

# Especificación Formal en RSL de una Infraestructura abierta y estándar de Servicios Web para Sistemas de Información Geográfica

Oscar **Testa**<sup>2</sup>; Daniel **Riesco**<sup>1 2</sup>; Germán **Montejano**<sup>1 2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Informática  
Universidad Nacional de San Luis  
Ejército de los Andes 950 – (5700) San Luis – San Luis – Argentina  
Tel.: +54-2652-424027 – Int. 251  
[driesco, gmonte][@unsl.edu.ar](mailto:) – web: <http://www.sel.unsl.edu.ar>

<sup>2</sup>Departamento de Matemática  
Universidad Nacional de La Pampa  
Av. Uruguay 151 – (6300) Santa Rosa – La Pampa – Argentina  
Tel.: +54-2954-425166 – Int. 28  
[otesta@exactas.unlpam.edu.ar](mailto:otesta@exactas.unlpam.edu.ar)

**Resumen.** Se presenta una infraestructura o framework de servicios Web de SIG para brindar solución a la problemática de diversidad de formatos e información. La especificación de la infraestructura se realiza a través de métodos formales, utilizando la herramienta RAISE – RSL. Esta infraestructura surge por la necesidad de contar en las organizaciones con herramientas que les permitan desarrollar sistemas de información geográfica en forma rápida y sencilla, siguiendo modelos establecidos y probados. Esta infraestructura permitirá la construcción de sistemas de información geográfica a partir de modelos probados y de utilización directa. La utilización de RAISE RSL como lenguaje de especificación formal se basa en el hecho de su reconocimiento en la industria del software para especificaciones formales de desarrollos reales. En este trabajo se realizan aportes tanto a la tecnología de Servicios Web como a la de sistemas de información geográfica.

**Palabras Clave:** RAISE, RSL, Servicios Web, Framework, Infraestructura, SIG, Métodos formales, Sistemas de Información Geográfica.

## 1 Introducción

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) han surgido hace ya más de 20 años y su inserción y uso dentro de las empresas y los organismos públicos ha sido muy importante. Cabe mencionar que más del 80% de los negocios requieren de servicios o prestaciones de localización geográfica. Los beneficios que aporta para la toma de decisiones, inteligencia que adiciona a los negocios, operaciones e información pública son innumerables, sin embargo muchos factores han mitigado estos beneficios, algunos de los cuales se mencionan en [1], [2], [3].

Estos problemas que a menudo sucedían dentro de las organizaciones, luego sucedieron a nivel de regiones/países y se fueron convirtiendo en necesidades de los propios organismos de gobierno. Es decir que la necesidad de: compartir la cartografía de base, no tener que hacer enormes inversiones en licenciamiento de las herramientas, tener un repositorio común de la información, con el único propósito de mejorar el rendimiento de los SIG (aumentando la utilización de los mismos), mejorar la confianza en el formato y actualización de la información y en la reducción de costos, se fueron convirtiendo en las necesidades básicas para poder llevar adelante exitosamente un plan de implementación de una solución con sistemas de información geográfica.

Hoy, con el advenimiento en primer lugar de la tecnología de servicios Web y luego con los servicios Web orientados a SIG estos problemas han encontrado una solución. Los servicios Web son servicios que están disponibles en Internet (intranet), utilizan un sistema de mensajería estandarizada y no están ligados a sistema operativo alguno o lenguaje de programación. A su vez los servicios Web pueden (es deseable que así sea) tener dos propiedades adicionales: se describen a sí mismos y se deben publicar para que se conozca [4]. Estos servicios son una solución ideal para las organizaciones que desean hacer uso de información espacial y no encontrarse con los problemas mencionados anteriormente. Al poder hacer un “outsourcing” de los servicios de datos espaciales, se encuentra la organización con una serie de beneficios: menor costo, menores riesgos, menores tiempos de desarrollo y disponibilidad de la información, menor cantidad de recursos especializados para poder llevar adelante la solución [5].

Si las organizaciones tuvieran herramientas que les permitan desarrollar sistemas de información geográfica en forma rápida y sencilla, siguiendo modelos establecidos y utilizando cartografía y datos espaciales existentes y probados podrían tener ventajas competitivas respecto del resto (o al menos podrían tener una visión de la realidad diferenciada que les permita analizar los eventos a través de una dimensión extra: la geográfica).

