



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ciencias y Sistemas

CÓMO INTEGRAR SERVICIOS CON INFRAESTRUCTURA DE DATOS ESPACIALES, UTILIZANDO CÓDIGO ABIERTO

José León Sis Saquil

Asesorado por el Ing. Marvin González

Guatemala, febrero de 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**CÓMO INTEGRAR SERVICIOS CON INFRAESTRUCTURA DE DATOS
ESPACIALES, UTILIZANDO CÓDIGO ABIERTO**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

JOSÉ LEÓN SIS SAQUIL

ASESORADO POR EL ING. MARVIN GONZÁLEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO EN CIENCIAS Y SISTEMAS

GUATEMALA, FEBRERO DE 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Juan Carlos Molina Jiménez
VOCAL V	Br. Mario Maldonado Muralles
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Pedro Pablo Hernández Ramírez
EXAMINADOR	Ing. Oscar Alejandro Paz Campos
EXAMINADOR	Ing. Ludwin Federico Altan Sac
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

CÓMO INTEGRAR SERVICIOS CON INFRAESTRUCTURA DE DATOS ESPACIALES, UTILIZANDO CÓDIGO ABIERTO

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería de Ciencias y Sistemas, con fecha abril de 2011.

José León Sis Saquil



Guatemala, 15 de noviembre de 2011

Universidad De San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ciencias y Sistemas
Coordinador de Tesis
Ing. Carlos Azurdia

Respetable Ingeniero:

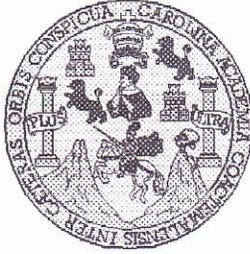
Deseando éxitos en sus labores cotidianas me dirijo a usted para hacer de su conocimiento que asesoré al estudiante **José León Sis Saquil**, identificado con carné **9713504**, cuyo trabajo de graduación lleva el nombre de: **Como integrar servicios con Infraestructura de Datos Espaciales, utilizando Código Abierto**. Por lo cual me es grato indicarle que culminó satisfactoriamente.

Sin otro particular, me suscribo de usted

Atentamente,



Ing. Marvin González
Asesor de tesis
Colegiado 6139



Universidad San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas

Guatemala, 25 de Noviembre de 2011

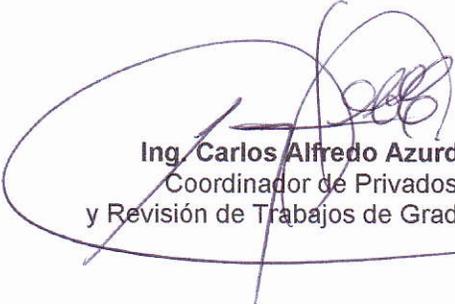
Ingeniero
Marlon Antonio Pérez Turk
Director de la Escuela de Ingeniería
En Ciencias y Sistemas

Respetable Ingeniero Pérez:

Por este medio hago de su conocimiento que he revisado el trabajo de graduación del estudiante **JOSÉ LEÓN SIS SAQUIL** carné 1997-13504, titulado: **“COMO INTEGRAR SERVICIOS CON INFRAESTRUCTURA DE DATOS ESPACIALES, UTILIZANDO CÓDIGO ABIERTO”**, y a mi criterio el mismo cumple con los objetivos propuestos para su desarrollo, según el protocolo.

Al agradecer su atención a la presente, aprovecho la oportunidad para suscribirme,

Atentamente,


Ing. Carlos Alfredo Azurdia
Coordinador de Privados
y Revisión de Trabajos de Graduación



E
S
C
U
E
L
A

D
E

C
I
E
N
C
I
A
S

Y

S
I
S
T
E
M
A
S

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE CIENCIAS Y SISTEMAS
TEL: 24767644

*El Director de la Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del asesor con el visto bueno del revisor y del Licenciado en Letras, de trabajo de graduación titulado **“CÓMO INTEGRAR SERVICIOS CON INFRAESTRUCTURA DE DATOS ESPACIALES, UTILIZANDO CÓDIGO ABIERTO”** presentado por el estudiante JOSÉ LEÓN SIS SAQUIL, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.*

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. Marlon Antonio Pérez Turk
Director, Escuela de Ingeniería Ciencias y Sistemas



