuesto en el capítulo 1. Así mismo, la plataforma base para la gestión de SIG con la que cuenta SEMARNAT también es ArcGIS. Este software es totalmente interoperable. En particular la

⁵⁵ International Organization for Standardization.

Geobase de Datos del Agua cumple con los estándares de interoperabilidad necesarios; de hecho ArcSDE es un producto que cumple con estándares OGC⁵⁶ en particular para Oracle (Binary Schema) y SQL Server (Binary Schema), según se muestra en la Figura 14.

Los enlaces digitales con los que cuenta la CONAGUA están sustentados por una red de cableado estructurado nivel 6, una sala de telecomunicaciones y sistemas, así como enlaces a PABX y tramas digitales. Así mismo cuenta con enlaces de tecnología de acceso en la última milla de tipo alámbrico, satelital o microondas. Las subredes empleadas tienen capacidad de 254 host cada una, operando en la red de área local. Los tipos y capacidad del enlace a Internet cuentan con tecnología de acceso ADSL, satelital, celular y dial-up; permitiendo acceder a la intranet a través de la red de telecomunicaciones vía VPDN en la localidad. Todo lo anterior está soportado con switches de red que se encuentran instalados en los cuartos de comunicaciones, MDF o IDF's. Estos dispositivos cuentan con puertos de fibra óptica que permiten dar servicio a los enlaces de fibra, considerando dos puertos por cada par de fibras sin incluir a los pares de redundancia. Adicionalmente la COANGUA cuenta en oficinas centrales con puntos de acceso inalámbrico (access point), empleados para brindar conectividad LAN inalámbrica a usuarios móviles en salas de juntas o de capacitación.

Los enlace de telecomunicaciones (ancho de banda) con el que cuenta la CONAGUA tienen una capacidad del enlace dedicado de 29297Mbps⁵⁷. Esto indica una alta velocidad según se muestra en la Figura 13 en donde se puede observar una prueba de velocidad ofrecida por la compañía McAfee⁵⁸.

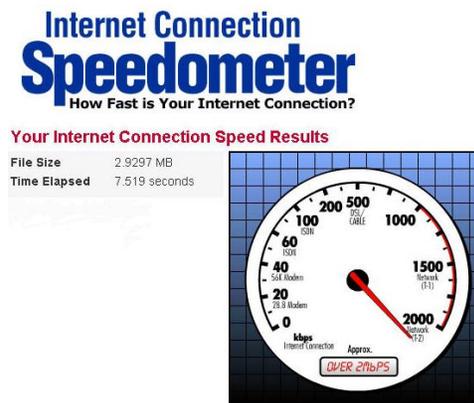


Figura 13. Velocidad de conexión a Internet CONAGUA

⁵⁶ Open Geospatial Consortium

⁵⁷ Ancho de banda del enlace expresado en megabits por segundo (Mbps)

⁵⁸ http://promos.mcafee.com/speedometer/test_3000.asp

Por su parte SEMARNAT, también cuenta con un enlace de alta velocidad dado que cuenta con el mismo ISP⁵⁹ que la CONAGUA.

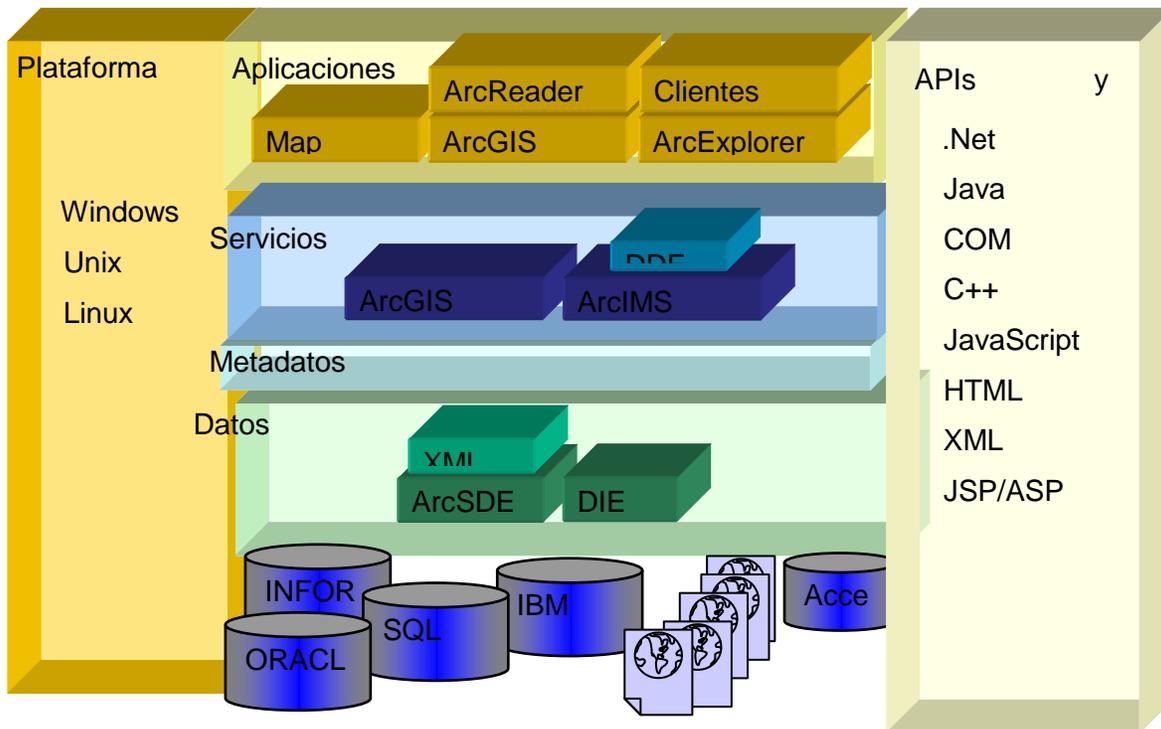


Figura 14. Diagrama de aplicaciones, servicios y datos sobre una plataforma de Geobases de Datos

En cuanto a la seguridad se refiere la CONAGUA cuenta con firewall por hardware y servidores Proxy. Para garantizar la seguridad de las aplicaciones los servidores de publicación web se encuentran dentro de una zona de acceso desmilitarizada (DMZ⁶⁰) garantizando así la seguridad de las aplicaciones.

Análisis de requerimientos.

La implementación de la solución interoperable hace uso de la facilidad que ofrece la geobase de datos, conforme lo señalado en el tema 1.2.4, de conexión a través de

⁵⁹ Proveedor de Servicios de Internet (Internet Solution Provider)

⁶⁰ Una **zona desmilitarizada** (DMZ, demilitarized zone) o “**red perimetral**” es una red local que se ubica entre la red interna de una organización y una red externa, generalmente Internet. El objetivo de una DMZ es que las conexiones desde la red interna y la externa a la DMZ estén permitidas, mientras que las conexiones desde la DMZ sólo se permitan a la red externa -- los equipos en la DMZ no pueden conectar con la red interna. Esto permite que los equipos de la DMZ puedan dar servicios a la red externa a la vez que protegen la red interna en el caso de que intrusos comprometan la seguridad de los equipos situados en la zona desmilitarizada.

Internet con servicios web hacia la Geobase de Datos Institucional del Agua. Los servicios Web apoyan la integración de información y servicios que se encuentran disponibles en la red distribuida. Esto brinda a todo el personal de la CONAGUA administrar datos geoespaciales desde diferentes áreas con herramientas participativas. Para ello es necesario establecer contacto con el personal adecuado de cada dependencia gubernamental a fin de instaurar los acuerdos necesarios para la vinculación de las bases de datos geoespaciales necesarias. Una vez establecido el contacto es necesario tratar temas semánticos y técnicos relacionados con los datos. Esta situación se debe, en parte, al hecho de que por un lado el SIG es un lenguaje para representar información geoespacial. Cada disciplina relacionada con la geografía y con otras subdisciplinas tiene su propio lenguaje y convenciones para definir rasgos (features) del “mundo real”; y por otro lado la propiedad de los datos es un elemento crucial en la publicación de la información en el ámbito global.

Para acortar las distancias que dividen artificialmente la realidad geoespacial se necesita un marco de modelado semántico y de la información, que pueda trasladarse entre las distintas comunidades de información geoespacial. Este marco también debe tratar problemas propios de los datos geoespaciales: la traducción de formatos de los datos a una estructura de datos uniforme pero transitoria; sistemas de coordenadas consistentes, proyecciones cartográficas y representaciones de datos dependientes de una plataforma, y recuperación de atributos asociados y metadatos. Se necesita la resolución de estos problemas “en tiempo real” para satisfacer el requisito de transparencia.

Una tecnología a base de los datos.

La Geobase de Datos es una aplicación tecnológica sustentada por datos. La nueva generación de TI para administración de bases de datos geoespaciales es todavía más “dato-céntrica”. A medida que incrementa la utilización de los SIG en la toma de decisiones, la calidad y la actualidad de los datos adquieren mayor importancia. Se hace necesario incluir mecanismos para verificar la calidad de los datos que han de incluirse en los diseños de las bases de datos.

Tabla 1. Parámetros de interoperabilidad.

Nivel de interoperabilidad	Prerrequisito para la interoperabilidad	Estado
Institucional	Deseo de interoperar	Variado y sin especificar
Modelos de información	Formalización de los descriptores de datos	Etapas primarias de desarrollo
Esquemas de datos	Adopción de estándares de bases de datos	Varía según sector
Intercambio de datos	Herramientas e interfaces (APIs) estándares de la industria	Disponibles y en expansión
Redes	Protocolos estándares de redes	Bien establecidos

El seguimiento de los datos y de las transformaciones asociadas a los mismos se hace más difícil en la medida que los datos se distribuyen más ampliamente y se mantienen descentralizadamente. Esto ha llevado a incrementar la importancia de tecnologías como los almacenes de datos, los servicios de metadatos y al aumento de la utilización de herramientas de modelado de la información.

El éxito de la interoperabilidad exige un ambiente de traducción completo, consistente en un lenguaje común de modelado espacio-temporal, una herramienta de modelado concomitante, una base de datos capaz de soportar las estructuras en el modelo y un mecanismo que provea una interfaz para el intercambio de la información. Estas herramientas están desarrolladas a través de ArcSDE, pero no es significativa si no se crea una "voluntad institucional" para la interoperabilidad, que parece estar ausente en muchos sectores. Para que la interoperabilidad del SIG llegue a ser una realidad, las distintas organizaciones y asociaciones del sector deben formalizar su información y crear marcos efectivos para el intercambio de datos entre las comunidades de información geográfica.

La iniciativa clave de éste trabajo de interoperabilidad geoespacial se puede denominar interoperabilidad geoespacial o "geoconexión". Esta tiene como objetivo interoperable de construir un sistema infraestructura de Datos Espaciales. La geoconexión está pensada de manera tal que ofrezca una alternativa de acceso a grandes bancos de información geoespacial para una amplia gama de usuarios. Así, se estaría creando una infraestructura común nacional que nos permite poner información geoespacial sobre el

Internet accesible a todas las dependencias gubernamentales de nuestro país.

A futuro esta infraestructura permitirá aplicaciones asociadas con el fomento de los recursos territoriales y con las respuestas apropiadas a desastres naturales tal como inundaciones o huracanes.

La creación de una tal infraestructura requiere asociaciones y cooperación al nivel de varias organizaciones entre gobiernos de niveles federal, estatal y municipal; horizontalmente, a través de gobierno y universidades; entre el impulso de las tecnologías provenientes de la industria geomática y las exigencias de los clientes y de los usuarios de la información geoespacial. Este proceso de colaboración requiere liderazgo compartido, un trabajo hacia la toma de decisiones, gestión de temas horizontales, y reconocimiento de las necesidades de diferentes comunidades de usuarios.

En particular, en el seno del Grupo Temático del Agua creemos que es posible expandir el círculo de colaboración de los interesados; esperando aprender más mediante tal colaboración.

La arquitectura del sistema de datos permita a usuarios de Instituciones gubernamentales, pertenecientes al Grupo Temático del Agua de agregar valor, de desarrollar nuevas aplicaciones y de crear bases de datos geoespaciales más detalladas. Para lograrlo hubo necesidad de ponerse de acuerdo sobre conjuntos de datos geoespaciales comunes para fines de aplicación y de análisis a fin de evitar la duplicación innecesaria de datos. Lo que, a su vez, nos lleva a la necesidad de sugerir estándares geoespaciales.

En el futuro será necesarios un consenso sobre los estándares que se usarán para simplificar el acceso, mejorar la calidad de los datos y su integración. Todo eso requirió de asociaciones estratégicas a través de la creación de acuerdos de colaboración entre los grupos interesados, para compartir nuevas actividades de desarrollo y para capitalizar sobre tecnologías emergentes. Finalmente, no hubiera sido posible lograrlo sin las simplificaciones de políticas gubernamentales y la armonización del acceso y del uso de datos geoespaciales a través de las diferentes Instituciones participantes en el Grupo Temático del Agua.

Análisis orientado a servicios.

Es posible observar beneficios tanto en términos de mas coordinación, mas uso de y mas creación de conjuntos de datos, como en el aumento de productos derivados.

La iniciativa esencial para la consolidación de la geoconexión consiste en la creación de

geobase de datos del agua. La geobase constituye un conjunto continuo y plenamente integrado de datos geospaciales a escala nacional que brinda información de contexto y de referencia. La geobase está fundada sobre la necesidad de coleccionar los datos una sola vez, lo más próximo a la fuente generadora, y de crear valor a partir de estos datos mediante el desarrollo de varias aplicaciones.

La Geobase de Datos Institucional del Agua constituye una iniciativa nacional supervisado por la Subgerencia de Información Geográfica del Agua (SIGA).

La iniciativa geobase constituye una innovación considerable puesto que ningún interesado por sí solo ni posee ni controla la base de datos en cuestión. Los interesados crean, proveen, mantienen y distribuyen datos geográficos provenientes de fuentes diferentes. La iniciativa de la Geobase de Datos Institucional del Agua permite la integración vertical de datos provenientes de fuentes federales, estatales y municipales. La geobase constituye entonces un instrumento primordial para el desarrollo sostenible de recursos, para la seguridad pública, para la protección del medio ambiente.

En lo particular la experiencia del Grupo Temático del Agua en este ámbito constituye un ejemplo de óptimas prácticas en materia de acceso a los bancos de información. Hemos aprendido a romper barreras institucionales y a consolidar las bases de datos de nuestros asociados para crear una variedad más enriquecida de información para los usuarios del sistema.