Debido a que no existen frameworks que permitan la generación automatizada de sistemas de información geográfica, se propone como objetivo construir, a través de la utilización de especificaciones formales, una infraestructura abierta y estándar de servicios Web, de forma tal que se pueda abordar la construcción de sistemas de información geográfica a partir de modelos probados y de utilización directa.

## **2 Antecedentes**

Compartir información geográfica y servicios asociados es una tarea que se viene investigando y haciendo ensayos desde hace varios años, su resurgimiento se debe principalmente a los organismos gubernamentales.

Un primer proyecto, en el año 1994, fue iniciado por el entonces presidente William J. Clinton, a través de la orden presidencial 12906 para poner en marcha la Infraestructura Nacional de Datos Espaciales de EEUU (NSDI) [3], cuyo propósito fundamental fue el razonamiento de que “compartir conocimiento es fuente del crecimiento económico”.

Esta infraestructura no contempla aún servicios para la utilización de los datos, sino simplemente el hecho de compartir la información espacial, tanto entre organismos gubernamentales como privados.

El framework es un esfuerzo colaborativo para crear una fuente de datos espaciales lo suficientemente amplia. Los aspectos clave del framework son:

- Siete temas de datos geográficos digitalizados, que son los más comúnmente utilizados.
- Procedimientos, tecnología, y lineamientos que provee la integración, uso e intercambio de estos datos.
- Relaciones institucionales y prácticas de negocio que aseguran el mantenimiento y uso de los datos.

La idea es seguir el lema “datos en los cuales confiar”, donde estos datos sean los mejores disponibles para un área determinada, certificada, estandarizada y descripta acorde a estándares. El framework contiene cuatro componentes principales: contenido de la información, contexto técnico, contexto operacional y contexto de negocios.

Otro de los proyectos iniciados para formar una Infraestructura de Datos Espaciales fue el de la Comunidad Económica Europea (INSPIRE), a través de la Directiva 2007/2CE del Parlamento Europeo y del Consejo, con fecha 14 de Marzo de 2007 [6]. En dicha Directiva se hace mención a los problemas relativos a la disponibilidad, calidad, organización, y puesta en común de información espacial y servicios asociados a las mismas.

La infraestructura de información espacial se define como los metadatos, conjuntos de datos espaciales y los servicios de datos espaciales; los servicios y tecnologías de red; los acuerdos de acceso de la información. A su vez define servicios de datos espaciales como las operaciones que se pueden efectuar, a través de aplicaciones, sobre los datos espaciales. Cabe mencionar aquí que la definición de los servicios de datos espaciales aún se encuentra en proceso de análisis.

Dentro de los servicios definidos, aún sin especificar ni implementar, se encuentran los siguientes:

- Discovery Service: permite la búsqueda de conjuntos de datos espaciales y servicios.
- View Service: debe como mínimo garantizar las siguientes operaciones; mostrar, navegar, zoom para acercar y alejar, movimiento del plano, superponer conjuntos de datos espaciales, mostrar información de leyenda e información relevante como metadatos.
- Download Service: debe permitir realizar copias de los conjuntos de datos espaciales, o parte de ellos, para ser bajados y donde sea posible, accedidos directamente.
- Transformation Service: este servicio aún no se encuentra totalmente definido.
- Invoke Spatial Service Services: permite la definición de los datos de entrada y salida esperados por el servicio espacial y definir un flujo de trabajo o servicio que combine múltiples servicios.

En Argentina en el año 2004, se crea el Proyecto Sistema de Información Geográfica Nacional de la República Argentina (PROSIGA), donde se plantea como objetivo vincular los generadores y usuarios de información espacial mediante una

estructura nodal de intercambio de datos a través de redes públicas y privadas, permitiendo a la comunidad en general contar con una herramienta de base para la información general y la toma de decisiones basadas en criterios espaciales homogéneos [7]. Actualmente se encuentra implementado un sitio web (<http://www.sig.gov.ar>) con un visor de mapas disponible para el público en general.

La problemática de servicios Web de SIG, de SIG en la Web y de infraestructuras de datos espaciales se ha abordado también desde distintos trabajos de investigación [8][9][10][11]. Todos estos trabajos versan sobre la necesidad de contar con una infraestructura con interface Web, principalmente para el manejo de información estandarizada, así como de las capas (de negocio y físicas) necesarias para desarrollar las aplicaciones de este estilo. En algunos casos se han encontrado trabajos de investigación donde se encuentran desarrollos específicos de las especificaciones del OpenGis Consortium [17] en distintos lenguajes como Java, .NET y otras herramientas, pero sin ser alguno de ellos una especificación formal desde la cual partir para una generación automática de servicios SIG.