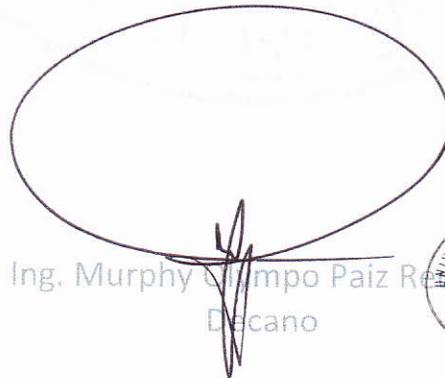
Guatemala, 27 de febrero 2012



DTG. 093.2012

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas, al trabajo de graduación titulado: COMO INTEGRAR SERVICIOS CON INFRAESTRUCTURA DE DATOS ESPACIALES, UTILIZANDO CÓDIGO ABIERTO, presentado por el estudiante universitario José León Sis Saquil, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:


Ing. Murphy Olimpo Paiz Ríos
Decano



Guatemala, 28 de febrero de 2012.

/gdech

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por llenar de bendiciones mi vida y permitir este logro.
Mis padres	Por darme la vida.
Mi tía María Felipa	Por todos sus sacrificios y su amor incondicional como una madre, este logro es especialmente para usted.
Mi primo Hugo Leonel	Por ser como un hermano.
Mi hermano y hermanas	Por los momentos juntos, gracias por su cariño.
Bernarda Patricia	Por todo su amor y comprensión a lo largo de estos años.
La familia Ovalle Pérez	Por hacerme sentir parte de su familia al brindarme su ayuda y cariño desinteresado.
Mis amigos y amigas	Por ayudarme en los momentos difíciles y ser parte esencial de mi vida.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
GLOSARIO.....	VII
RESUMEN.....	XIII
OBJETIVOS.....	XV
INTRODUCCIÓN.....	XVII
1. JUSTIFICACIÓN.....	1
1.1. El porqué de la investigación.....	2
1.2. Quiénes se beneficiarán con los resultados.....	3
2. INFRAESTRUCTURA DE DATOS ESPACIALES.....	5
2.1. Reseña histórica.....	5
2.2. Definición de infraestructura de datos espaciales.....	8
2.3. Principios.....	9
2.3.1. Marco institucional.....	10
2.3.2. Estándares.....	10
2.3.3. Tecnología.....	10
2.3.4. Política de datos.....	11
2.4. Componente.....	11
2.4.1. Información y metadatos.....	12
2.4.1.1. Metadatos.....	12
2.4.1.2. Características de los metadatos.....	13
2.4.2. Estandarización y formato.....	13
2.4.3. Políticas.....	14
2.4.4. Acceso a red.....	15

2.4.5.	Usuarios	16
2.5.	Arquitectura.....	16
2.5.1.	Temas clave basado en arquitectura de participación	17
2.5.2.	Plataforma independiente del modelo	17
2.5.3.	<i>OpenGIS</i> arquitectura de servicio <i>Web</i>	20
2.5.4.	Especificaciones más utilizadas	22
3.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	23
3.1.	Situación actual de geo portales en Guatemala.....	23
3.1.1.	Geo portal del Instituto Guatemalteco de Turismo	25
3.1.2.	Geo portal del Sistema Nacional de Información Territorial, Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia.....	26
3.1.3.	Cómo obtener dirección de servicios publicados en SINIT e INGUAT.....	29
3.2.	Consumo de servicios geográficos por medio de la herramienta <i>Quantum GIS</i>	31
3.2.1.	Qué es <i>Quantum GIS</i>	31
3.2.2.	Características de <i>Quantum GIS</i>	32
3.2.3.	Descripciones de las bondades de <i>Quantum GIS</i>	32
3.2.3.1.	Herramienta añadir capa vectorial.....	33
3.2.3.2.	Herramienta añadir capa ráster	34
3.2.3.3.	Herramienta añadir tabla <i>PostGIS</i>	34
3.2.3.4.	Herramienta añadir capa <i>SpatialLite</i>	36
3.2.3.5.	Herramienta añadir capa <i>WMS</i>	36
3.2.3.6.	Herramienta añadir capa <i>WFS</i>	38