Lo que hemos descubierto es que cuando se trabaja en colaboración se logra más. De esta manera se favorece el acervo de datos geospaciales al que los usuarios tienen acceso lo que resulta en más gente haciendo uso creativo de los datos

Una vez que se dispone de los datos básicos de la arquitectura del sistema y de los datos complementarios provenientes de los diversos interesados, se precisa de una manera para acceder a lo que este así disponible. El MetadataExplorer (Búsqueda de Metadatos) es un programa de ArcIMS que desarrolla porciones de la Infraestructura de Datos Geospaciales (ICDG). Él hace disponible sobre Internet geoinformación gubernamental mediante el uso del portal de geobase.

Mediante el Portal de Descubrimiento de geobase los usuarios pueden accederse a más de 1,100 catálogos de datos. La información geoespacial es esencial para los gobiernos, que la usan para gestionar recursos y para crear políticas apropiadas. Al mismo tiempo el Portal de Descubrimiento de geobase funciona como una tienda de una sola parada para todos los Canadienses que se interesan en la información geoespacial.

Empresas activas en el sector de recursos y empresarios pueden utilizar esta información

para analizar datos hídricos así como proyectos. Los científicos pueden utilizarla como instrumento de investigación. Los educadores pueden utilizarla para transmitir directamente a sus salas de clase.

El nuevo portal de SIGA basado en el World Wide Web nos avanza en nuestra manera de producir mapas y de practicar la geografía.

Implementación del método de la Cruz Maltesa⁶¹.

La Cruz Maltesa tiene aplicaciones en el diagnóstico y diseño de las funciones, procesos y procedimientos a un nivel tan específico como los informes y flujos de información.

La metodología, consta de las siguientes etapas:

- Desarrollo del Modelo de tareas primarias confirmado y validado (MTPCV) de la SIGA.
- Derivación de las categorías de información necesarias para poder ejecutar cada una de las actividades del MTPCV.
- Definición de las funciones de gestión de las personas involucradas en la situación, de acuerdo con las actividades mostradas en el MTPCV.
- Conversión de los flujos de información de “actividad a actividad” a flujos de información de “rol a rol”.
- Definir los sistemas de información que permiten satisfacer las necesidades de las actividades que cada sistema soporta.

Para realizar la primera etapa es necesario realizar los 4 primeros pasos de la Metodología de Sistemas Blandos.

Viendo al SIGA como un ente integrado, conformado por partes que se interrelacionan entre sí, y que se desenvuelve dentro de CONAGUA, se está en posibilidad de detectar la con la amplitud requerida tanto la problemática como los procesos de cambio de manera integral. El SIGA otorga integridad a la CONAGUA al establecer los canales a través de los cuales fluye la información geográfica, la cual es necesaria para muchos de los procesos de operación de CONAGUA.

Descripción de las actividades del Sistema de Información Geográfica del Agua.

Modelo de tareas primarias⁶².

Jefatura de Cartografía Digital (JCD).

⁶¹ Implementación de la metodología de Wilson.

⁶² Descripción completa de las necesidades de información.

- I. Obtiene, revisa⁶³, administra y valida cartografía digital, a diversas escalas, obtenida de diferentes fuentes de información para ser integrada al acervo digital cartográfico y ser utilizada por otras subdirecciones, organismos de cuenca así como direcciones locales en sus procesos de trabajo, conforme con sus competencias, que lleven inmersa información geográfica.
 - II. La información geográfica debidamente revisada es integrada a los bancos de datos o a la Geobase de Datos Institucional del Agua para utilizarla, posteriormente, en los procesos de negocios⁶⁴ de la Institución.
 - III. Genera estándares de calidad para la provisión de la información geográfica.
 - IV. Genera cartografía impresa para diversas áreas de CONAGUA, otras Dependencias Gubernamentales y público en general.
 - V. Mantiene actualizado el acervo de información vectorial y raster.
 - VI. Atiende reuniones de coordinación con otras áreas de CONAGUA y con otras Dependencias Gubernamentales.
 - VII. Imparte cursos de capacitación relativos al manejo de ArcGIS.
 - VIII. Desarrolla trabajos conjuntos, con otras dependencias gubernamentales, respecto a la adecuación de la información cartográfica digital respecto a su topología, validación de datos en tablas de atributos, o bien genera nueva cartografía a partir de temas específicos.
 - IX. Efectúa tareas de análisis hidrológico espacial, tal como tránsito de avenidas.
- Jefatura de Geobase de Datos y Difusión Web (JGDDW).
- I. Actúa como agente de difusión masiva de los servicios de información geográfica ofrecidos por la SIGA a la propia CONAGUA y al público en general.
 - II. Mantiene operativa la Geobase de Datos Institucional del Agua y asigna permisos de acceso a la misma.
 - III. Implementa soluciones para la consulta de información geográfica de bases y geobases de datos transaccionales, en particular con SQL, con base en un marco de estándares para el intercambio de información.
 - IV. Diseña, implanta y administra aplicaciones tipo web-enable basadas en estándares HTML, Java, XML, KML, .NET, C# y ASP.
 - V. Atiende reuniones de coordinación con otras áreas de CONAGUA y con otras Dependencias Gubernamentales.
 - VI. Mantiene una plataforma de servicios de uso transversal en aspectos como autenticación, registro de transacciones realizadas, conciliación de transacciones, etc.
 - VII. Genera y apoya modelos hidráulicos.
 - VIII. Instala y administra licencias flotantes de diversos programas de plataforma SIG⁶⁵.
 - IX. Publica información cartográfica a través de Internet e Intranet mediante el servicio de Cartografía Digital Interactiva.⁶⁶

⁶³ Basada en estándares instaurados por INEGI.

⁶⁴ Atiende solicitudes personales, vía telefónica y correo electrónico de diseño de cartografía. Asesora personal en gestión de ArcGIS (ArcMap, ArcCatalog, ArcInfo y ERDAS)

⁶⁵ Entre los programas administrados e encuentran ArcGIS concurrent, ArcGIS 9.1, ArcGIS 9.2, ERDAS e InfoWorks.

⁶⁶ La plataforma de TI es ArcIMS y Google Earth.

- X. Administra servidores de archivos, de impresión y de transferencia de datos (FTP) entre áreas al interior de CONAGUA y otras dependencias en la Web.

Jefatura de Metadatos Geográficos del Agua (JMGA)

1. Obtiene, revisa⁶⁷ y valida información de metadatos asociados a la cartografía digital obtenida de diferentes fuentes de información para ser utilizada por otras subdirecciones, organismos de cuenca y direcciones locales en sus procesos de trabajo, conforme con sus competencias, en los que lleven inmersa información geográfica.
2. La información de los metadatos debidamente revisada es integrada a la Geobase de Datos del Agua para utilizarla en los procesos de negocios⁶⁸.
3. Genera estándares de calidad para la provisión de la información de metadatos.
4. Atiende reuniones de coordinación con otras áreas de CONAGUA y con otras Dependencias Gubernamentales asociadas a la administración y gestión de metadatos geográficos.

Jefatura de Georreferenciación de la Infraestructura Hidráulica (JGIH).

- I. Coordina e integra los datos⁶⁹ obtenidos a partir de levantamientos u obtención de geocoordenadas de la infraestructura hidráulica en los diversos organismos de cuenca.
- II. Imparte talleres-cursos de capacitación relativos al manejo de los dispositivos GPS con los que cuenta la CONAGUA denominados GPS/GIS.
- III. Administra la red geodésica de la CONAGUA.
- IV. Difunde las limitantes, bondades y el beneficio en el uso de los equipos GPS en la CONAGUA.
- V. Define los estándares de captura en cuanto a los atributos mínimos a capturar en los levantamientos de infraestructura hidráulica, en función al diccionario de datos del SIGA Central.
- VI. Administración de la página de intranet e Internet, de SIGA, en cuanto al tema de georreferenciación en la página Web de SIGA Central.

Desarrollo del Modelo de Tarea Primaria Confirmado y Validado (MTPCV).

No.	Siglas	Subsistema	Descripción (Tareas)
C.I. 1	OCD	Jefatura de Cartografía Digital	Obtener, revisar, administrar y validar la cartografía digital, a diversas escalas.
C.I. 2	IIG		Integrar la información geográfica a los bancos de datos o a la Geobase de Datos Institucional del Agua.

⁶⁷ Basada en estándares instaurados por INEGI.

⁶⁸ Atiende solicitudes personales, vía telefónica y correo electrónico de diseño de cartografía. Asesora personal en gestión de ArcGIS (ArcMap, ArcCatalog, ArcInfo y ERDAS)

⁶⁹ En este caso se hace referencia a las geocoordenadas asociadas al elemento geográfico.

C.I. 3	GEC		Generar estándares de calidad para la provisión de la información geográfica.
C.I. 4	MAA		Mantener actualizado el acervo de información vectorial y raster.
C.I. 5	ARC		Atiende reuniones de coordinación.
C.I. 6	ADM	Jefatura de Geobase de Datos y Difusión Web	Actúa como agente de difusión masiva de los servicios de información geográfica ofrecidos por la SIGA a la propia CONAGUA y al público en general a través de servicios Web.
C.I. 7	MOG		Mantiene operativa la Geobase de Datos Institucional del Agua y asigna permisos de acceso a la misma.
C.I. 8	CIG		Implementa soluciones para la consulta de información geográfica de bases y geobases de datos transaccionales, en particular con SQL, con base en un marco de estándares para el intercambio de información.
C.I. 9	MPT		Mantiene una plataforma de servicios de uso transversal en aspectos como autenticación, registro de transacciones realizadas, conciliación de transacciones, etc.
C.I. 10	RIM		Jefatura de Metadatos Geográficos del Agua

Derivación de las categorías de información.

Las actividades fundamentales desarrolladas por la SIGA se pueden resumir en:

- Adquisición de información geográfica (preferentemente en formato digital)
- Organización de la información.
- Acceso a servicios de procesamiento y consulta
- Distribución de la información
- Impartición de capacitación
- Generación de cartografía impresa
- Administración de las TI.
- Asesoría para la implementación de algún proyecto específico.
- Definición de reglas para carga de información geoespacial.
- Publicación de información geográfica a través de Web.
- Generación de levantamientos topográficos.
- Administración de la red geodésica.

A partir de las categorías indicadas anteriormente se puede relacionar las actividades indicadas en el MTPCV conforme a la siguiente tabla:

Actividades del MTPCV	Input	Output
Decisión	IIG GCI MAA ICC ARC ADM CIG RIM	IIG ICC MPT RIM
Proposición	IIG GEC GCI MAA CIG	OCD GEC MAA ICC ADM MPT

		RIM
Acatamiento	OCD IIG RIM	GEC GCI ARC
Buscar y dar	OCD GEC MAA ARC CIG RIM	OCD GCI MPT MAA ICC ADM
Ejecución participativa	OCD IIG GCI MAA ICC CIG	OCD IIG GEC GCI MAA ADM CIG
Planificar	IIG MAA ADM CIG	MAA ICC ARC MPT RIM
Coordinar	GEC ICC RIM	GCI ICC ARC CIG MOG MPT

Definición de las funciones de gestión.

Esta definición se lleva a cabo entre las personas involucradas en la situación-problema, de acuerdo con las actividades mostradas en el MTPCV estableciéndose así los responsables de cada actividad del modelo conceptual. El responsable de cada actividad se le considera así debido a que fue identificado como un tomador de decisiones.

Tabla 2. Responsables de las actividades

Actividades del MTPCV	Responsables de las actividades			
	Lic. Alejandro Díaz Ponce	Ing. Francisco Castillo Alanís	Lic. Ma. Elena del Carmen Santoyo Lagos	Fis. Mat. Carlos Raúl Montaña Espinosa
Decisión	X			X
Proposición	X	X	X	X
Acatamiento		X	X	
Buscar y dar	X		X	
Ejecución participativa	X		X	X
Planificar	X	X	X	X
Coordinar	X			X

Tabla 3. Cruz Maltesa

*							*			Coordinar →					*		*	*	*		
		*		*		*		*		Planificar →			*	*					*	*	
		*				*		*	*	Ejecución participativa →	*	*	*	*		*		*			
*		*			*	*	*		*	Buscar y dar →	*			*		*		*	*		
*								*	*	Acatamiento →			*		*						
		*				*	*	*		Proposición →	*		*	*		*			*	*	
*		*		*	*	*		*		Decisión →		*							*	*	
↑↑ RIM ↓	↑↑ MP T ↓	↑↑ CIG ↓	↑↑ MO G ↓	↑↑ AD M ↓	↑↑ AR C ↓	↑↑ MA A ↓	↑↑ GE C ↓	↑ II G ↓	↑ OC D ↓	Actividades del MTCPV N ←Entrada O E Salida ← S Procedimientos de procesamiento de información	↑ OCD ↓	↑ IIG ↓	↑↑ GE C ↓	↑↑ MA A ↓	↑↑ AR C ↓	↑↑ AD M ↓	↑↑ MO G ↓	↑↑ CIG ↓	↑↑ MP T ↓	↑↑ RIM ↓	
										PPI 1 →											
										PPI 2 →											
										PPI 3 →											

