



ugr

Universidad  
de Granada

TRABAJO FIN DE MÁSTER  
MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA INFORMÁTICA

# Integración de Información Geográfica en la Web Semántica

---

SUBTÍTULO

**Autora**

Gema Correa Fernández

**Director**

José Samos Jiménez



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍAS INFORMÁTICA  
Y DE TELECOMUNICACIÓN

Granada, 23 de junio de 2019









Gema Correa Fernández

# Integración de Información Geográfica en la Web Semántica

---

## SUBTÍTULO

Trabajo de Fin de Máster para la integración de Información Geográfica  
en la Web Semántica del Departamento de Lenguajes y Sistemas  
Informáticos de la Escuela Técnica Superior de Ingenierías  
Informáticas y de Telecomunicaciones de la UGR

Director: José Samos Jiménez

Septiembre de 2019



**Integración de Información Geográfica en la Web Semántica:**  
**SUBTÍTULO**

Gema Correa Fernández

**Resumen**

**Palabras-clave:**





**TÍTULO EN INGLÉS:  
SUBTÍTULO EN INGLÉS**

Gema Correa Fernández

**Abstract**

**Key-words:**



---

Yo, **Gema Correa Fernández**, alumna del Máster Universitario de Ingeniería Informática de la **Escuela Técnica Superior de Ingenierías Informática y de Telecomunicación de la Universidad de Granada**, con DNI 75572158-T, autorizo la ubicación de la siguiente copia de mi Trabajo Fin de Máster en la biblioteca del centro para que pueda ser consultada por las personas que lo deseen.

Asimismo, el código fuente del proyecto y esta documentación pueden consultarse en la dirección <https://github.com/Gecofer/TFM> una vez defendido el TFM, para que aquellos que lo deseen puedan conocer el proyecto.

Fdo: Gema Correa Fernández

Granada a 23 de junio de 2019



---

D. **José Samos Jiménez**, Profesor del Departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos de la Universidad de Granada.

**Informa:**

Que el presente trabajo, titulado *Integración de Información Geográfica en la Web Semántica*, **SUBTÍTULO**, ha sido realizado bajo su supervisión por **Gema Correa Fernández**, y autorizamos la defensa de dicho trabajo ante el tribunal que corresponda.

Y para que conste, expiden y firman el presente informe en Granada a 23 de junio de 2019.

**El director:**

**José Samos Jiménez**



# Agradecimientos





# Índice general

<b>1. Introducción</b>	<b>1</b>
1.1. Introducción . . . . .	1
1.2. Definición del problema . . . . .	1
1.3. Motivación . . . . .	1
1.4. Premisas e Hipótesis . . . . .	2
1.5. Objetivos . . . . .	2
1.5.1. Objetivo General . . . . .	2
1.5.2. Objetivos Específicos . . . . .	2
1.6. Estructura de la monografía . . . . .	3
<b>2. Conceptos Geográficos</b>	<b>5</b>
2.1. Sistemas de Información Geográfica . . . . .	5
2.1.1. Elementos de un SIG . . . . .	5
2.1.2. Ejemplo de aplicación real de los SIG . . . . .	5
2.2. ¿Qué no es un SIG? . . . . .	5
2.3. Tipos de SIG . . . . .	5
2.3.1. Representación de datos geográficos . . . . .	5
2.3.2. Tipos de software SIG . . . . .	5
2.4. Resumen del capítulo . . . . .	6
<b>3. Web Semántica</b>	<b>7</b>
3.1. Web Semántica . . . . .	7
3.1.1. Web actual vs. Web Semántica . . . . .	7
3.1.2. Lenguaje de marcado geográfico . . . . .	7
3.2. XML . . . . .	7
3.3. SVG . . . . .	7
3.4. RDF . . . . .	8
3.5. Ontologías . . . . .	8
3.5.1. OWL . . . . .	8
3.6. Servicios web geoespaciales . . . . .	8
3.7. Resumen del capítulo . . . . .	8