Actualmente existen ya definidas especificaciones estándares de cómo se deben almacenar y presentar los mapas, los formatos de los mismos, los mecanismos de transferencia de dicha información, los servicios para acceder a los mapas, y la forma en que se deben presentar los “features” o características en el plano.

El Open Geospatial Consortium [17], a través de sus miembros, se encarga de desarrollar especificaciones de interfaces públicas. Este organismo soporta soluciones interoperables que hacen que la Web sea “geo-enable”<sup>1</sup>.

Dentro de la vasta lista de especificaciones [17] estándares que ha desarrollado el OGC, solo se mencionan aquellas que son de utilización directa en el espacio del problema. Las especificaciones son las siguientes:

- OGC Location Services (OpenLS) Implementation Specification: Core Services [18].
- OpenGis Geography Markup Language (GML) [19].
- OpenGis Web Feature Service (WFS) Implementation Specification [20].
- OpenGis Web Map Specification (OMS) Implementation Specification [21].

### **3 Definición de la Infraestructura**

Se abordará la definición de la Infraestructura a través de una especificación informal en primer lugar para luego sí una definición formal de la misma, incluyendo el código en la herramienta RAISE-RSL.

#### **3.1 Definición Informal de la Infraestructura**

Se desprende del análisis de las infraestructuras presentadas que en todas ellas se hace un fuerte hincapié en compartir datos e información geográfica y de mantener una base común, única, estandarizada de los mismos. También en los distintos

---

<sup>1</sup> Geo-enable: término utilizado para representar que la Web permita la utilización de objetos y cálculos geográficos.

proyectos se puede detectar que existe la voluntad de brindar servicios Web, pero aún no se encuentran especificados los mismos ni tampoco existe una lista de servicios básicos como los que se presentan en este trabajo. Sí se establece en cada proyecto las bases de cómo se estructuran estas capas de servicios, sus arquitecturas y los estándares a los cuales se deben ajustar.

Los servicios incorporados en esta versión del framework han sido seleccionados a partir de las definiciones estándares del OGC, de los distintos proyectos vistos y analizados anteriormente y en base a un estudio de las aplicaciones que se llevan adelante con los sistemas de información geográfica, junto a la experiencia en desarrollo de sistemas de este estilo a nivel profesional. En base a estos antecedentes se identificaron las funcionalidades más importantes y que pueden ser la base para construcciones más complejas o para la realización de análisis como los planteados anteriormente. Esta lista de servicios propuesta puede ser ampliada para situaciones específicas en la utilización de herramientas SIG.

Antes de comenzar a describir los servicios, se hace una presentación de los tipos de datos abstractos (ADT) utilizados luego en cada uno de los servicios. Estos tipos de datos fueron tomados principalmente de la definición del OGC Location Services (OpenLS) Implementation Specification, presentados en la sección 2.1. La lista de ADTs es la siguiente:

- ADT\_ADDRESS
- ADT\_POI
- ADT\_AOI

A continuación se mencionan junto a una breve descripción los servicios básicos del framework que al especificarse formalmente generan un punto de partida para el desarrollo automático de aplicaciones SIG.

- *Geocode*: este servicio intenta a través de una dirección dada (calle y altura, código postal, lugar, etc.) y un mapa con una zona determinada, encontrar un punto x,y (longitud, latitud) en el plano. Para ello se tiene que valer de llamadas a funciones específicas del software SIG de base que se esté utilizando. La idea es poder ubicar en el plano puntos a partir de su dirección. Como resultado retorna un conjunto de direcciones normalizadas junto al punto que le corresponde en el plano de acuerdo a la dirección dada. En el caso de que no se pueda geocodificar una dirección se devuelve un punto vacío o nulo. A cada resultado se le asocia un nivel de precisión de la geocodificación.
- *Reverse geocode*: este servicio realiza el trabajo inverso al anterior. Dada una lista o conjunto de puntos en el plano, ya geocodificados, deberá devolver para cada uno de ellos la dirección normalizada.  
Este es un servicio que es particularmente importante para los dispositivos que cuentan con una unidad de posicionamiento global, pudiendo de esta forma saber inmediatamente el lugar donde se encuentra. A su vez este servicio de *reverse geocode* puede ser utilizado por otros servicios como base para la consulta que deseen realizar.
- *Directory*: el servicio permite a los usuarios acceso a un directorio en línea para encontrar el servicio, o producto más cercano o un lugar específico. A modo de ejemplos del uso de este servicio se presentan los siguientes casos de uso:
  - o ¿Dónde se encuentra el restaurante chino “Dragón Rojo”?