3.3. Modelo conceptual.

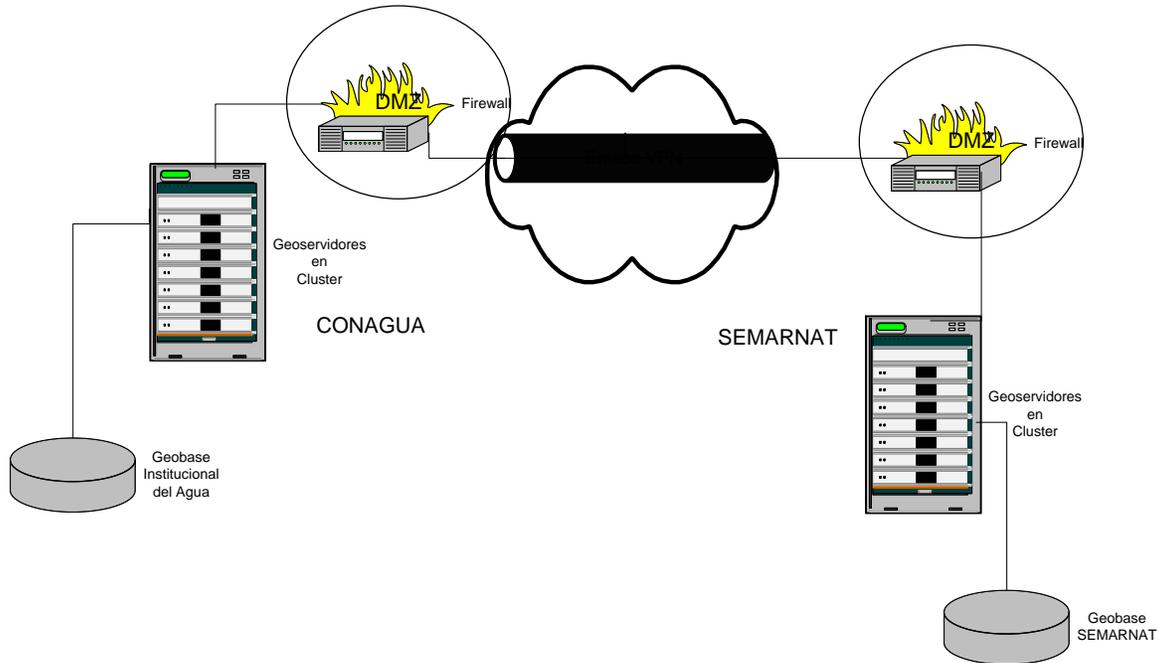


Figura 15. Diagrama del modelo conceptual de interoperabilidad

3.4. Diagrama de colaboración.

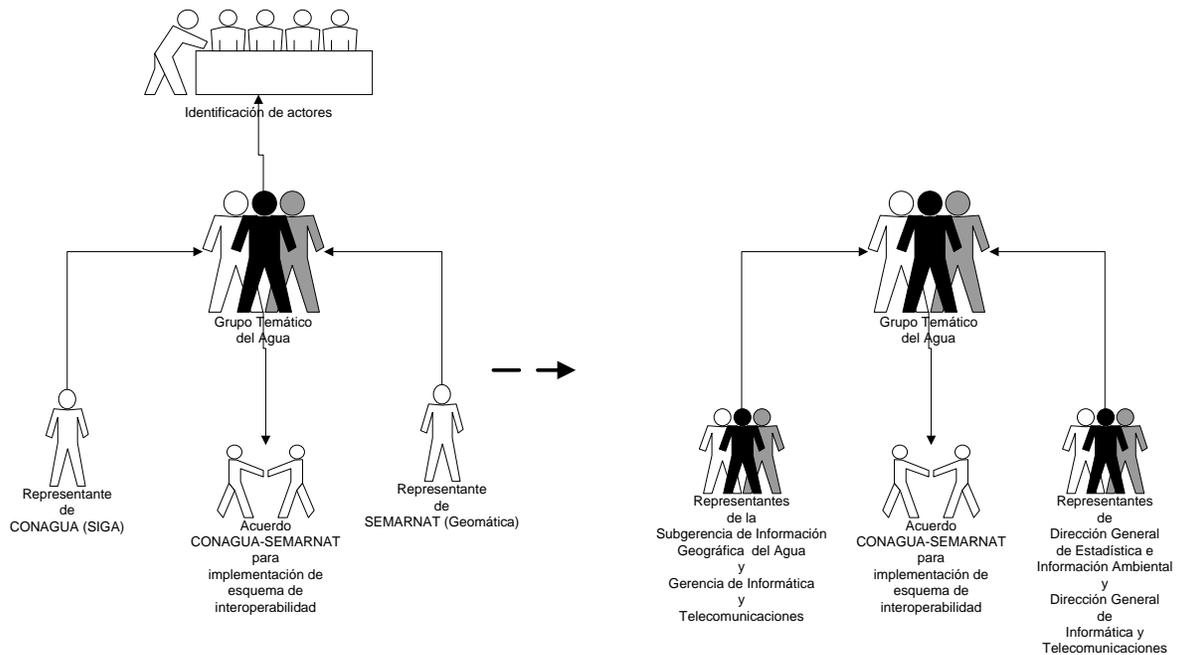


Figura 16. Diagrama de colaboración

3.5. Diagrama de enlaces.

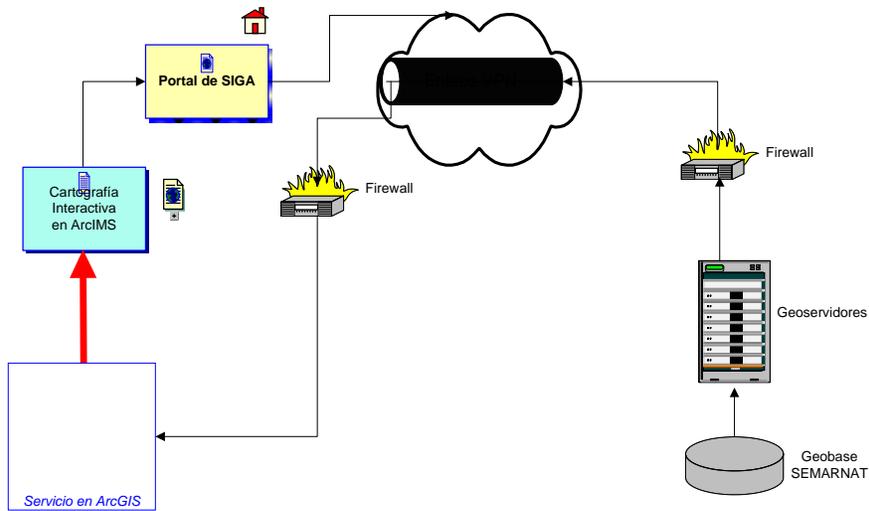


Figura 17. Diagrama de enlace y vínculo al servicio de Geobase de Datos

Implementación de la primera propuesta de solución.

La conexión a la Geobase de Datos del Agua se puede efectuar con cualquier programa que cuente con servicios de conexión a bases de datos espaciales; entre estas herramientas se encuentran ArcGIS (ArcMap y ArcCatalog), ArcExplorer y ArcExplorer Java for Education.

Una vez dentro de la opción de adición de datos⁶⁹, se localiza la opción de conexiones a bases de datos⁷⁰ y se adiciona una conexión a una base de datos espacial, según se muestra en la Figura 18.

⁶⁹ También conocida como "Add data"

⁷⁰ Database Connections

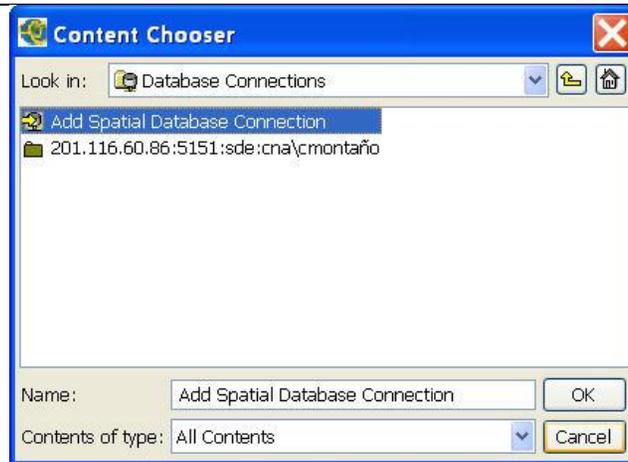


Figura 18. Ventana de adición de conexión a base de datos geoespacial

Después de seleccionarla se abrirá una ventana como la mostrada en la Figura 19. En esta se ingresa el nombre del servidor que contiene la base de datos⁷¹, la instancia del puerto de conexión⁷² y el nombre de la geobase de datos (c.f. apéndice D).



Figura 19. Pantalla de conexión a la Geobase de Datos de CONAGUA vía ArcExplorer Java for Education.

Una vez conectado, se presentará la ventana que muestra el contenido de la geobase de datos como se puede observar en la Figura 20.

⁷¹ También se puede colocar la dirección IP del servidor ya sea en Intranet, Internet o bien el puerto de acceso remoto a través de un firewall.

⁷² Esta instancia debe ser agregada dentro del archivo \Windows\system32\etc\drivers\services, la cual debe apuntar, por lo general, al Puerto 5151 de TCP

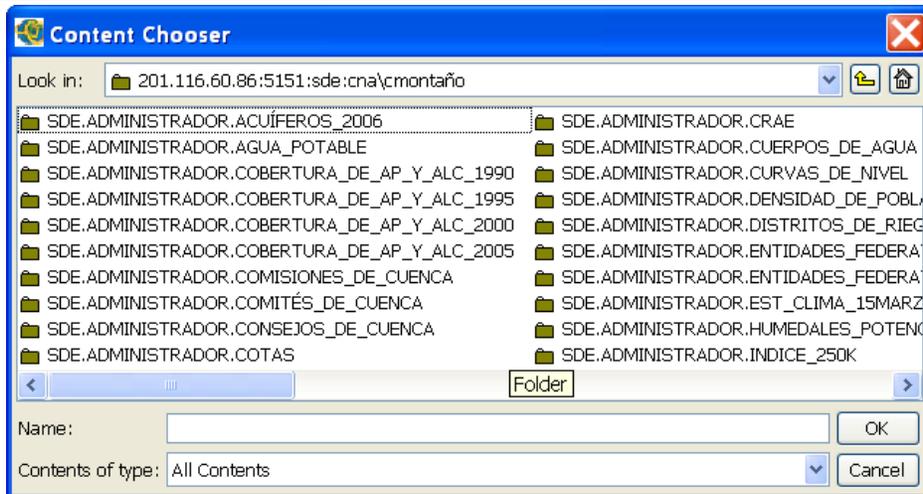


Figura 20. Contenido de la Geobase de Datos Institucional del Agua (GEOAGUA)

A partir de las capas de información presentadas se puede elegir cualquiera De cualquiera de ellas y generar un proyecto el cual puede incluir información generada por el propio usuario así como la incluida en la Geobase de Datos Institucional del Agua (c.f. Figura 21) o bien de otras geobases de datos, en nuestro caso se puede adicionar información proveniente de la geobase de datos de SEMARNAT.

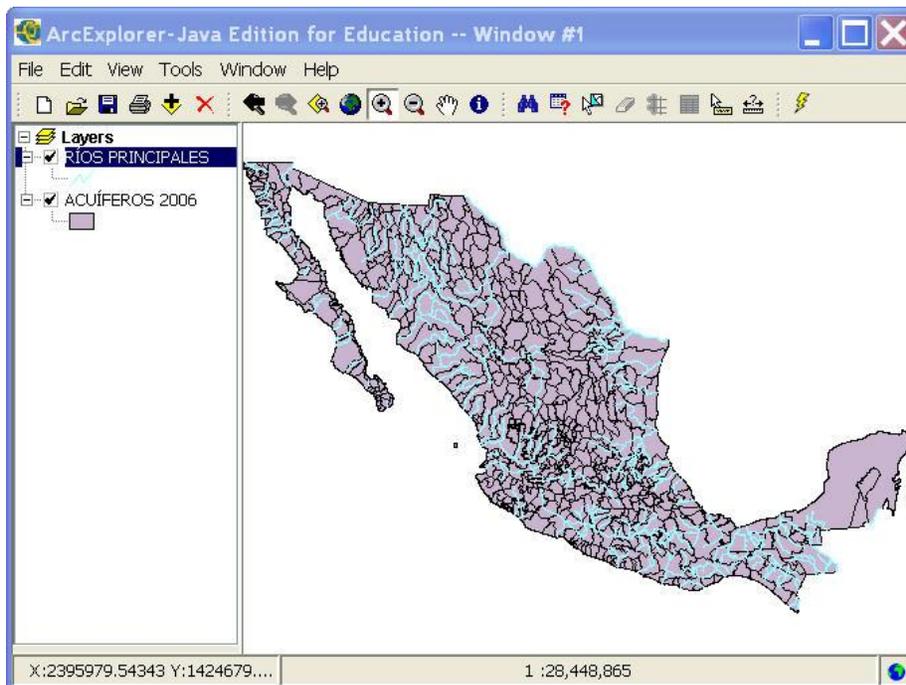


Figura 21. Proyecto de consulta de información geográfica a partir de las capas de información contenidas en la GEOAGUA

Interconexión entre geobases de datos SEMARNAT-CONAGUA.

El intercambio universal de los datos geospaciales constituye uno de los temas de mayor atención, actualmente, en el mundo de los SIG. Los usuarios disponen de varias resoluciones con multitud de temas y formatos, soportadas por una red de proveedores de datos geospaciales la cual puede estar interconectada con productos comerciales y servicios provenientes de miles de organismos diferentes. Esta visión, más que cualquier otra definición técnica, define el concepto de interoperabilidad SIG.

Debido a la ubicuidad de Internet, la interoperabilidad se da frecuentemente por hecha. Sin embargo, para aquellos que trabajan con datos geográficos resulta evidente que las barreras existentes para llevar a cabo el intercambio de los mismos con facilidad, son todavía formidables. No obstante que se cuenta con significativos avances de la tecnología, aun sigue siendo problemática la transferencia de datos.

Las técnicas orientadas a objetos y las extensiones asociadas a los sistemas de gestión de bases de datos relacionales (RDBMS) tratan otros problemas técnicos y, en cierta medida, problemas asociados con esquemas de datos⁷³ (ver). Sin embargo, estos esfuerzos únicamente proporcionan la estructura tecnológica para el intercambio de datos y no aseguran que los datos sean conocidos o estén disponibles ni que las organizaciones vayan a adoptar la tecnología que permita su uso.

Claramente, el primer pre-requisito para la interoperabilidad es que tanto los individuos como las organizaciones se conozcan entre ellos así como los datos que poseen. En segundo lugar, todas las partes implicadas deben estar dispuestas a hacer los datos disponibles para los usuarios de fuera de la organización origen. La voluntad de hacer los datos disponibles está afectada por varios factores, incluyendo los siguientes:

- Factores de comportamiento humano como “protección de la información”.
- Factores económicos como recuperación de costos y de costos añadidos, asociados con la posibilidad real de la interoperabilidad.
- Factores legales asociados con derechos de autor y más legislación relativa a la información.
- Temas de permanencia en el trabajo (miedos percibidos o reales).
- Papel de la organización con relación a sus colegas y clientes.

En el caso de que una organización esté abierta a la interoperabilidad, debe anunciar su existencia y su voluntad de intercambiar la información, para posibilitar que otros

⁷³ “Spelling out the Spatial Data Soup”, GeoWorld, marzo de 2000, pág. 38

individuos descubran la organización y decidan si están interesados en acceder a la información.