<b>4. Aplicación</b>	<b>11</b>
4.1. Resumen del capítulo . . . . .	12
<b>5. Resultados</b>	<b>13</b>
5.1. Resumen del capítulo . . . . .	13
<b>6. Conclusiones y Trabajo Futuro</b>	<b>15</b>
6.1. Conclusiones . . . . .	15
6.2. Trabajo futuro . . . . .	15
<b>Bibliografía</b>	<b>18</b>

# Índice de figuras



# Índice de cuadros



# Capítulo 1

## Introducción

**RESUMEN:** Este capítulo define los límites del proyecto: problema a resolver, motivos de su elección, objetivos previstos y estructura. Teniendo como propósito convencer al lector para que no aparte la vista del trabajo.

### 1.1. Introducción

El trabajo que se presenta a continuación es un estudio ...

### 1.2. Definición del problema

El trabajo tiene como objetivo la integración de Información Geográfica en la Web Semántica ...

### 1.3. Motivación

*¿Qué motivación y razones me llevan a comenzar un proyecto como este?*  
Como Ingeniera Técnica Informática y estudiante del Máster Universitario en Ingeniería Informática, he adquirido a lo largo del grado y del máster conocimientos y usos muy diversos que se le puede dar a la tecnología. Después de haber realizado el Trabajo de Fin de Grado en *Análisis de Información Geográfica mediante QGIS y R centrado en el Modelo Digital del Terreno*, he querido seguir cumpliendo el objetivo que me propuse: conocer más el mundo en el que se mueven los SIG, puesto que en estos dos años me es imposible abarcar todas las áreas relacionadas con el mismo. Además, destacar que durante la realización del Máster Universitario en Ingeniería Informática, he adquirido algunos conocimientos en la temática de Web Semántica a partir de la asignatura de *Desarrollo de Software basado en Componentes y Servicios* impartida por Manuel Ignacio Capel Tuñón. Es más, las ganas

de adentrarme en este mundo, ha hecho que durante este año haya asistido al curso de Web Semántica del Máster de Desarrollo de Software, impartido por el tutor junto con otros profesores. Por todo esto y más, y con la idea de pasar tanto en lo personal como en lo profesional a un siguiente nivel mi Trabajo de Fin de Grado, surgió este Trabajo de Fin de Máster en el que intento dar cabida a la Web Semántica Geoespacial, con el fin de enriquecerme tanto personal como profesionalmente y de adentrar al lector en este tema tan interesante.

La idea de este proyecto comenzó a tomar forma a principios de curso, tras mantener varias reuniones con el tutor del TFG y ver que posibilidades había de seguir estudiando y ampliando los Sistemas de Información Geográficos de manera más práctica y profesional. Entonces, partiendo de todos los conocimientos que tengo a priori de la realización de este trabajo, me pregunto lo siguiente: *¿existen interoperabilidad en los Sistemas de Información Geográfico?*. Este tipo de preguntas ha llevado a cabo el desarrollo del análisis en donde, gracias a ... En los sucesivos capítulos, iremos detallando cada uno de los conceptos que aquí mencionamos.

## 1.4. Premisas e Hipótesis

La realización de este trabajo ha partido de varios supuestos básicos: ... Por último, considero que este trabajo ofrece posibilidades que merecen la máxima difusión, que son desconocidas para gran parte del público en general y de los Ingenieros en Informática en particular.

## 1.5. Objetivos

Este apartado recoge los objetivos iniciales marcados para la realización del trabajo, especificando los propósitos que se esperan conseguir del mismo. A continuación, se detallan tanto los objetivos generales como específicos para el TFM.

### 1.5.1. Objetivo General

El objetivo de este proyecto es profundizar en ...

### 1.5.2. Objetivos Específicos

En el subapartado anterior, se mencionan a grandes rasgos los objetivos que vamos a lograr con dicho análisis y aplicación. Por tanto, detallaremos los objetivos más específicos del proyecto, en donde al final del documento comprobaremos que dichos objetivos se han cumplido:



1.