- ¿Dónde se encuentran los restaurantes chinos en una determinada ciudad?.
- *Route*: el servicio de ruteo determina la ruta que debe realizar un solicitante. El usuario indica el punto de inicio y el de fin, puntos intermedios (si existieran), el plan de ruta deseado (la ruta más rápida, la más corta, etc.) y el medio de transporte (a pie, vehículo, etc.); el servicio entonces determina la ruta de acuerdo a los parámetros dados.  
Este servicio es considerado de suma utilidad para una vasta cantidad de soluciones informáticas a problemas de investigación operativa, los cuales son aplicados a un número muy importante de problemas.
- *Buffer*: a partir de un punto determinado, el cual no necesariamente tiene que ser un punto geocodificado (lo resuelve este servicio), se generan una serie de círculos o circunferencias a determinada distancia del punto dado.  
La utilización de esta funcionalidad permite entre otras cosas obtener por ej: radios de alcance y peligrosidad de catástrofes naturales, zonas de influencias de una determinada patrulla policial, áreas de cobertura de antenas para telefonías celulares, zonas de congestionamientos urbanos, etc.
- *Highway states*: determina el estado de las distintas rutas a nivel de congestionamiento, devolviendo como resultado una lista de rutas con diversos colores y tamaños, información temática, donde cada color y tamaño representa distintos niveles de congestionamiento, de forma gradual.
- *Get Map*: este servicio es el que devuelve ante una petición una imagen de una zona determinada del plano con que se está trabajando en un momento dado. Este servicio, por simple que parezca es la base para todas las operaciones de movimiento del plano (zoom para acercar y alejar, paneos, extensiones, etc.). Sin este servicio sería imposible poder brindar los otros servicios descriptos anteriormente.

Todo lo expuesto en el trabajo realizado se encuentra pensado para interactuar sobre un portal Web de SIG que se base sobre estándares del OGC y del World Wide Web Consortium [22]. Es por ello que en la definición de los servicios no se encuentra mención ni implementación de ningún tipo, de todos aquellos protocolos y servicios estándares necesarios para poder cumplir con la problemática de mapas en la Web.

### 3.2 Definición Formal de la Infraestructura

La especificación de la infraestructura se realiza en un lenguaje de especificaciones formales como es RSL, el cual es reconocido en la industria del software para especificaciones formales de desarrollos reales. A continuación se brinda una justificación del uso de los métodos formales.

### 3.2 Justificación de los Métodos Formales

El Grupo del Método RAISE menciona en la introducción del libro “The RAISE Development Method” [23] que las computadoras están siendo usadas para tareas donde las fallas traen severas consecuencias, incluyendo la pérdida de vidas humanas. Esta tendencia se está incrementando cada vez más. Las computadoras juegan un rol esencial en el control aeroespacial, en la aeronavegación, en el control de trenes, autos, reactores nucleares y equipamiento hospitalario, por dar simplemente algunas pocas de las aplicaciones más críticas. También es importante destacar que los métodos formales no sólo se están utilizando para los sistemas críticos (mencionados anteriormente), sino que como se menciona en el libro “Specification Case Studies in RAISE” [33], RAISE es utilizado para un gran espectro de áreas de aplicación, entre ellas los sistemas de información geográfica.

RAISE (Rigorous Approach to Industrial Software Engineering) fue desarrollado durante los años 1985 a 1990 en un proyecto colaborativo de Europa, el programa ESPIRIT-I. Un segundo proyecto, LaCoS (Large - scale Correct Systems using Formal Methods), el cual generó luego la tecnología RAISE, particularmente los métodos y herramientas, que a su vez testó a este en el desarrollo de una gran cantidad de proyectos.