Una vez establecido contacto es necesario tratar temas semánticos y técnicos relacionados con los datos. Esta situación se debe en parte, al hecho de que el SIG no es realmente una disciplina científica por derecho propio, sino que es un lenguaje para representar información geoespacial. Cada disciplina relacionada con la geografía y con otras subdisciplinas tiene su propio lenguaje y convenciones para definir rasgos (features) del "mundo real".

Para acortar las distancias que dividen artificialmente la realidad geoespacial se necesita un marco de modelado semántico y de la información, que pueda trasladarse entre las distintas comunidades de información geoespacial. Este marco también debe tratar problemas propios de los datos geoespaciales: la traducción de formatos de los datos a una estructura de datos uniforme pero transitoria; sistemas de coordenadas consistentes, proyecciones cartográficas y representaciones de datos dependientes de una plataforma, y recuperación de atributos asociados y metadatos. Se necesita la resolución de estos problemas "en tiempo real" para satisfacer el requisito de transparencia.

El seguimiento de los datos y de las transformaciones asociadas a los mismos se hace más difícil en la medida que los datos se distribuyen más ampliamente y se mantienen descentralizadamente. Esto ha llevado a incrementar la importancia de tecnologías como los almacenes de datos, los servicios de metadatos y al aumento de la utilización de herramientas de modelado de la información.

El éxito de la interoperabilidad exige un ambiente de traducción completo, consistente en un lenguaje común de modelado espacio-temporal, una herramienta de modelado concomitante, una base de datos capaz de soportar las estructuras en el modelo y un mecanismo que provea una interfaz para el intercambio de la información. Estas herramientas se están desarrollando a través de iniciativas como OGC, pero ninguna de ellas será significativa si no se crea una "voluntad institucional" para la interoperabilidad, que parece estar tristemente ausente en muchos sectores. Para que la interoperabilidad del SIG llegue a ser una realidad, las distintas organizaciones y asociaciones del sector deben formalizar su información y crear marcos efectivos para el intercambio de datos entre las comunidades de información geográfica.

Medición de interoperabilidad y funcionalidad de la alternativa de solución.

El análisis de viabilidad de un sistema de información se centra en cuatro áreas de interés básico: técnica, económica, operativa y programática.

Indicadores

- Tipo y características de conexiones existentes.
- Grupos de trabajo entre dependencias existentes.
- Acceso a métodos de comunicación entre dependencias.
- Actores involucrados.
- Identificar y definir las características de los participantes clave.
- Entender las relaciones entre los elementos en estudio, individuos, incluyendo la evaluación de los conflictos potenciales y reales de intereses así como las expectativas de cada uno de ellos.
- Nivel de responsabilidad.

Funcionalidad.

Interoperabilidad: El valor de un sistema interoperable puede ser medido como función del número de transacciones conectadas por segundo. La función puede ser representada por:

$$\text{Interoperabilidad} \approx \sum_{i=1}^m \lambda^i \left(t! \frac{1}{(t-n)!n!} \right)$$

Donde:

t es el número total de transacciones a interoperar.

n es número de transacciones que necesitan ser combinadas para completar un proceso.

m es el número de subsistemas

λ es el factor de correlación

Para medir estos parámetros se utilizó el medidor de rendimiento del sistema de Windows, en el servidor de Geobases de Datos, a fin de medir las transacciones por segundo, las transacciones activas y las pendientes de duplicación durante un día laborable normal.

Los valores promedio reportados son de 6 transacciones/seg (c.f. Figura 22 y Figura 23)

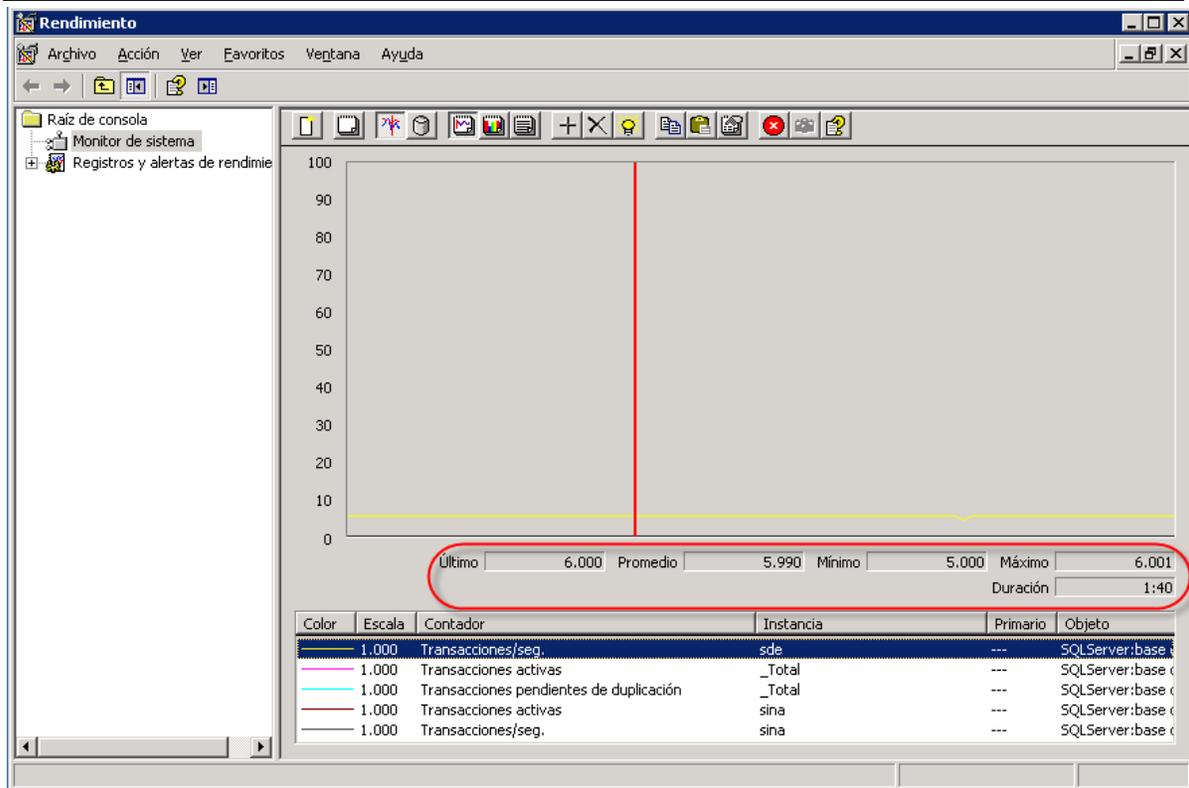


Figura 22. Proyecto de consulta de información geográfica a partir de las capas de información contenidas en la GEOAGUA

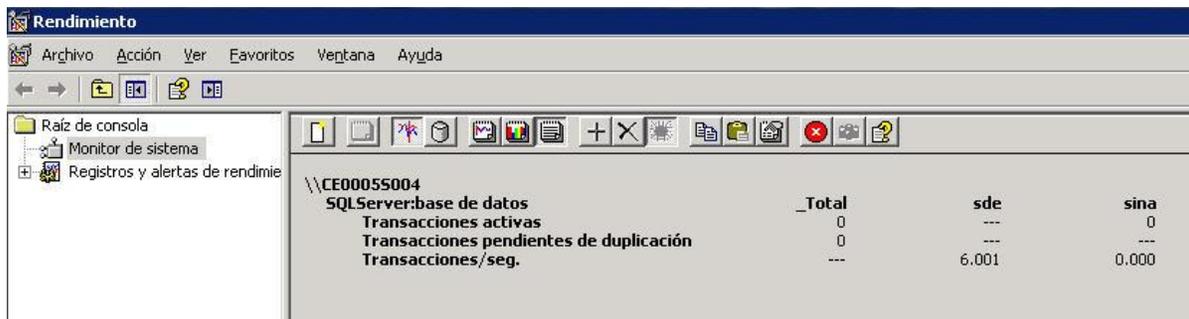


Figura 23. Reporte de transacciones por segundo reportadas para la GeoAgua
 Por lo tanto el valor del parámetro t es de 6. Es decir se tiene 1 transacción cada 0.16 seg.

El número de transacciones que necesitan ser combinadas para completar un proceso es de 2.

Usuario	Base de datos	Estado	Transacciones abiertas
CE00055004\Administrador	master	runnable	2
sde	constructor	sleeping	1
sde	sina	sleeping	1
sde	sde	sleeping	1

El subsistema es único por lo que m tiene un valor de 1.

El factor de correlación es 1. De lo anterior obtenemos un valor de interoperabilidad de 15. Índices

Unidad de análisis: Grupo temático del agua, al interior del Comité Técnico Estadístico y de Información Geográfica del Sector Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Escalas de medición: Correspondientes a los indicadores. Para poder medir la interoperabilidad del software existen varias formas, unas de ellas son las normas de la IEEE Estándar 1061, ISO Estándar 9126.

Tabla 4. Sistema de indicadores de interoperabilidad

SISTEMA DE INDICADORES	
IEEE 1061	ISO 9126
Integridad	Conveniencia
Exactitud	Exactitud
Seguridad	Seguridad
Interoperabilidad	Compatibilidad

Cualquier estándar de ontología⁷⁴ fundacional es posible que sea contestado por los agentes políticos o comerciales, cada uno con su propia idea de “lo que existe”.

Interoperabilidad e Integración del software.

El problema de integrar sistemas software a partir de componentes de distintos proveedores, y la interoperabilidad entre sistemas diferentes ha encontrado múltiples respuestas, tanto desde la industria del software como desde el mundo académico. Sin embargo, a pesar de los esfuerzos, no se ha encontrado la solución definitiva, existiendo múltiples propuestas satisfactorias enfocadas a diferentes ámbitos de aplicación. Con esta línea de investigación se desea resolver problemas de interoperabilidad e integración para administración electrónica, soportando aspectos de evolución.

Sistemas de Trabajo Colaborativo.

Las nuevas necesidades dadas por los cambios en la forma de trabajo han originado la aparición de una nueva disciplina: el trabajo cooperativo soportado por computadoras⁷⁵. La última etapa del paradigma de las empresas orientadas al conocimiento es el

⁷⁴ En el sentido filosófico de ontología.

⁷⁵ Computer Supported Cooperative Work, CSCW

establecimiento de transacciones de conocimiento entre los participantes. El objetivo que se pretende es fidelidad de los clientes y proveedores convirtiéndolos en colaboradores. Este hecho, junto con las ventajas de las NTIC, está dando la oportunidad que nunca tuvieron a los entornos colaborativos y las plataformas CSCW. Con esta línea de investigación se desea contribuir a facilitar el desarrollo de aplicaciones CSCW, proponiendo metodologías y técnicas para promocionar las ingentes cantidades de software libre a colaborativo y desarrollando una plataforma de desarrollo de aplicaciones.

Capítulo 4. LINEAMIENTOS Y ACCIONES A FUTURO.

Los métodos señalados en el capítulo 3, permitieron obtener resultados que garantizan la implementación de un modelo de vinculación de geobases de datos totalmente interoperable ente la CONAGUA y SEMARNAT. Para tal efecto fue necesario establecer un modelo de vinculación de bases de datos que solucione el problema y permita garantizar una solución viable. Este último capítulo se divide en tres partes. La primera hace referencia al cambio que se requiere para la implementación de la propuesta de interoperabilidad. La segunda presenta las políticas de interoperabilidad necesarias para la viabilidad del proyecto a futuro así como la implementación de los estándares a los que deberá sujetarse el proyecto para garantizar su óptimo funcionamiento; es decir, el compartir información entre organizaciones implica la optimización de los recursos, la reducción de los costos de producción y mantenimiento tanto de la información misma como de aplicaciones así como desarrollo de acuerdos y políticas para la homogeneización de la información geográfica (GSDI, INSPIRE, IDEE) además de la adopción de estándares y el retorno de la inversión efectuada. Finalmente, en la tercera sección sugiere una iniciativa relativa a la implementación de conformar un esquema denominado Geoinformación Gubernamental Sostenible. Adicionalmente se presentan otras dos iniciativas; la creación de: 1) una red denominada Sistema de Gobierno Electrónico Digital Interoperable de Recursos Hídricos (SGEDIRH) y 2) un esquema Nacional de Interoperabilidad Conjunto de criterios y recomendaciones en materia de seguridad, conservación y normalización de la información, de los formatos y de las aplicaciones que deberán ser tenidos en cuenta que garanticen la interoperabilidad.

El cambio que se requiere para la interoperabilidad.

La interoperabilidad representa un “medio de traspaso” de información entre los organismos gubernamentales. Para implementarla en el ámbito de gobierno es necesario un cambio cultural en los servicios públicos y sus funcionarios. Para el efecto es fundamental poner al ciudadano como centro de atención y objetivo esencial del trabajo realizado a la par de colaborar con otras Instituciones gubernamentales a través de la generación de nuevas capacidades y una de las más importantes es la interoperabilidad. Esto lleva aparejado el hecho irrefutable de tomar conciencia y hacerse consciente de que

las labores y desempeño de un área o departamento e inclusive el trabajo de toda una dependencia gubernamental necesariamente afectan a otras. Esta implicación hace imperativo el identificar, caracterizar y ser capaz de controlar los procesos críticos de negocios realizados en la vinculación de bases de información y sus componentes: conocer la interrelación que tienen sus procesos con los de las demás dependencias de gobierno lo cual, a su vez, está asociado a los servicios que presta a la ciudadanía.

Operar con estándares de calidad definidos y controlables así como la incorporación de tecnologías efectivas en sus procesos de obtención y procesamiento de datos para la obtención de información confiable, oportuna, actualizada, accesible y altamente disponible conllevaría a mejorar la calidad de los servicios a las personas y facilitaría el acceso a información que los otros Organismos Públicos requieren. Lo anterior permitiría coadyuvar a la simplificación de los procedimientos administrativos asociados a los trámites de modo que no sería necesario solicitar a las personas la información que ya se posee en el Estado.