## 1.6. Estructura de la monografía

En este primer capítulo, se ha desarrollado una pequeña introducción al contexto que desarrolla este trabajo, puntualizando en los motivos de la elección del mismo. A continuación, se detallan de forma resumida los contenidos del resto de capítulos de este documento:

- En el *capítulo 2 (Sistemas de Información Geográfica)*, se contextualiza el trabajo, presentando para ello los SIG. Además, veremos brevemente el estado del arte sobre ciertos aspectos relacionados con el proyecto.
- En el *capítulo 3 (Web Semántica)*, se expone el concepto de Web Semántica, necesario para comprender su aplicación en el *capítulo 4*.
- En el *capítulo 4 (Aplicación)*,
- En el *capítulo 5 (Resultados)*,
- En el *capítulo 6 (Conclusiones y Trabajo Futuro)*, se evalúan todas las propuestas realizadas en los *capítulos 4 y 5*, recopilando tanto lo que se ha hecho a lo largo del desarrollo de este trabajo como las conclusiones y resultados finales obtenidos de esta experiencia. Se comentan además una serie de mejoras para el futuro que se podrían aplicar, pero que por diversos motivos caen fuera del ámbito de este trabajo.



## Capítulo 2

# Conceptos Geográficos

**RESUMEN:** Este capítulo ...

### 2.1. Sistemas de Información Geográfica

#### 2.1.1. Elementos de un SIG

#### 2.1.2. Ejemplo de aplicación real de los SIG

### 2.2. ¿Qué no es un SIG?

### 2.3. Tipos de SIG

#### 2.3.1. Representación de datos geográficos

- Modelo de datos Ráster - Modelo de datos Vectorial

#### 2.3.2. Tipos de software SIG

Hay varios SIG comerciales de escritorio: ESRI ArcGIS, Intergraph GeoMedia, Autodesk AutoCAD, MapInfo Professional, Smallworld GIS y SuperMap.

Además, numerosos sistemas de software GIS de escritorio de fuente abierta también están disponibles para el manejo de datos geoespaciales: GRASS GIS, gvGIS, JUMP GIS, uDig, SAGA GIS, ILWIS, MapWindow GIS y QGIS.

Es improbable que todas las aplicaciones GIS utilicen el mismo software. Los diferentes proveedores tienen sus propios diseños de software propietario, modelos de datos y estructuras de almacenamiento de bases de datos.

Por lo tanto, las bases de datos geográficas basadas en estos diseños no pueden comunicarse sin la conversión de datos. Para intercambiar información y compartir recursos de geo-bases de datos computacionales entre sistemas heterogéneos, se deben desarrollar herramientas de conversión para transferir datos de un formato a otro. Además, estas diversas estructuras de bases de datos SIG de escritorio hacen que el intercambio de datos remoto y el intercambio sean más difíciles debido a la accesibilidad limitada y la conversión de datos requerida.

Internet GIS o Web GIS crea un entorno único para compartir datos geoespaciales. Hay muchos programas de Internet GIS o Web GIS disponibles para compartir datos a través de la Web, como Esri's ArcGIS Server, Intergraph's GeoMedia WebMap, MapInfo's MapExtreme, AutoDesk's MapGuide, GE SmallWorld's Internet Application Server y ER Mapper's Image Web Server.

Aunque estos programas de Internet GIS ofrecen mejores herramientas para compartir datos en la Web, también tienen los problemas de los diseños de software propietario, los modelos de datos y las estructuras de almacenamiento de bases de datos. El intercambio de datos, facilitado por los avances en las tecnologías de red, se ve obstaculizado por la incompatibilidad de la variedad de modelos y formatos de datos utilizados en diferentes sitios.