El Lenguaje de Especificación RAISE (RSL) es un lenguaje de especificaciones formales; es decir un lenguaje con bases formales matemáticas para soportar la definición precisa de los requerimientos de software y un desarrollo confiable de esos requerimientos, que los transforme en una implementación final y exitosa.

RSL es un lenguaje de amplio espectro ya que el mismo puede ser utilizado tanto para formular especificaciones iniciales y muy abstractas como para expresar cuestiones de diseño de muy bajo nivel para convertir dichas especificaciones a un lenguaje de programación determinado. El método RAISE está pensado para ser utilizado en desarrollos reales, no solamente para ejemplos.

### 3.3 Especificación Formal

A continuación se presentan las definiciones formales de los servicios más importantes. Cada una de las definiciones se presentan en el formato propuesto por sus desarrolladores, el cual es comprensible para el humano. Sin embargo, estas especificaciones fueron escritas y chequeadas correctamente por el “type check”<sup>2</sup> y también se generaron los “confidence conditions”<sup>3</sup> que provee la herramienta. Sólo por cuestiones de legibilidad las mismas no han sido incluídas en el presente trabajo.

```
geocode: (ADT_ADDRESS)-set × ADT_MAP →  
          (ADT_ADDRESS × POINT × Real)-set  
geocode(lista_geocod, mapa) ≡  
  let (layers, proj, box) = mapa in  
  {(address_completa(direccion),
```

<sup>2</sup> Permite controlar o chequear formalmente las especificaciones escritas.

<sup>3</sup> Condiciones que deberían ser ciertas si el módulo no es inconsistente, pero que en general no pueden ser determinadas como verdaderas por una herramienta.

```

    obtener_punto(direccion),
    obtener_precision(direccion)) |
    direccion : ADT_ADDRESS, posicion : POINT,
    precision : Real •
    (all direccion : ADT_ADDRESS •
    direccion isin lista_geocod ^
    es_geocodificable(direccion, layers))}
end,
reverse_geocode :
    ADT_MAP × POINT × ADT_AOI →
    (ADT_ADDRESS × POINT × Real)-set
reverse_geocode(mapa, posicion, area) ≡
    let (layers, proj, box) = mapa in
    {address_completa(posicion, area) |
    resultado : ADT_ADDRESS × POINT × Real •
    (all layer : LAYER •
    layer isin layers ^
    buscar_lugares(layer, posicion, area))}
end,

    directory: ADT_MAP × ADT_ADDRESS × Real × Real × Real ×
    ADT_AOI × DIRECTORY_TYPE × (CAMPO  $\xrightarrow{m}$  VALOR) → (ADT_POI ×
    Real)-set
    directory(mapa, direccion, within_distance,
max_distance,
    min_distance, withinboundary, directory, valores) ≡

    {(punto_of_interes(valores,directory),distancia(mapa,va
    lores,directory)) | punto: ADT_POI, distancia: Real •
    (all clave : Text • clave ∈ dom(valores)
    ^ existe_en_directory(directory,clave,valores(clave)) ^
    (within(obtener_punto(direccion),min_distance) ∨
    within(obtener_punto(direccion),max_distance) ∨
    within(withinboundary,obtener_punto(direccion))))
    },
    directory: ADT_MAP × DIRECTORY_TYPE × (CAMPO  $\xrightarrow{m}$  VALOR) →
    (ADT_POI × Real)-set
    directory(mapa, directory, valores) ≡
    {(punto_of_interes(valores,directory),distancia(mapa,va
    lores,directory)) | punto: ADT_POI, distancia: Real •
    (all clave : Text • clave ∈ dom(valores)
    ^ existe_en_directory(directory,clave,valores(clave))
    },

route: ADT_MAP × ADT_POI × ADT_POI × ROUTE_PLAN ×
    ADT_POI-list × Real → (ADT_POI × SEGMENT)-list
route(mapa, inicio, fin, plan, puntos_int, scale) ≡
    let (preferencia,rt_traffic,comienzo) = plan in
    case preferencia of