3.2.3.7.	Herramientas para añadir capas de archivos <i>shapes</i>	39
3.2.3.8.	Herramienta utilizada para eliminar capas	39
3.2.3.9.	Cómo movilizarse sobre los mapas	39
3.2.4.	Integración de servicios	41
3.2.4.1.	Importancia de integración de servicios en la infraestructura de datos espaciales	42
3.2.4.2.	Objetivos de la integración de servicios SINIT e INGUAT	42
3.2.4.3.	Integración de servicios SINIT y TELGUA	43
3.2.5.	Interpretación de resultados	53
4.	RESULTADOS	55
4.1.	Integración de servicios INGUAT y SINIT, alojamiento y actividad artesanal.....	55
4.2.	Integración de servicios INGUAT y SINIT, hospedaje e hidrología.....	56
	CONCLUSIONES	59
	RECOMENDACIONES.....	61
	BIBLIOGRAFÍA.....	63

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Centroamérica: tenencia y conectividad.....	1
2.	Componentes de infraestructura de datos espaciales	11
3.	INSPIRE arquitectura técnica.....	18
4.	Estructura de servicios <i>Web OpenGIS</i> en empresas	21
5.	Vista del geo portal del Instituto Guatemalteco de Turismo	25
6.	Geo portal IDE – Sistema Nacional de Información	27
7.	Combinación servicios INGUAT – SINIT	28
8.	Obtención de dirección de servicio <i>WMS</i> de INGUAT	29
9.	Obtención de servicio <i>WMS</i> de SINIT	30
10.	Ventana principal <i>Quantum GIS</i>	33
11.	Herramienta añadir capa vectorial, <i>Quantum GIS</i>	33
12.	Herramienta añadir capa ráster, <i>Quantum GIS</i>	34
13.	Herramienta añadir tabla de <i>PostGIS</i> , <i>Quantum GIS</i>	35
14.	Herramienta añadir capa <i>WMS</i> , <i>Quantum GIS</i>	36
15.	Ventana emergente para realizar una nueva conexión <i>WMS</i> , <i>Quantum GIS</i>	37
16.	Insertar capa de tipo <i>WFS</i> , <i>Quantum WFS</i>	38
17.	Herramienta para agregar archivos tipo <i>shape</i> y eliminar capa seleccionada	39
18.	Opciones para movilizarse	41
19.	Selección del servicio IDE general, geo portal SINIT	43
20.	Agregar servicio <i>WMS</i> de SINIT, <i>Quantum GIS</i>	44
21.	Creación de nueva conexión al servicio SINIT, <i>Quantum GIS</i>	45

22.	Establecer conexión y selección de capa, servicio IDE general – SINIT, <i>Quantum GIS</i>	47
23.	Presentación de la capa departamentos del servicio IDE general, SINIT, <i>Quantum GIS</i>	48
24.	Selección de servicio, geo portal INGUAT.....	49
25.	Agregar servicio WMS de INGUAT, <i>Quantum GIS</i>	50
26.	Establecer conexión y selección de capa, servicio INGUAT, <i>Quantum GIS</i>	51
27.	Presentación de la combinación de servicios entre SINIT e INGUAT, <i>Quantum GIS</i>	52
28.	Escuelas que se encuentran dentro de zonas protegidas, <i>Quantum GIS</i>	53
29.	Presentación de lugares turísticos con en foque ecológico, <i>Quantum GIS</i>	54
30.	Integración de servicios INGUAT y SINIT, alojamiento y actividad artesanal.....	56
31.	Integración de servicios INGUAT y SINIT, hidrología y hospedaje.....	57

TABLAS

I.	Eventos relevantes en torno a los datos espaciales.....	6
II.	Instituciones representantes en la unidad interinstitucional de apoyo	24

GLOSARIO

Aplicaciones de código abierto	Aplicación, cuyo código fuente y otros derechos que normalmente son exclusivos para aquellas personas que poseen los derechos de autor, forman parte del dominio público.
Cartografía	Ciencia que se encarga del estudio y de la elaboración de los mapas geográficos, territoriales y de diferentes dimensiones lineales y demás.
Catastro inmobiliario	Registro administrativo dependiente del Estado en el que se describen los bienes inmuebles rústicos, urbanos y de características especiales.
CFDG	Comité federal de datos geográficos, promueve el desarrollo coordinado, uso, intercambio y difusión de datos geoespaciales a nivel nacional con jurisdicción en Estados Unidos.
Geo Portal	Sitio <i>Web</i> cuyo objetivo es ofrecer al usuario el acceso a una serie de recursos y servicios basados en información geográfica.