Transparentar ante el ciudadano, la información que el Estado posee considerando el cumplimiento de los requisitos legales en materia de privacidad. Este objetivo es satisfecho mediante la implementación de sistemas interoperables los cuales faciliten que la información entregada al ciudadano cumpla con los requisitos legales de confiabilidad de los datos y, en el futuro, se ajuste a una nueva normatividad para el acceso⁷⁶ de datos entre Organismos Públicos de Gobierno. Por ello es preponderante establece los términos mínimos legales y normativos necesarios para permitir y regular el intercambio de información entre los Organismos del Estado esto facilitará soportar, por la red interoperable antes propuesta, los diferentes grados de madurez tecnológica de los Organismos del Estado mediante la comunicación entre los distintos tipos de tecnología presentes en los estos. Cabe aclarar que para lograrlo es fundamental garantizar altos niveles de seguridad tanto en el acceso a la información como en las transacciones lo cual se alcanzará si se permite la interoperabilidad con base en condiciones y estándares predefinidos.

El conformar una red interoperable entre todas las dependencias del sector Medio Ambiente, y mejor aún considerar todo el Gobierno Federal en su conjunto, traería grandes beneficios globales entre los que destacan:

⁷⁶ En este punto se hace referencia al acceso a los bancos de información con los que cada dependencia gubernamental cuenta en lugar de referirse al “intercambio” de información como tal, debido a que la capacidad tanto de procesamiento como de almacenamiento de información es finito y, por ende, es necesario la implementación de una estrategia que facilite la consulta al todo el acervo de datos con los que cuanta a fin de evitar duplicidad y pérdida de vigencia en la información almacenada.

-
- Disminución de tiempos de acceso a los datos tanto en los organismos gubernamentales como en los trámites de consulta de los ciudadanos.
 - Simplificación del proceso de trámites.
 - Proporciona una base escalable de interoperabilidad para los servicios públicos.
 - Mayor eficacia y eficiencia de los organismos del Estado.
 - Posibilidad de contar con información oportuna y de calidad para la toma de decisiones por parte de las organizaciones públicas.
 - Facilita la auditoría de las transacciones efectuadas y su propósito, protegiendo el derecho a la privacidad de las personas.
 - Permite un uso más eficiente y racional de las plataformas tecnológicas, ya existentes, de los Servicios Públicos.
 - Posibilidad de articular y dar respuesta a solicitudes complejas de los ciudadanos o los servicios públicos a través de una plataforma inteoperada.
 - Evita posibles discrecionalidades en la provisión de información
 - Estándares de interoperabilidad publicados, disponibles y regulados.
 - Monitoreo continuo de los niveles de servicio y reglas de negocio establecidas.
 - Apoyo al diseño o de nuevos servicios de información y articulación de solicitudes de información.
 - Permite la trazabilidad de los requerimientos de información y de las solicitudes de nuevos servicios.
 - Relevamiento, en su caso, y nivelación de madurez digital en Instituciones Gubernamentales.

4.2. Políticas de interoperabilidad semántica, estándares, retorno de inversión y geoinnovación. Iniciativas a futuro.

La determinación de la implementación de una red⁷⁷ de interoperación y la construcción de nodos e interoperaciones entre todas las instituciones del sector medio ambiente y del Gobierno Mexicano en su conjunto con base en una descripción formal de sus componentes, tanto geoespaciales como de tipo documental y su interrelación, además de requerir de políticas generales a nivel nacional es necesario contar con un modelo de madurez para el Gobierno Electrónico y un modelo normativo-descriptivo que permita

⁷⁷ También conocida como framework de interoperabilidad o interoperable.

medir esta madurez para implementar buenas prácticas de e-gobierno y determinar "cuánto le falta" a una institución para incluirse en esta red interoperable. El aspirar a implementar este esquema en el ámbito nacional requerirá de personal bien capacitado en el manejo y administración de bases de datos tanto espaciales como relacionales distribuidas así como en el desarrollo de esquemas y metadatos lo cual permitirá consensuar y publicar la estructura de los documentos compartidos de gobierno.

Dado lo anterior se sugiere la creación de una red⁷⁸ denominada Sistema de Gobierno Electrónico Digital Interoperable de Recursos Hídricos (SGEDIRH) el cual permita implementarla y dar un seguimiento a los proyectos desarrollados por las Instituciones de gobierno que conformes esta red.

Estándares de Interoperabilidad

Las transacciones por medio electrónico entre dependencias de gobierno con ciudadanos u otras dependencias gubernamentales se facilitan, a través de la interoperabilidad, el intercambio de información. No obstante, ello depende de poder compartir la información de forma universal, independientemente de la tecnología que soporte su almacenamiento, procesamiento o distribución. Así la interoperabilidad ha acompañado a la evolución del hombre y al desarrollo de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) desde sus propios inicios. Pensemos por un momento en la creación de la escritura y el propio alfabeto, pasando por los sistemas de numeración o de medición del tiempo, hasta la invención de la imprenta para difundir esos conocimientos o los protocolos que actualmente hacen posible la comunicación en Internet. El objetivo ha sido y será siempre el mismo: comunicar, dialogar y entenderse.

En su acepción más simple, según se mencionó en el capítulo 1, la interoperabilidad trata de asegurar que los sistemas trabajen juntos. La interoperabilidad en el software se puede lograr de muchas maneras alternativas o complementarias, pudiendo basarse en estándares, especificaciones, interfaces abiertos, documentación técnica, etc. Esto contrasta con el mundo del hardware, en el que sólo se alcanza basándose en estándares.



⁷⁸ *Ibíd.*

Los estándares consisten en definiciones, formatos o procesos que han sido aprobados por unas determinadas organizaciones de estandarización o aceptados “de facto” como tales por la industria. Los estándares, como activadores de la capacidad de comunicación, pueden ser de dos tipos: los estándares abiertos y los estándares propietarios, ambos con capacidad de ser ampliamente aceptados.

Los **estándares abiertos**⁷⁹ son especificaciones técnicas disponibles públicamente, sin restricciones de acceso o implementación por parte de ningún fabricante y desarrolladas mediante un proceso de consenso. Hay muchas definiciones, que los abordan desde diferentes perspectivas, pero en todas ellas hay ciertos aspectos comunes: alrededor del desarrollo, de la aprobación y del mantenimiento del estándar debe haber un proceso abierto y basado en el consenso, el proceso debe ser transparente, está sujeto a los términos de propiedad intelectual RAND/FRAND (*reasonable and nondiscriminatory*) que no obligan pero permiten, según el criterio del poseedor de la propiedad intelectual a licenciarlo sin compensación económica alguna y la documentación debe ser de carácter público y accesible bajo términos razonables (gratuitamente o mediante una cuota determinada)⁸⁰.



Figura 24. Logos de estándares abiertos en Geomática y SIG

Por otro lado, los **estándares propietarios** son especificaciones técnicas desarrolladas y mantenidas por una sola entidad, sea un grupo privado o un consorcio, disponibles comercialmente bajo acuerdos de licencias sujetos a propiedad intelectual, que regulan el alcance de uso de los mismos⁸¹.



Figura 25. Logos de estándares propietarios en Geomática y SIG

⁷⁹ <http://www.opengeospatial.org/>, <http://www.gsdi.org/>, http://www.idee.es/show.do?to=pideep_pidee.ES, <http://mapserver.inegi.gob.mx/geografia/espanol/cartcat/convencion/menu/5116.pdf>

⁸⁰ Algunos ejemplos de éstos son HTTP, HTML, TCP/IP, 802.11, XML, SOAP, el lenguaje SQL, etc.

⁸¹ Como ejemplo de éstos podemos citar Java, el formato PDF de Adobe, las APIs Win32 o el formato Microsoft Office XML.

La ventaja de los estándares abiertos es que permiten interoperar en un mercado de libre competencia entre múltiples implementaciones de hardware y software, si bien la interoperabilidad no solo se apoya en estándares abiertos: los estándares propietarios son la consecuencia de aportaciones importantes en I+D financiadas por compañías que perciben ventajas en sus inversiones, de tal forma que sus definiciones, formatos o procesos llegan en no pocas ocasiones a ser aceptados también mayoritariamente por la industria.

No debemos pasar por alto que en este ambiente de convivencia, siempre se debe evitar una sobreestandarización, para no frenar el desarrollo y asegurar la libertad de elección sobre la manera de intercambiar la información. Para no impedir nunca el progreso

En la Administración Pública, la puesta en práctica de programas de interoperabilidad basada en estándares abiertos puede suponer aplicaciones y beneficios en el despliegue de e-servicios de gobierno-a-gobierno, empresa-a-gobierno y ciudadano-a-gobierno.

Los programas de interoperabilidad basados en estándares son capaces de aprovechar con éxito las inversiones existentes en la Administración Pública y facilitan el medio para que los sistemas existentes puedan participar en un más amplio entorno de sistemas de información. Mediante el aprovechamiento de las mejores prácticas de interoperabilidad, los sistemas de las Administraciones Públicas son capaces de mejorar:

Los servicios centrados en los ciudadanos. Asegurando el despliegue de servicios públicos para facilitarles transparencia, a través de información relevante, y a ser posible en cualquier momento y lugar.

La eficacia operacional. Facilitando la alineación de procesos empresariales y tecnológicos en la Administración Pública para trabajar con más eficacia, percibiéndose como una organización colectiva más que como un conjunto de almacenes de información separados.

El retorno de la inversión.

La interoperabilidad entre nuevos entornos y sistemas existentes permite cualquier migración gradual, eficiente y evolutiva a nuevas plataformas, aprovechando las inversiones existentes y asegurando la libertad de elección ante las futuras. Así pues, mediante soluciones de interoperabilidad basadas en estándares los sistemas y aplicaciones podrían formar parte de una red transparente de servicios para la propia administración, la sociedad y el ciudadano, que ayuden a resolver problemas del mundo

real, de manera eficiente y rentable.

Las Administraciones Públicas buscan la manera de hacer más eficientes sus procesos y operaciones internas, y más enfocadas al ciudadano. En este sentido, las TI juegan un papel clave para permitirles organizarse y gestionarse de una manera más eficiente y rentable. Las decisiones de negocio verdaderamente informadas y la creación de políticas sólo son posibles cuanto mejor y con más eficacia se hacen disponibles los datos a través de todo el abanico de sistemas de la Administración Pública que contienen la información pertinente.

La interoperabilidad puede ayudar a resolver estos problemas y alcanzar estos objetivos, proporcionando la capacidad de intercambiar la información entre sistemas con más eficacia y haciendo un mejor uso de la misma. Creando esencialmente un mundo en el que el resultado es mayor que la suma de las partes.

Concretamente, los programas de interoperabilidad que alcanzan el éxito pueden dar soporte a importantes soluciones sociales y políticas, tales como la accesibilidad, la identificación de usuario, la privacidad y la seguridad; promueven la capacidad de elección, la competencia y la innovación; reducen gastos de adquisición y mantenimiento; fomentan el acceso abierto a la información y tienen en cuenta la compatibilidad hacia atrás; incrementan la eficacia, la flexibilidad y el valor de las inversiones existentes en sistemas; y aumentan la transparencia hacia los usuarios, proporcionándoles información de valor añadido, a ser posible en tiempo real y obtenida al reunir datos procedentes de diversos bancos de información.

La implementación de sistemas interoperables debe reconocer tanto la heterogeneidad de actores y relaciones, estructuras de datos, modelos de procesos, soluciones tecnológicas como las arquitecturas e implementaciones en cada dependencia gubernamental. Así este proceso de instauración debe ser progresivo basado no solamente en esquemas de interoperabilidad técnica sino en aspectos de interoperabilidad semántica y *disociación estándar–aplicación*.

Este proyecto implica algo más que el ahorro de coste y tiempo, implica el derecho de los participantes a los servicios de administración electrónica de la información los cuales se garantizan en la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental (LFAIPG)⁸² lo cual implica no condicionar el acceso a la información, libertad de elección de la fuente de datos, vigencia en el tiempo así como la libertad de

⁸² [http://www.ordenjuridico.gob.mx/Federal/PE/PR/Leyes/11062002\(1\).pdf](http://www.ordenjuridico.gob.mx/Federal/PE/PR/Leyes/11062002(1).pdf)

implementación.

Este escenario de dinámicas de participación y transparencia requiere tanto la elevación de las especificaciones a organismos de normalización (INEGI) como la publicación de las especificaciones para su conversión en norma, dando como resultado el conocimiento y escrutinio público de las especificaciones, análisis y comparación de las especificaciones y un debate abierto y público.

Así, se sugiere un esquema Nacional de Interoperabilidad Conjunto de criterios y recomendaciones en materia de seguridad, conservación y normalización de la información, de los formatos y de las aplicaciones que deberán ser tenidos en cuenta que garanticen la interoperabilidad.

Dado lo anterior es importante considerar la utilización de estándares abiertos así como, en su caso y de forma complementaria, estándares que sean de uso generalizado. Con ello se puede elaborar con la participación de todas las Administraciones una propuesta de uso de estándares interoperables en la Administración Pública Sectorial del Medio Ambiente la cual se mantenga actualizada y de manera permanente. A través de la generación de un grupo que dimensione la interoperabilidad, la cadena de interoperabilidad en sí misma así como los estándares aplicables: su clasificación, selección, ciclo de vida, fuerza normativa, conformidad se podrá garantizar los elementos esenciales para la implementación de una red interoperable, en particular, las infraestructuras de interoperabilidad en sí mismas.

“Geoinnovaciones”

Una tercera iniciativa se denomina Geoinnovaciones. Se sugiere que este programa se concentre sobre la capacidad del Gobierno Federal especializado en geomática para desarrollar tecnologías geomáticas avanzadas y aplicaciones en conjunto con el sector privado, a fin de acelerar la conexión de bases de datos del sector público con la infraestructura.

Una gran parte de la industria geomática Mexicana consiste de pequeñas y medianas empresas. Son empresas muy competitivas e innovadoras. Pero la mayor parte de empresas de nuevas tecnologías requiere más recursos para transformar los conceptos de investigación en productos y servicios aptos para el mercado el consumo del Gobierno Federal y en ocasiones no cumple con las necesidades de procesamiento y/ consulta.

Geoinnovaciones ayudaría a proporcionar financiamiento para tales proyectos. Por cada

peso investido por Geoinnovaciones las empresas y otros socios invertirían dos. Este financiamiento conjunto tendría un impacto considerable sobre el número, el tamaño y la sincronización de proyectos, y contribuiría a mejorar el nivel que tienen México en cuanto a la infraestructura de datos espaciales y de sistemas de información territorial con las que cuenta.

Los interesados ayudarían a crear el jalón de la demanda que complementa el impulso de la oferta de las nuevas ideas y tecnologías provenientes del Sector Gubernamental.

Los instrumentos, las aplicaciones y los servicios que se generasen como resultado aumentarían y mejorarían los conjuntos de datos disponibles vía el Internet.