```



```

        Fatest                                     →
        ‹(inicio,obtener_segmento(mapa,inicio,fin))› ^
        route(mapa, hd puntos_int, fin, plan, tl
        puntos_int, scale),
        Shortest                                   →
        ‹(inicio,obtener_segmento(mapa,inicio,fin))› ^
        route(mapa, hd puntos_int, fin, plan, tl
        puntos_int, scale),
        Pedestrian                                 →
        ‹(inicio,obtener_segmento(mapa,inicio,fin))› ^
        route(mapa, hd puntos_int, fin, plan, tl
        puntos_int, scale)
    end
end,

buffer: ADT_MAP × ADT_POI × Real-list → CIRCLE-list
buffer(mapa,centro,radios) ≡
    ‹ (obtener_punto(centro), hd radios) › ^
buffer(mapa,centro,tl
radios)
pre radios ≠ (),

get_map: ADT_MAP × POINT × Real × NAME-list → IMAGEN
get_map(mapa,centro,escala, lista_layers) ≡
    let (layers, proj, box) = mapa in

        obtener_imagen(mapa,get_layers(layers,lista_layers
        ),centro,escala)
    end,

```

## 4 Conclusiones

Para la toma de decisiones hay una clara necesidad, en todos los niveles, de poder acceder, integrar y usar los datos espaciales provenientes de diversas fuentes. Así pues, la capacidad para tomar decisiones colectivas acertadas local, regional y globalmente, depende de la puesta en práctica de una Infraestructura de Datos Geográficos que proporcione compatibilidad a través de jurisdicciones, promoviendo el acceso y la utilización de los datos.

La utilización de información geográfica en las distintas organizaciones se ha vuelto muy importante, sólo basta recordar que el 80% de los negocios requieren de servicios o prestaciones de localización geográfica. Por lo tanto podemos decir que un SIG es a las organizaciones lo que el instrumental de vuelo es al avión.

Actualmente, como se ha visto en el presente trabajo, no existen especificaciones de servicios que permita a la organización el desarrollo de sistemas de información geográficos de manera rápida y sencilla, siguiendo modelos establecidos y utilizando cartografía y datos espaciales existentes y probados.

Los resultados obtenidos han sido altamente exitosos, ya que el hecho de haber especificado formalmente un marco de trabajo para la compatibilidad de formatos, a través de la especificación de servicios web de SIG, permite aislarse de la forma en que cada organismo o entidad almacena sus mapas y datos geográficos y centrarse principalmente en la utilización de los mismos. Esto permite afirmar que los objetivos han sido logrados, ya que no solo la especificación formal ha permitido una abstracción de las particularidades del almacenamiento de la información sino que a su vez permite brindar un marco estandarizado y abierto de servicios que utilizan dicha información, lo que también permite la construcción de sistemas de información geográfica a partir de modelos probados y de utilización directa, tal como fue planteado en el objetivo del trabajo.

La confiabilidad, definida como “que el sistema haga el trabajo que se supone que debe hacer”, es un requerimiento tanto para el hardware como para el software, aunque en el presente trabajo se orienta a las componentes de software solamente. La idea básica es que es posible razonar acerca de las propiedades del software o sistemas que involucran software.

Se ha comprobado que el método RAISE y su lenguaje de especificación formal RSL han sido altamente exitosos, por las ventajas de los métodos formales antes mencionadas, para modelar formalmente los servicios planteados en la infraestructura.

Finalmente, se presenta a continuación los trabajos futuros previstos al trabajo aquí presentado. Se proponen como futuros trabajos continuar en la línea de producción de nuevos servicios o funcionalidades expuestas por la infraestructura para poder brindar una mayor base de conocimiento y de partida para las aplicaciones específicas que se quieran llevar adelante.

- Servicios que permitan la combinación de objetos geográficos para formar nuevas características.
- Servicios específicos para áreas determinadas como puede ser turismo. De esta forma se puede hacer más específico la arquitectura para turismo.
- Servicios exclusivos para redes de servicios: energía eléctrica, agua, gas, telefonía.
- La construcción de una aplicación que utilice la definición de la arquitectura aquí expuesta para poder mostrar fehacientemente el uso de la misma.

## 5 Referencias

1. Kolodziej, Kris, “OpenGIS Web Map Server Cookbook”, OGC Document, 2003.
2. Harmon, John, Anderson, Steven, “The design and implementation of Geographic Information Systems”, Wiley, 2003.
3. Somers, Rebecca, Claire, Somers-St., “Framework – Introduction and Guide”, Federal Geographic Data Committee, 1997.
4. Ethan, Cerami, “Web Services Essentials – Distributed Applications with XML-RPC, SOAP, UDDI & WSDL”, O’Reilly, 1<sup>th</sup> ed, 2002.
5. “Gis Web Services – The changing GIS Landscape”, White paper, GisFactory, 2003.
6. “Directiva 2007/2/CE”, Parlamento Europeo, 2007.
7. Anexo I – Términos de Referencia del Proyecto Sistema de Información Geográfica Nacional de la República Argentina, 2004.