## 2.4. Resumen del capítulo

## Capítulo 3

# Web Semántica

**RESUMEN:** Este capítulo ...

### 3.1. Web Semántica

#### 3.1.1. Web actual vs. Web Semántica

#### 3.1.2. Lenguaje de marcado geográfico

En literatura, se han desarrollado varios estándares útiles para facilitar el intercambio de datos espaciales. Por ejemplo, el archivo de datos geográficos (GDF) es un formato de archivo intercambiable para compartir datos geográficos. GDF está diseñado específicamente para el intercambio de datos espaciales para sistemas de transporte inteligente (ITS).

### 3.2. XML

Geography Markup Language (GML) es “una gramática XML escrita en XML Schema para el modelado, transporte y almacenamiento de información geográfica, incluidas las propiedades espaciales y no espaciales de las características geográficas”

### 3.3. SVG

Como su nombre lo indica, SVG es un gráfico vectorial, que es diferente de los formatos de imagen rasterizada, como GIF, JPEG y PNG. Como gráfico vectorial, SVG utiliza declaraciones matemáticas para describir las formas y los trazados de una imagen.

Los datos GML se pueden transformar en formato SVG utilizando un procesador XSLT a través de la combinación con una hoja de estilo. XSLT

(Transformaciones de lenguaje extensible de hojas de estilo) es un lenguaje para transformar documentos XML en otros documentos XML u otros objetos, como HTML para páginas web.

### 3.4. RDF

### 3.5. Ontologías

#### 3.5.1. OWL

### 3.6. Servicios web geoespaciales

Con el desarrollo de estándares abiertos, surgieron servicios web para la interoperabilidad de datos a través de la web. Los servicios web son componentes de software autocontenidos y autodescritos que pueden ser descubiertos e invocados por otros componentes de software a través de la web.

### 3.7. Resumen del capítulo

- Interoperabilidad de datos geoespaciales: integración y estandarización
- Dan problemas GDF y SDTS
- Ventajas del XML
- ¿Por qué usar XML?
- ¿Por qué es escalable SVG?
- Limitaciones SVG

Este capítulo presenta la información de fondo sobre la interoperabilidad de datos geoespaciales y las tecnologías más avanzadas para lograr la interoperabilidad de datos geoespaciales, como GML, SVG y servicios web geoespaciales. Aunque se han desarrollado muchas bases de datos de SIG, la interoperabilidad de los datos geoespaciales sigue siendo un desafío para la comunidad geoespacial. GML como formato estándar de intercambio de datos tiene como objetivo lograr el objetivo de la interoperabilidad de los datos al proporcionar mecanismos para compartir y reutilizar datos a nivel de características en la Web. Sin embargo, GML se ha diseñado para mantener el principio de separar el contenido de la presentación. Por lo tanto, se puede usar SVG para diseñar los datos GML para la presentación. Como gráfico vectorial, SVG puede mostrar mapas de alta calidad. Mientras que GML proporciona un medio para codificar y transportar características geoespaciales a XML, SVG proporciona un medio para mostrar estas características geoespaciales codificadas en GML en mapas vectoriales en la Web. Un tema de preocupación es cómo realizar colas y extraer características de la base de datos para responder a las solicitudes de los usuarios. Las especificaciones de implementación de servicios web geoespaciales desarrolladas

por OGC cumplen esta función. Específicamente, (1) Web Feature Service (WFS) permite a un cliente recuperar, consultar y manipular datos geoespaciales a nivel de característica codificados en GML (Geography Markup Language) desde múltiples fuentes; (2) Web Map Service es capaz de crear y mostrar mapas que provienen simultáneamente de múltiples fuentes heterogéneas en un formato de imagen estándar; (3) el Servicio de cobertura web proporciona acceso a conjuntos potencialmente detallados y ricos de información geoespacial en formas que son útiles para la representación del lado del cliente, cobertura multivalor y aportes a modelos científicos y otros clientes; (4) Web Processing Service define reglas para estandarizar entradas y salidas (solicitudes y respuestas) de servicios de procesamiento geoespacial; (5) El Servicio de catálogos proporciona catálogos para servicios web de OGC y admite la capacidad de publicar y buscar colecciones de información descriptiva (metadatos) para datos, servicios y objetos de información relacionados. La arquitectura que hace uso completo de los servicios de catálogo web y otros servicios web, como OGC WFS, WMS, WCS y WPS, se denomina Arquitectura Orientada a Servicios (SOA). La SOA se aleja de los sistemas monolíticos hacia sistemas distributivos con componentes interoperables, y las implementaciones de la SOA pueden disminuir los problemas en la duplicación y el mantenimiento de los datos y modelos.