Adicionalmente se ha observado que la cantidad de usuarios de SIG en el sector gubernamental ha crecido rápidamente en los últimos años entonces este sector precisa contar con una fuente estable de trabajadores altamente capacitados. Para el efecto será necesario contar con estos profesionales de geomática altamente capacitados lo cual se podría lograr mediante la creación de un centro de intercambio de información y conocimientos basado en el Internet con el fin de armonizar capacidades disponibles con las oportunidades de capacitación mediante cursillos y oportunidades de desarrollo profesional. El programa podría financiar a personal de varias Instituciones mediante la impartición de sus conocimientos a otros empleados que carezcan de estos conocimientos a fin de estandarizar y difundir en poco tiempo este conocimiento en geomática.

Iniciativa de Geoinformación Gubernamental Sostenible

Como otra iniciativa adicional se propone la creación de un programa que haga una gran diferencia positiva en las vidas de los mexicanos vinculada a las dependencias gubernamentales. Esta iniciativa que podría denominarse Geoinformación Gubernamental Sostenible haría disponibles tecnologías modernas de cartografía a los jefes de gobierno de comunidades rurales, costeras e indígenas, a través de redes interoperables para que estas comunidades puedan efectuar decisiones informadas afectando su desarrollo sostenible. Ello les permitiría a los líderes tomar decisiones y análisis de su entorno mediante:

- La comprensión de sus propias necesidades y posibilidades de desarrollo;
- La estimulación de la innovación local;
- La toma de decisiones relacionadas con la planificación comunitaria y el

ordenamiento territorial.

Mediante la entrega de datos, de un sistema de información geográfica y de actividades de capacitación la iniciativa de Geoinformación Gubernamental Sostenible proporcionaría a los líderes comunitarios los instrumentos para entender su situación local y para planificar acciones apropiadas.

De lo arriba presentado queda claro que existe una demanda latente considerable por las capacidades adquiridas en materia de geomática. Una vez que los gobiernos estatales y/o municipales se dan cuenta de que tipo de información está disponible querrán participar inmediatamente; eso, en sí mismo, genera beneficios indirectos más allá del mandato de la iniciativa. Esta iniciativa constituye un proyecto conjunto involucrando los gobiernos federal y estatal con el sector privado para fomentar la transferencia de tecnología del sector privado hacia el gobierno.

Conclusiones particulares.

Durante los últimos años el Gobierno en cuanto al sector Medio Ambiente, y en particular en el Sector Hídrico, se refiere ha adquirido considerable experiencia en la modernización de su infraestructura de datos espaciales. El Gobierno de México ha encontrado una manera para construir un IDS, que incluye los siguientes elementos:

- Un enfoque claro sobre el modelo inicial interoperable el cual incluye estudios de caso;
- Un abordaje evolutivo que permite y facilita la substitución tecnológica apropiada a medida que sea necesario;
- El uso de sistemas, de conceptos y de tecnologías abiertos;
- Una infraestructura distribuida para garantizar la interoperabilidad; y
- Lo más importante, fuerte colaboración gobierno-gobierno e Instituciones de Investigación y educativas.

El resultado ha sido una Infraestructura Mexicana de Datos Geoespaciales que trae enormes beneficios a nuestro país.

Las Instituciones gubernamentales han respondido al desafío de trabajar en equipo para construir una nueva infraestructura de datos espaciales y sistema de información. Así el gobierno mexicano, en particular en el ámbito del sector medio ambiente dispone de considerables capacidades y de instrumentos especializados en materia de geomática.

La integración de los conocimientos del área de información puede jugar un rol muy

importante en la potenciación del uso de estas facilidades. Es fundamental la integración de la experiencia de especialistas en Sistemas de Información Geográfica e Informática para hacer un uso creativo de las facilidades de las redes interoperables a través de una estrategia de trabajo con este enfoque y no limitarse a establecer solamente la implementación de red de computadoras. Es sumamente importante adecuar los servicios que se han desarrollado en Internet, y otras redes, a las necesidades de los usuarios y al tipo de servicios que brindan las dependencias gubernamentales abre amplias perspectivas en el uso de las redes interoperables para apoyar sus funciones.

Internet asociado a las tecnologías de interoperabilidad constituye un modelo valioso a considerar en la planificación de consulta de información entre dependencias gubernamentales debe combinarse con la utilización de modelos tales como manejo de bases de datos geoespaciales.

Los servicios que se instalen deben buscar permanentemente la normalización y ajustarse a servicios similares internacionales. Las aplicaciones locales que se desarrollen deben enmarcarse en esta línea.

CONCLUSIONES GENERALES

Como lo expresa el informe de la World Water Vision citado por el Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (IDRC) [ref. 6], la crisis del agua es, “una crisis en el manejo de la información sobre el agua”. Dicha reflexión simplifica la interacción más crítica del problema del manejo de la información tanto del recurso hídrico como su vinculación con todo el medio ambiente, presentando un verdadero desafío para las actuales y futuras investigaciones, perfilando estudios posteriores hacia el manejo de la información asociada al recurso hídrico, basado s en análisis de información confiable, única, reciente y disponible para la toma de decisiones. Esto nace que los Sistemas de Información se conviertan en verdaderas herramientas funcionales para la planificación del desarrollo.

Las propuestas de alternativas de solución al problema, antes referido, debieran concentrarse en la implementación de redes interoperables de recursos hídricos, y posteriormente avanzar hacia una integración de vínculos interoperables en el Sector Medio Ambiente. De esta forma se lograría alcanzar mediante el enfoque propuesto en este trabajo, el objetivo principal de incorporar un estudio interdisciplinario al problema ambiental en cuestión, buscando superar las limitaciones de los estudios de carácter sectorial y parcial que ignoran las características sistémicas de los procesos involucrados en la problemática ambiental. Se verifica también la flexibilidad, retroalimentación y posibilidad de reacción y adaptación de cualquier metodología implementada, permitiendo el planteo de acciones que combinen consulta de información geoespacial local y distribuida, en función de la naturaleza misma de considerar al ambiente y la problemática ambiental como un sistema complejo.

La gran facilidad que ofrece el acceso a Internet ha cambiado la forma en que los gobiernos proveen los servicios al público en general y a otras Instituciones. Los ciudadanos que tienen un mayor conocimiento relativo a los recursos y capacidades de las TI están ejerciendo mayor presión para acelerar la oferta gubernamental de estos servicios. Estos servicios no solo permiten una mayor calidad de oferta de servicios al público sino eficiencia y eficacia en la transmisión de información entre dependencias del gobierno visto como un todo y hacen, como consecuencia, más transparentes los procedimientos a los servicios públicos organizados.

Si se analiza la evolución de los sistemas de procesamiento de datos de cualquier gobierno, es claro que la primera prioridad es el desarrollo de soluciones que diseccionen

el flujo de datos al interior de gobierno. Las decisiones relativas a la administración de los recursos hídricos para el desarrollo de prioridades están basadas en un análisis del entorno geográfico y en el deseo de demostrar las visiblemente altas mejoras en los servicios públicos prestados por todas y cada una de las dependencias del gobierno. Las aparentes soluciones son efectuadas sobre una base *vertical*, es decir en forma independiente, cada una enfocando el problema hacia una dependencia gubernamental en particular la cual trata en lo posible solucionar el problema. Posteriormente se observa que cada Secretaría del Gobierno Federal tiene su propio sistema de información independiente. Este enfoque vertical puede en algunos casos ser adecuado para la solucionar algunos problemas que atañen a un sector específico, no obstante los muchos de los problemas medioambientales requieren de un enfoque interinstitucional el cual debe considerar de una visión completa del entorno así como las necesidades de los ciudadanos. Cabe señalar que los ciudadanos no tienen solamente necesidades *verticales*, más bien tienen necesidades *horizontales*, es decir en forma *interoperable*. Bajo el supuesto de que todos los sistemas verticales estuviesen desarrollados para trabajar eficientemente, con enfoque hacia la ciudadanía, aún así habría una necesidad de efectuar muchas interacciones transaccionales con sistemas independientes y no integrados. Como se observa esta dualidad en las necesidades de servicios interoperables requiere del trabajo en conjunto de varias Instituciones gubernamentales. Así de acuerdo con un nuevo paradigma de operación basado en un modelo interoperable y la gran cantidad de alternativas que ofrecen los servicios basados en Web se observa un claro patrón a seguir, del cual los pasos a seguir se pueden representar en la siguiente secuencia:

- TI basadas en tecnologías interoperables.
- Presencia en la Web.
- Interacción básica a nivel de geobases de datos interoperables.
- Procedimientos transaccionales.
- Integración y estandarización.
- Revolución.

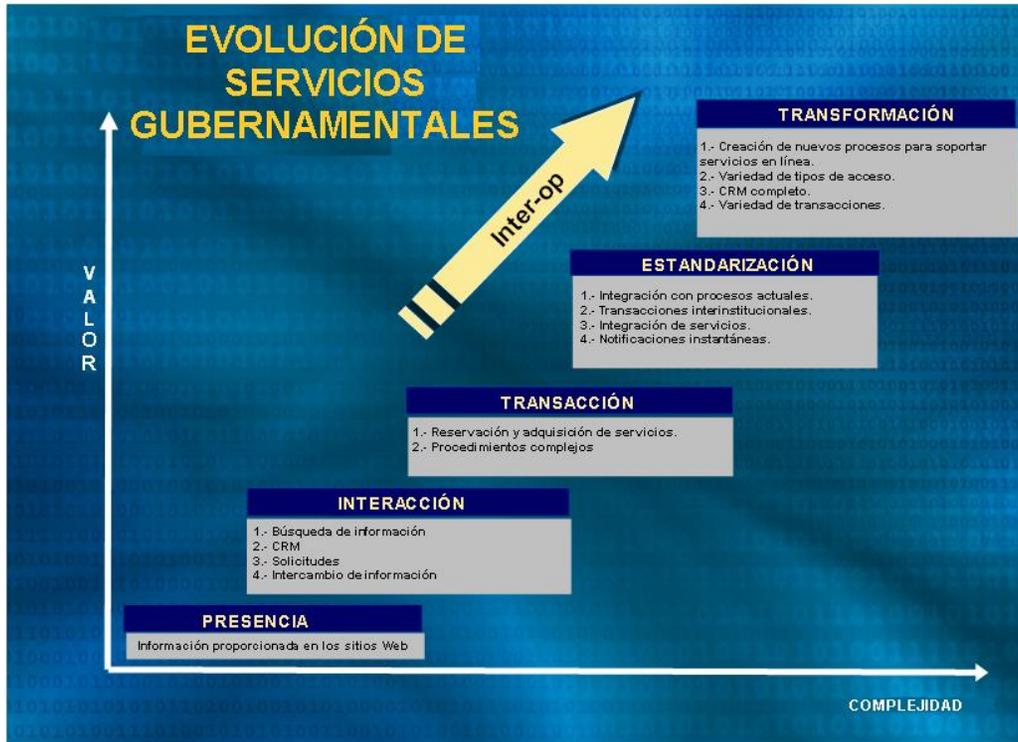


Figura 26. Evolución de servicios gubernamentales interoperables.

Actualmente las primera y segunda fases de presencia en la Web son las más simples. Estas se encuentran por lo general desarrolladas, por cada dependencia de gobierno, a través de sus portales o sitios Web los cuales contienen información básica para el público. El desarrollo de estas fases se efectúa independientemente por cada Secretaría de Estado, gobierno Estatal o municipal, sin la presencia de objetivos en común.

La siguiente fase, geobase de datos interoperables o interacción, es la evolución natural de los sitios Web de consulta de información del Sector Medio Ambiente. De esta forma cada dependencia gubernamental y el público en general no solamente puede buscar información, sino comunicarse con autoridades de diferentes ámbitos de gobierno, facilitando el intercambio de información. Todas las consultas podrían interactuar a fin de obtener información de varias dependencias en un solo canal de consulta debido a que todo se encuentra integrado en aplicaciones primarias electrónicamente interoperables.

La tercera fase, transacción, empezará a proveer interacciones y servicios más relevantes. Los usuarios pueden hacer sus consultas totalmente en línea y dejar a los sistemas encargarse de todo. Esta es la fase donde la primera necesidad planteada en la fase anterior relativa a interoperabilidad se hace visible, cabe aclarar que esta fase no es en donde se inicia el proceso de interoperabilidad. Muchas dependencias del Estado desarrollan sus propias soluciones independientes. Sin embargo, algunas de estas

necesitarán interoperar con los sistemas previamente existentes de ahí la necesidad de contar con “gateways” interoperables.

La fase de estandarización integra las aplicaciones entre diferentes Instituciones. La interoperabilidad se hace más importante; las transacciones efectuadas entre ciudadanos y gobierno se hacen más simples y hay un incremento sustancial en producción y calidad de datos, debido a que cada dependencia se hace responsable de su ámbito de competencia.

La última etapa, transformación total, permite una gran variedad de transacciones a ser integradas; se pueden ofrecer nuevos servicios y el valor en conjunto de la integración se incrementa. Este modelo de integración es similar a una red estructura en la cual el valor global de la integración puede ser medido por el número de posibles interconexiones en la red y el valor de los sistemas interoperables puede ser medido como función del número de transacciones conectadas.

Las iniciativas de e-gobierno trabajan principalmente en la disminución del tiempo de proceso de cada transacción, mientras que las soluciones interoperables trabajan fundamentalmente en la disminución de las transacciones mediante la combinación de muchas de éstas con el mismo “esfuerzo transaccional”. Luego entonces, el desarrollo de sistemas de e-gobierno y al mismo tiempo haciéndolos interoperable a través del uso de servicios Web producirá mayores ganancias a la misma o tal vez menor escala de costos.