8. Luo Yingwei, Wang Xiaolin and Xu Zhuoqun, "Design of a Framework for Multi-User/Application Oriented WebGIS Services", Computer Networks and Mobile Computing, 2001. Proceedings. 2001 International Conference on, IEEE, 2001.
9. Zhiming GUI, Kai SONG, "Building Improved GIS Service Based on WSRF", International Conference on Internet Computing in Science and Engineering, IEEE, 2008.
10. Yue Li, Zhong Xie, and Zhiyong Huang, "Design and Implementation of a WAP GIS Framework", Web Information Systems Engineering (Workshops), 2002. Proceedings of the Third International Conference on, IEEE, 2002.
11. Yuan Ying, Bian Fuling, "An Open Sharing and Interoperating Platform for Spatial Information Based on GIS Web Services", Wireless Communications, Networking and Mobile Computing, 2007. WiCom 2007. International Conference on, IEEE, 2007.
12. "Infrastructure for Spatial Information in the European Community", <http://www.ec-gis.org/inspire/>
13. "National Spatial Data Infrastructure", <http://www.fgdc.gov/framework>
14. "Proyecto Sistema de Información Geográfica Nacional de la República Argentina", <http://www.sig.gov.ar/>
15. "OpenGis Location Services (OpenLS): Core Services", Open Gis Consortium, 2004.
16. "The Open Geospatial Consortium Inc.", <http://www.opengeospatial.org/>
17. OpenGis Specifications; <http://www.opengeospatial.org/standards/is>
18. Open Gis Consortium, "OpenGis Location Services (OpenLS): Core Services", Open Gis Consortium , 2004.
19. Open Gis Consortium, "Geography Markup Language (GML) simple features profile", Open Gis Consortium, 2006.
20. Open Gis Consortium, "Web Feature Service Implementation Specification", Open Gis Consortium, 2005.
21. Open Gis Consortium, "OGC Web Map Service Interface", Open Gis Consortium, 2004.
22. World Wide Web Consortium; <http://www.w3c.es/>
23. The RAISE Method Group, "The RAISE Development Method", The Practitioner Series, Prentice-Hall, 1995.
24. Clarke, E; Wing, J., "Formal Methods: State of the Art and Future Directions".
25. Ethan, Cerami, "Web Services Essentials – Distributed Applications with XML-RPC, SOAP, UDDI & WSDL", O'Reilly, 1<sup>th</sup> ed, 2002.
26. Newcomer, Eric, "Understanding Web Services Xml Wsdl Soap And Uddi", Addison Wesley.
27. The RAISE Language Group, "The RAISE Specification Language", The BCS Practitioner Series, Prentice-Hall, 1992.
28. Montejano Germán, A., (2005). Especificación Formal en RSL del Balanced Scorecard. Tesis. Facultad de Ciencias Físico Matemáticas y Naturales, UNSL.
29. Yan, Liu, Mingguang, Zhuang, Qingling, Wang,Biao, Yu, "UTISP: An Urban Traffic Information Portal based on WebGIS", The Third International Conference on Internet and Web Applications and Services, IEEE, 2008.
30. Do-Hyun, Kim, Kwang-Soo, Kim, Haeock, Choi,Jong-Hun, Lee, "The Design and Implementation of Open GIS Service Component", Geoscience and Remote Sensing Symposium, 2001. IGARSS '01. IEEE 2001 International, 2001.
31. Do-Hyun, Kim, Min-Soo, Kim, "Web GIS Service Component Based On Open Environment", Geoscience and Remote Sensing Symposium, 2002. IGARSS '02. 2002 IEEE International, 2002.
32. Zhifeng, Guo, Xingling, Wang, Guoqing, Sun, "Research and Application on Spatial Data Web Service Based on .Net Platform", Geoscience and Remote Sensing Symposium, 2003. IGARSS '03. Proceedings. IEEE, 2003.
33. Dang, Van Hung, George, Chris, Janowski, Tomasz, Moore, Richard, "Specification Case Studies in RAISE", UNU-IIST, 2002.