## Capítulo 4

# Aplicación

**RESUMEN:** Este capítulo ...

Un SIG ha sido ampliamente utilizado por una variedad de aplicaciones, muchas bases de datos geográficas han sido desarrolladas por diferentes programas y software. Sin embargo, sigue siendo un gran problema compartir estos datos geoespaciales y usarlos para el desarrollo de aplicaciones SIG. No es que los datos no estén disponibles, hay una gran cantidad de datos geográficos almacenados en diferentes lugares y en diferentes formatos, pero la reutilización de datos para nuevas aplicaciones y el intercambio de datos son tareas abrumadoras debido a la heterogeneidad de los sistemas existentes en términos de conceptos de modelado de datos, técnicas de codificación de datos y estructuras de almacenamiento, etc.

Hay dos problemas que resultan directamente de la no interoperabilidad de las bases de datos. Uno es el cambio en la exactitud de los datos. Después de que los datos se conviertan de un formato a otro, pueden ocurrir problemas como la precisión de coordenadas, errores de omisión, nombres de atributos faltantes o incorrectos y una topología incorrecta. El segundo problema es la inversión de tiempo y dinero para la conversión de datos. Se ha desperdiciado mucho dinero y tiempo en la conversión de datos o en el desarrollo de herramientas de conversión de datos.

La interoperabilidad de datos significa la capacidad de utilizar una variedad de formatos de datos. Los datos geoespaciales interoperables pueden ser utilizados por diferentes tipos de programas y aplicaciones. Con datos geoespaciales interoperables, los usuarios deben poder solicitar, acceder e integrar datos fácilmente sin importar dónde se almacenen los datos (local o remotamente). La interoperabilidad de los datos geoespaciales es extremadamente importante para las aplicaciones geoespaciales, ya que existían grandes cantidades de datos espaciales de diferentes formatos geográficos y hay una mayor demanda de reutilización de estos datos espaciales existentes para la

toma de decisiones. La interoperabilidad de los datos geoespaciales elimina las barreras para el intercambio de datos y permite a los usuarios acceder, mapear, visualizar y analizar directamente datos con diferentes formatos de datos espaciales. Los datos geoespaciales interoperables hacen posible la distribución rápida de información y el intercambio entre departamentos.

## 4.1. Resumen del capítulo

## Capítulo 5

# Resultados

**RESUMEN:** Este capítulo ...

### 5.1. Resumen del capítulo



## Capítulo 6

# Conclusiones y Trabajo Futuro

**RESUMEN:** Este capítulo recoge los principales aspectos y contribuciones obtenidos para la integración de Información Geográfica en la Web Semántica. De igual manera, comprobaremos el cumplimiento de los objetivos que introducimos inicialmente en el Capítulo 1. Asimismo, se comentarán posibles propuestas de mejora de cara a sucesivas iteraciones del proyecto, además de comentar otras posibles aplicaciones empleadas, que caen fuera del ámbito de este trabajo.

### 6.1. Conclusiones

En este TFM se ha profundizado ...

Por tanto, mediante el desarrollo de este TFM, considero que se han conseguido los objetivos señalados en el capítulo 1, en concreto:

- 1.

### 6.2. Trabajo futuro

Durante la realización de este TFM se han encontrado temas, ejemplos o aplicaciones bastantes relacionados pero que no se han estudiado en el mismo, por este motivo, comentaremos algunos aspectos a profundizar en el futuro:

- 1.









# Bibliografía