REFERENCIAS

- [1] Raymond A. Applegate, et. al, "Noninvasive Measurement of Corneal Topography", IEEE Engineering in Medicine and Biology, Enero 1995, p. 30-41.
- [2] García, Rolando, "Interdisciplinariedad Sistemas Complejos", ensayo incluido en E. Leff (comp.) Ciencias Sociales y Formación Ambiental. Editorial Gedisa y PNUMA. Barcelona. 1994, p. 86-89.
- [3] INEGI, "Sistemas Nacionales Estadístico y de Información Geográfica", http://www2.inegi.gob.mx/sneig/contenidos/espanol/pronadeig/resumen_semarnat.aspx?c=2480
- [4] Madrid, Lorenzo, "Interoperability: A beginner's guide to understanding its past, present, and future and its impact on governments", Microsoft Co., Libro Blanco Octubre 2005, pp. 21.
- [5] http://es.wikipedia.org/wiki/Ancho_de_banda. Un ejemplo de banda estrecha es la realizada a través de una conexión telefónica, y un ejemplo de banda ancha es la que se realiza por medio de una conexión DSL, microondas, cable módem o T1. Cada tipo de conexión tiene su propio ancho de banda analógico y su tasa de transferencia máxima. El ancho de banda y la saturación redil son dos factores que influyen directamente sobre la calidad de los enlaces.
- [6] William J. Cosgrove, Frank R. Rijsberman, "*World Water Vision*" (Visión mundial del agua), Earthscan, 2000. Presenta una revisión excepcionalmente útil del problema mundial de la escasez de agua.
- [7] Salazar, Salazar, Julio Alberto, "Estructuras de producción audio Visual. La Organización jerárquica como sujeto productor y enunciador del discurso audiovisual", Tesis Digitales, Escuela de Comunicación Social, UNMSM

BIBLIOGRAFIA

1. Ackoff, Russell, "Planificación de la empresa del futuro", Editorial Limusa, D.F., México, 2006.
2. Alonso, José Manuel, "Los Retos del Gobierno Electrónico", e-government Lead (W3C/CTIC).
3. Amutio, Gómez, Miguel A., "Aplicaciones Web empresariales, Servicios Web y Estándares. Administración electrónica, estándares e interoperabilidad", Ministerio de Administraciones Públicas, presentación, W3C, España 2007.
4. Bourdon, R., et. al., "Hipótesis y variables en Metodología de las Ciencias Sociales", editorial Laisa, Barcelona, Tomo 1, 1973. pp. 47-62.
5. CEPAL Comisión Económica para América Latina, "Jornadas de Gobierno Electrónico. Intranet de Gobierno e Interoperabilidad Regional", Septiembre 2007, Santiago de Chile.
6. CONAGUA, "La gestión del agua en México", México, D.F. 2006.
7. C. P. Load, et. al., "Concepts and techniques of Geographic Information Systems", Prentice-Hall, 2002.
8. Digital Planet, "The Global Information Economy", WITSA, <http://www.witsa.org/news/99mar.htm>
9. Durand, Hélène. "Sistemas de Información Geográfica para un Desarrollo Sostenible", documento web <http://www.fao.org/sd/spdirect/gis/eigis000.htm>, 1999.
10. ESRI, "Spatial Data Standards and GIS Interoperability", White Paper, enero 2003.
11. ESRI, "Managing ArcSDE Application Servers. Introducing the ArcSDE application server", 2005.
12. Fillotrani, R, Pablo, "Calidad en el desarrollo de software", Departamento de Ciencias e Ingeniería de la Computación, Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca, Argentina, 2006.
13. Fishenden, Jerry, et. al., "Interoperabilidad en la Administración Pública. Conseguir la puesta en marcha de e-services", Microsoft Co., Libro Blanco, <http://www.microsoft.com/spain/interop/govt/govteservices.msp>, Versión 1.0 RTM. Abril 2005.
14. García, Rolando, et. al., "Interdisciplinariedad y Sistemas Complejos", ensayo incluido en E. Leff (comp.) Ciencias Sociales y Formación Ambiental. Ed. Gedisa y PNUMA. Barcelona. 1994. pp. 85-123.
15. García Félix, "2C – El Proceso de Medición Software", Departamento de Tecnologías y Sistemas de Información, Escuela Superior de Informática Universidad de Castilla-La Mancha, Ciudad Real, 2006.
16. Guzmán, Tascón, Andrés, "Interoperabilidad de los Documentos Electrónicos (DE),

-
- Estado del Arte”, Proyecto de Reforma y Modernización del Estado Ministerio Secretaría General de la Presidencia, Chile, 2000.
17. Infogeotecnologías, “¿Qué es un GIS?”, documento Web <http://www.geotecnologias.co.cr/Documentos/GIS.pdf>, 26 de febrero de 2005.
 18. IGAC, “Conceptos básicos sobre Sistemas de Información Geográfica y aplicaciones en Latinoamérica”, Instituto Geográfico Agustín Codazzi, IGAC, 1995.
 19. J. M. Teo, “Tecnología de los Sistemas de información Geográfica”, RAMA, 1995.
 20. K. C. Clarke, B. O. Parks, and M. P. Crane, “Geographic Information Systems and environmental modeling”, Prentice Hall, Indian edition, 2002.
 21. Leif, Ohlsson, PhD, “The turning of a screw”, Departamento de Ciencias Sociales, Universidad de Örebro.
 22. Madrid, Lorenzo, “Interoperability: A beginner’s guide to understanding its past, present, and future and its impact on governments”, , Microsoft Co., Libro Blanco, octubre 2005.
 23. Luis Fernando Medina Cardona,” Hacia una metodología para Ingeniería de requerimientos en Sistemas de Información Geográfica”, Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ingeniería, Bogotá, Colombia.
 24. L. V. da Rocha, N. Edelweiss, et. al., “Geoframe-t: a temporal conceptual framework for data modeling in GIS ’01: Proceedings of the 9th ACM international symposium on Advances in geographic information systems”, New York, NY, USA, pp. 124–129, ACM Press, 2001.
 25. Moreno Escobar, Hernán, CEPAL Comisión Económica para América Latina, “Jornadas de Gobierno Electrónico. Gobierno Electrónico Interoperable para América Latina y el Caribe”, Noviembre 2006, Santiago de Chile.
 26. Ochoa Rosso, Felipe, “Método de los sistemas”, Cuadernos de Planeación de Sistemas de la Facultad de Ingeniería, Editorial UNAM, D.F., México, 2006.
 27. Patiño Calderón, Carlos, “Interoperabilidad. Experiencia de e-gobierno en México”, Unidad de Gobierno Electrónico y Política de TI. Secretaría de la Función Pública, México.
 28. Santana Rogerio, “E-gov the Brazilian Vision”, Secretary of Logistics and Information Technology, Ministry of Planning, Budget and Management, Brasil, 2007. Presentación.
 29. Salazar, Salazar, Julio Alberto, “Estructuras de Producción Audiovisual. La organización jerárquica como sujeto productor y enunciador del discurso audiovisual”, Anexo VI. Epistemología Sistémica, Tesis digital, UNIMSM.
 30. Schmelkes, Corina, “Manual para la presentación de anteproyectos e informes de investigación”, Editorial Oxford University Press, D.F., México, 1998.
 31. Tertia, Gavin, et. al., "Stakeholder Participation & Analysis", DFID Social Development Division, 1994
 32. Wikipedia, “Sistema de Información Geográfica”, documento Web http://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_de_Informaci%C3%B3n_Geogr%C3%A1fica, 26 de febrero de 2005.
 33. Valencia Vargas, Juan Carlos, “Grupo Temático del Agua. Subgrupos Temáticos.
-

Informe Semestral", Presentación. CONAGUA, 2007.

34. INSPIRE <http://www.ec-gis.org/inspire/>
35. GSDI <http://www.gsdi.org/>
36. IDEE <http://www.ideo.es/>
37. OGC <http://www.opengeospatial.org/>
38. GeoAPI <http://geoapi.sourceforge.net/>
39. GeoTools <http://www.geotools.org>
40. GeoServer <http://www.geoserver.org>

APENDICE A

DEFINICIONES.

INTEROPERABILIDAD. Se entiende como la posibilidad de que los sistemas de las Administraciones Públicas trabajen juntos de forma satisfactoria y productiva independientemente de la tecnología o la aplicación que se utilice, o qué proveedor ha suministrado el sistema subyacente.

Si bien la interoperabilidad puede tener significados diferentes dependiendo del contexto, en el área de las TI el término generalmente es entendido como “la capacidad de diferentes productos y servicios de TI para intercambiar y usar datos e información (es decir "hablar") con el objetivo de funcionar juntos en un entorno conectado en red.”

Varias fuentes de todo el mundo corroboran esta definición:

El Diccionario de Telecomunicaciones de Newton define la interoperabilidad como “la capacidad de gestionar el software y el intercambio de información en una red heterogénea, p. e. una red extensa constituida por varias redes locales diferentes.”

El Acta de e-government de los E.U.A. del año 2002 define la interoperabilidad como “la capacidad con la que comunican e intercambian datos diferentes sistemas operativos y de software, aplicaciones, y servicios de una manera exacta, eficaz y consistente.”

El Acta de Derechos de Autor de Milenio Digital de los E. U. A. (DMCA) del año 1998 define la interoperabilidad como “la capacidad con la que programas de ordenador intercambian información, así como la de utilizar mutuamente esa información que ha sido intercambiada entre ellos.”

Uno de los libros blancos sobre interoperabilidad creado por EICTA (European IT Trade Association) en junio de 2004, define la interoperabilidad como “la capacidad de dos o más redes, sistemas, dispositivos, aplicaciones o componentes para intercambiar información entre ellos y usar la información intercambiada.”

El Marco europeo de Interoperabilidad, una iniciativa para facilitar la interoperabilidad de servicios y sistemas a nivel pan-europeo, define la interoperabilidad como “la capacidad de los sistemas de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) y de los procesos de negocio que soportan, para intercambiar datos y permitir la compartición de información y conocimientos.”

La interoperabilidad está relacionada con más factores que únicamente los técnicos de

bajo nivel.

Para tener éxito, los programas de la interoperabilidad tienen que tener en cuenta un rango de factores que van desde la interoperabilidad técnica, semántica, cultural y organizativa, así como las obligaciones de seguridad, confidencialidad, protección de datos, privacidad y libertad de la información.

- **Interoperabilidad técnica:** La interoperabilidad técnica se basa en soluciones que permiten que la información circule satisfactoriamente entre sistemas. Este nivel técnico de interoperabilidad afecta tanto a la de infraestructuras (como protocolos de red) y a nivel de sistemas (como los servicios Web).
- **Interoperabilidad semántica:** Se refiere a la importancia de la consistencia en la forma de presentación de la información y su interpretación a través de sistemas diferentes de información.
- **Interoperabilidad cultural:** Esta acepción trata de la organización del flujo de información en las empresas. Ha de ser percibido como algo positivo. Se pueden detectar duplicidad de funciones o sentimientos de pérdida de control o propiedad sobre la información, y es que muchos proyectos de gestión de identidad corporativa encuentran su principal escollo en este punto y no en la tecnología.
- **Interoperabilidad organizativa:** De la misma forma que el éxito para la interoperabilidad dentro de una organización dependerá de su planificación incluyendo factores técnicos, semánticos y culturales, los mismos factores pueden darse entre las fronteras de diferentes organizaciones. Esta interoperabilidad hace referencia a ámbitos organizativos más amplios y complejos. Por ejemplo, una organización puede haber desarrollado internamente un conjunto semántico de estándares que satisface sus propias necesidades, pero estas pueden ser diferentes en otra organización con quien se desea colaborar. Por lo tanto, a un nivel superior, también tienen que ser tenidos en cuenta los mismos factores (técnico, semántico y cultural).

E-SERVICIOS: (e-servicios) en este documento abarca tanto el empleo interno de los sistemas y la información en las Administraciones Públicas, como el despliegue de servicios externos y online a ciudadanos y negocios.

SOA: La Arquitectura Orientada a Servicios (Service-Oriented Architecture o SOA), es un concepto de arquitectura de software que define la utilización de servicios para dar soporte a los requerimientos de software del usuario.

SOA proporciona una metodología y un marco de trabajo para documentar las

capacidades de negocio y puede dar soporte a las actividades de integración y consolidación.

En un ambiente SOA, los nodos de la red hacen disponibles sus recursos a otros participantes en la red como servicios independientes a los que tienen acceso de un modo estandarizado. La mayoría de las definiciones de SOA identifican la utilización de Servicios Web (empleando SOAP y WSDL) en su implementación, no obstante se puede implementar una SOA utilizando cualquier tecnología basada en servicios.

Al contrario de las arquitecturas orientado a objetos, las SOAs están formadas por servicios de aplicación débilmente acoplados y altamente interoperables. Para comunicarse entre sí, estos servicios se basan en una definición formal independiente de la plataforma subyacente. La definición de la interfaz encapsula (oculta) las particularidades de una implementación, lo que la hace independiente del fabricante, del lenguaje de programación o de la tecnología de desarrollo (como Plataforma Java o Microsoft .NET). Con esta arquitectura, se pretende que los componentes software desarrollados sean muy reutilizables, ya que la interfaz se define siguiendo un estándar

PORTABILIDAD: En los primeros días del inicio de la computación los programas y los sistemas eran desarrollados para una plataforma específica, haciendo uso de lenguajes de programación que no eran totalmente. Cada vendedor de hardware tenía su propio y único lenguaje ensamblador, así como su implementación de Fortran y COBOL, que eran entonces los lenguajes de programación estándar. Las herramientas desarrolladas por cada vendedor tenían características únicas. Los programas resultantes no podían ser fácilmente compilados en diferentes plataformas sin tener que hacer un cambio significativo en el código. Para hacer más complejo el problema, había un auge en cuanto al nacimiento de nuevos sistemas operativos y muchos de ellos estaban hechos para correr en un sistema operativo en particular. La mayoría de los programadores utilizaban comandos internos de lenguajes de bajo-nivel los cuales llamaban a funciones internas del equipo usando formatos de archivos que existían solamente en un sistema operativo en particular.

Cambiar una aplicación de una plataforma a otra era muy difícil, en el mejor de los casos sino imposible, a pesar de estar basados en sistemas operativos similares tales como IBM de VSE a MVS, PDP 11 a VAX, o sobre plataformas de diferente formato como UNIX. La tarea de ejecutar un programa en una plataforma diferente fue llamada "porting" o

portabilidad y aun hoy en día es usada en ambientes UNIX.

Al correr de los años la adopción de estándares en los lenguajes de programación tales como C, C++ y C#, así como plataformas tales como J2EE y .NET, han reducido en forma significativa la necesidad de hacer portables las aplicaciones de una plataforma a otra; no obstante, aun es necesario cuando se mueve una aplicación sobre diferentes sistemas operativos, como por ejemplo mover de UNIX a MVS o de UNIX a Windows.

El concepto inicial de portabilidad fue definido como una necesidad de correr la misma aplicación en un hardware diferente para cual fue originalmente diseñado. Así la portabilidad fue básicamente relacionada a las restricciones impuestas por el hardware. El sistema operativo fue, entonces, íntimamente vinculado con el hardware.

En <http://whatis.techtarget.com/> se define el término portabilidad, de la siguiente forma: “La portabilidad es una característica atribuida a un programa de computadora de poder usarse en sistemas operativos diferente para el cual fue creado sin requerir de una reingeniería mayor”. Además de las diferencias del idioma, el hacer portable un programa puede requerir también conversión de los datos y adaptación a los nuevos procedimientos del sistema operativo.

Por lo tanto, la necesidad de portabilidad existe solamente cuando hay una necesidad imperativa de migrar una aplicación de una plataforma a otra totalmente diferente. Portabilidad no debe ser confundida o mezclada con el término interoperabilidad. Dos sistemas diferentes pueden interoperar sin la necesidad de que alguno de ellos sea portable.

COMUNICACIÓN-CRUZADA: Se entiende como un conjunto de estándares tales como ASCII, BCD y EBCDIC, los cuales fueron desarrollados para estandarizar la forma en que los datos eran almacenados en las computadoras. Los protocolos de datos de las telecomunicaciones tales como Poll Select, BSC1, BSC3 y SDLC así como protocolos de redes de datos tales como SNA, DECNET, ISO/OSI y TCP/IP fueron desarrollados para facilitar la comunicación entre dispositivos.

La existencia de estos protocolos y estándares permitieron, en un principio, a dispositivos tales como impresoras conectarse unas con otras. Posteriormente las computadoras se habilitaron para intercambiar datos usando opciones tales como cintas magnéticas fuera de línea; diálogo computadora-a-computadora; o (tele) comunicaciones on-line, en tiempo-real y canales.

APENDICE B

CRUZ MALTESA: HERRAMIENTA PARA LA FASE DE ANÁLISIS.

La técnica denominada Cruz Maltesa, es útil como ayuda en la toma de decisiones al estudiar un sistema, a través de sus subsistemas de información. Esta técnica, en sí misma, está inmersa en un enfoque particular de sistemas, la Metodología de Sistemas Suaves, la cual usa conceptos sobre sistemas de actividad humana es necesario, por consiguiente, describir el contexto en el cual la Cruz Maltesa puede ser usada.

La información es un recurso muy importante para el éxito o fracaso de una organización como cualquier otro recurso. Los sistemas de información existen con objeto de aportar datos procesados a los directores, datos que les permiten manejar aquellas actividades que están bajo su responsabilidad. Por lo tanto, los directores, organizacionalmente hablando, deberán estar involucrados en la forma como los sistemas de información son derivados y diseñados.

Una importante consideración en el proceso de análisis, precedente al diseño, es la relación entre la estructura de la organización, la definición de reglas de dirección en esa estructura y la red de sistemas de información apoyando a la dirección.

Continuamente se dan reorganizaciones y cada una de las áreas modifica las especificaciones de su trabajo de acuerdo a su percepción particular de la reorganización. Ambas cosas ocurren sin que exista una estimación global de las implicaciones totales del proceso adaptativo correspondiente. Esto no significa que necesariamente un análisis de información deba preceder a un rediseño de la organización; significa, sin embargo, que la especificación de una red de información, sirviendo a las necesidades de la entidad como un todo, debería no hacerse tomando solamente como base las necesidades establecidas por los directores, individualmente.

Las Ventajas de la Cruz Maltesa.

- Puede actuar como puente entre los desajustes epistemológicos de percepción y realidad.
- Evita duplicación de datos, parcialmente satisface los principios de un buen diseño del banco de datos.
- Evita huecos de información ya que mantiene buenos principios de análisis y

diseño.

- Relaciona a la organización con el organizador que el nuevo sistema apoyará.

Necesidad permanente de análisis de los sistemas.

La comunicación en las organizaciones requiere configurar y operar sistemas de información, los cuales utilizan importantes recursos en la forma de computadoras o mano de obra o ambos. Estos sistemas de información son vitales para la operación efectiva de la organización, pero con objeto de ellos tengan efectividad en los costos, necesitan periódicamente ser evaluados.

Existen dos hechos en el desarrollo de sistema de información que necesitan ser considerados en tales evaluaciones:

Puesto que las organizaciones existen en un medio cambiante y ellas mismas están cambiando continuamente, los sistemas de información necesitan ser examinados continuamente.

Dada esta situación cambiante, nuevos sistema de información necesitan ser desarrollados alineados a aquellos que ya existen. Estos desarrollos deberán ser entendidos en tal forma que, los métodos de procesamiento a la información representen un uso coherente y eficiente de los recursos.

Como resultado de la aplicación de las ideas de sistemas en una amplia variedad de organizaciones, un enfoque ha sido desarrollado que es particularmente apropiado para la evaluación en cuestión.

Fases de la Metodología.

Fase 1. Análisis: El propósito de la fase de análisis es responder a la cuestión: ¿quien, en términos de reglas, necesita información y para que propósito? No hay necesidad, en esta etapa, de establecer la relación con el cómo deberá ser provista la información.

Fase 2. Diseño. La fase de diseño decide la información que es procesada por computadora y cual por métodos manuales, la fuente de los datos y define aspectos tales como que los datos estén contenidos en una base de datos central o distribuida.

El enfoque descrito aquí supone que hay sensibilidad para derivar necesidades de información, sobre la base de un modelo de organización particular, el cual es de la estructura de la organización y entonces, solo entonces, relacionar los flujos de información con el conjunto existente de reglas de dirección. En términos esenciales, el enfoque consiste de las siguientes etapas:

Desarrollar una descripción de las actividades de la organización (o de alguna de sus

partes) bajo revisión, esto es, desarrollar un modelo de tareas primarias. Dependiendo de la escala del estudio, puede ser necesario derivar varios modelos de actividad a distintos niveles de resolución, con objeto de describir completamente a las necesidades de información.

Derivar categorías de información requeridas para soportar las actividades de los modelos y las actividades particulares de las cuales la información puede ser obtenida.

Para una estructura de organización en particular, definir las reglas de dirección en términos de la responsabilidad de toma de decisiones sobre las actividades que un área operativa existente tenga asignadas. (Si la estructura de la organización no es una restricción), Un enfoque ha sido también desarrollado y posibilita que estas reglas sean definidas sobre la base de la descripción desarrollada en el punto 1.

Fase 3. Usar estas definiciones de reglas para convertir los flujos de información de actividad a actividad en los flujos de información de “regla a regla”, esto es, definir las necesidades de información particulares de un área operativa basándose en el análisis de las actividades de que es responsable.

Definir las necesidades de un sistema de información que solucione las necesidades de desempeño de las actividades que soportan a cada sistema, tal que una red coherente pueda ser desarrollada haciendo uso eficiente de los recursos de computación o mano de obra.

Fase 4. Patrón de flujo mínimo de información. Define quien es responsable de abastecer cierta información y para quien (el propósito habrá sido aportado por la etapa 2).

Fase 5. Definición del conjunto de procedimientos a la información. Esta etapa define al conjunto de procedimientos a la información que representan un uso eficiente de los recursos. Esta es la etapa más larga, incluye el proceso de diseño. Sin embargo, para el propósito de este trabajo, el énfasis está puesto sobre el proceso de análisis, anterior al diseño, puesto que, a menos que este dado, el resultado final será menos que satisfactorio; sin embargo, hace excelente al diseño, el cual no es el objetivo del estudio en cuestión.

Es improbable que un estudio de esta clase sea emprendido en un contexto de “campo fértil”; por lo tanto se requerirá que algunos medios desplieguen los procedimientos de proceso a la información ya en existencia, junto con sus interacciones, de tal forma que se tomen decisiones completamente informadas con los procedimientos sobre conservarse, crearse o desarrollarse nuevos y/o que se discontinúen los existentes. Es para este particular proceso de decisiones por lo que la Cruz Maltesa fue derivada.

Estructura y construcción de la cruz maltesa.

En esencia, la Cruz Maltesa es un arreglo de cuatro matrices. La mitad superior contiene las actividades tomadas del modelo de actividades (derivado de la Fase 1) junto con la indicación de los flujos de información de actividad a actividad (Fase 2). La mitad inferior contiene una declaración de los procedimientos de procesamiento a la información existentes

		x	Actividad 3 →			x
x			Actividad 2 →	x		x
	x	x	Actividad 1 →		x	
↑	↑	↑	<u>Actividades del MTPCV</u>	↓	↓	↓
C.I. 3	C.I. 2	C.I. 1	← Entrada O E Salida ←	C.I. 1	C.I. 2	C.I. 3
↓	↓	↓	<u>Procedimientos de Procesamiento de Información</u>	↑	↑	↑
x			PPI 1 →	x	x	
	x	x	PPI 2 →			x
	x		PPI 3 →	x		x

Figura 27. Estructura de una Cruz Maltesa.

El eje superior o norte es un listado del conjunto de actividades del modelo de tareas primarias confirmado y validado (MTPCV) para la organización bajo estudio o de un área de ésta en particular. El cual hace referencia al modelo del sistema creado a partir de la perspectiva de cada uno de sus miembros y a partir de la apreciación que ellos tienen acerca de “como realmente hacen las cosas”⁸³.

Los ejes este y oeste son idénticos, en ellos se encuentran las categorías de información y contienen las categorías de información consideradas esenciales para el soporte de las actividades a este nivel de resolución. El eje oeste (representa a las entradas) es la imagen espejo del eje este (representando las salidas).

El eje inferior o sur es un listado de los procedimientos de procesamiento de la información (PPI) ya existentes en la organización de manera institucionalizada y representa el estado existente de la red de procesamiento a la información anterior a la revisión. Si el propósito de la revisión es examinar el potencial del procesamiento basado

⁸³ Las actividades se refieren a las labores que son necesarias para cumplir con el proceso de transformación que el sistema realiza.

en computadora de una red manual existente, la mitad inferior de la Cruz Maltesa representara a los sistemas manuales completos, ilustrando su extensión y las interacciones. **Si la situación es enteramente campo verde, la mitad inferior estará en blanco.**

Conforme a lo observado en la Figura 27, la x en el SO⁸⁴ de la matriz indica que el dato perteneciente a la categoría de información C.I.1 es usado por PPI2 para producir una salida procesal en la categoría de información C.I.2 (matriz SE).

El NO⁸⁵ de la matriz, muestra que esta categoría de información C.I.2 es requerida como entrada para las Actividad 2 y Actividad 3.

La x en el NE⁸⁶ de la matriz muestra que la categoría C.I.1 es producida emprendiendo la Actividad 1 y por lo tanto esta actividad (o el área responsable de la Actividad 1) tiene la posibilidad de actualizar la categoría y así proveer datos oportunos como entrada a PPI2. Lo significativo de las dos x en el NO de la matriz es que dado que las x muestran que C.I.2 es una entrada esencial para ambas, Actividad 2 y Actividad 3; las áreas responsables de estas dos actividades deben tener acceso a esta salida de PPI2 en particular. En la práctica, esto puede no ser el caso, particularmente si el desarrollo de PPI2 ha sido inicializado por alguna de ellas. Si la misma área es responsable de ambos Actividad 2 y Actividad 3 es probable que no haya este problema.

La Cruz Maltesa se completa llenando todas las x de la matriz el NO y NE para tener una visión integral de las actividades y de los flujos de información actividad-a-actividad considerados relevantes para la Fase 2 del área de interés de éste proceso. De las matrices SO y SE se obtiene una visión de todas las PPI usados para procesar la información y la información procesada.

Relacionando la mitad inferior de la Cruz Maltesa con la mitad superior, se identifican directamente un conjunto de cuestiones de la red total de procesamiento a la información por la existencia de una falta de coherencia indicada por un número de x en las mismas columnas. Estas cuestiones representan las relaciones posibles en la Cruz Maltesa para el diagnostico.

La existencia de más de una PPI proporcionando una entrada de información a una actividad indica una duplicación de procesamiento de datos.

¿Podría hacerse eficiente el procesamiento utilizando datos ya procesados por uno de

⁸⁴ Suroeste

⁸⁵ Noroeste

⁸⁶ Noreste

estos PPI en lugar de procesar datos sin procesar?

Hacer que los PPI existentes y sus salidas llenen las necesidades totales de información para cada actividad-

¿Son los formatos respectivos de las salidas de los PPI soportando la misma actividad, consistentes, y es este formato el más útil para los propósitos de esa actividad?

¿Es el dato proporcionado por el PPI requerido como un soporte para aquellas actividades diferentes a aquellas para las cuales fue diseñado?

Estas cuestiones pueden, naturalmente, ser preguntadas en una red de procesamiento de información existente o preguntadas cuando se propone desarrollar un nuevo PPI para introducirlo en la red. La cruz maltesa no da respuestas pero si dirige las cuestiones a las áreas relevantes. Es el caso de que las matrices NE y NO sean imágenes espejo de SE y SO entonces la red de procesamiento de datos existente es exactamente el requerido por el modelo de tarea primaria.

APÉNDICE C

Comité Técnico de Estadística y de Información Geográfica del Sector Medio Ambiente y Recursos Naturales

Fecha de creación: 10 de diciembre de 2003

Integrantes	Nombre	Institución	Cargo
Presidente	Ing. Juan Rafael Elvira Quesada ^{1/}	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)	Secretario
Prosecretario Ejecutivo	Dr. Fernando Tudela Abad	Subsecretaría de Planeación y Política Ambiental, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales	Subsecretario
Suplente	Dr. Arturo Flores Martínez	Dirección General de Estadística e Información Ambiental, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales	Director General
Secretariado Técnico de Normas	Dr. Gilberto Calvillo de Vives	Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI)	Presidente del INEGI
Vocales			
	Subsecretaría de Fomento y Normatividad Ambiental, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales	Comisión Nacional Forestal (CONAFOR)	
	Subsecretaría de Gestión para la Protección Ambiental, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales	Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA)	
	Secretaría Ejecutiva, Comisión	Instituto Nacional de Ecología (INE)	

Nacional para el Conocimiento y Uso
de la Biodiversidad

Comisión Nacional del Agua Procuraduría Federal de Protección al
(CONAGUA) Ambiente (PROFEPA)

Comisión Nacional de Áreas Naturales
Protegidas (CONANP)

Invitados permanentes

Unidad Coordinadora de Delegaciones
de la Secretaría de Medio Ambiente y
Recursos Naturales

1/ Con base en la institución y cargo señalado en el instrumento jurídico, se actualizaron los datos del integrante del Comité Técnico