GeoRM	Del inglés <i>Geo Rights Management</i> (Administración de Derechos Geoespaciales), cuya misión es coordinar y avanzar en el desarrollo y validación del trabajo realizado en la gestión de derechos digitales para la comunidad geoespacial.
Georeferenciación	Se refiere al posicionamiento con el que se define la localización de un objeto espacial (representado mediante punto, vector, área, volumen), en un sistema de coordenadas.
HTML	<i>HyperText Markup Language</i> (Lenguaje de Marcado de Hipertexto), es el lenguaje predominante para la elaboración de páginas <i>web</i> .
IDE	Infraestructura de datos espaciales, integra datos, metadatos, servicios e información de tipo geográfico para promover su uso.
IGN	Instituto Geográfico Nacional, entre sus objetivos es proveer información geográfica y cartográfica confiable para la investigación, planificación, monitoreo, para el desarrollo del país a nivel público y privado.

INGUAT	Instituto Guatemalteco de Turismo, es una entidad estatal descentralizada, obligada a desarrollar las funciones encaminadas al fomento del turismo interno y receptivo.
INSPIRE	Del inglés <i>Infrastructure for Spatial Information in Europe</i> (Infraestructura de Información Espacial en Europa), iniciativa de la Comisión Europea, que tiene como objetivo la creación de una infraestructura de datos espaciales.
IRM	Del inglés <i>Information Rights Management</i> (Administración de Derechos de Información), término que se aplica a una tecnología que protege la información sensible del acceso no autorizado.
ISO	Del inglés <i>International Organization for Standardization</i> (Organización Internacional de Normalización), es el organismo encargado de promover el desarrollo de normas internacionales de fabricación, comercio y comunicación para todas las ramas industriales a excepción de la eléctrica y la electrónica.
OGC	Del inglés <i>Open Geospatial Consortium</i> (Consortio Abierto Geoespacial), su fin es definir de estándares abiertos e interoperables dentro de los Sistemas de Información Geográfica.

OpenGIS	Fundación que dio origen a lo que posteriormente se llamaría Consorcio Abierto Geoespacial.
OWS	Del inglés <i>OGC Web Services</i> (Servicios Web OGC), conjunto de servicios los cuales se encapsulan por medio de la <i>web</i> .
Protocolo	Conjunto de reglas normalizadas para la representación, señalización, autenticación y detección de errores necesarios para enviar información a través de un canal de comunicación.
PYMES	Pequeña y mediana empresa, es una entidad independiente, creada para ser rentable, que no predomina en la industria a la que pertenece, cuya venta anual en valores no excede un determinado tope y el número de personas que la conforma no excede un determinado límite, definidos ya sea por el Estado o por regiones.
SEGEPLAN	Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, es el órgano de planificación del Estado y de apoyo a las atribuciones de la Presidencia de la República de Guatemala.

SIG	Sistemas de Información Geográfica, es una integración organizada de tecnología informática y datos geográficos diseñada para capturar, almacenar, manipular, analizar y desplegar en todas sus formas la información geográficamente referenciada con el fin de resolver problemas complejos de planificación y gestión geográfica.
SINIT	Sistema Nacional de Información Territorial, contiene y sistematiza toda la información alfanumérica y cartográfica necesaria para analizar la estructura territorial, evaluar su dinámica a escala nacional, departamental y municipal, así como crear y dar seguimiento a los instrumentos del sistema nacional de planificación.
SOA	Del inglés <i>Service Oriented Architecture</i> (Arquitectura Orientado al Servicio), concepto de arquitectura de <i>software</i> que define la utilización de servicios para dar soporte a los requisitos del negocio.
XML	Del inglés de <i>eXtensible Markup Language</i> (lenguaje de marcas extensible), desarrollado por el <i>World Wide Web Consortium</i> , permite definir la gramática de lenguajes específicos.

RESUMEN

Actualmente hay una variedad de sitios *web* los cuales se enfocan en presentar contenido geográfico, y la continua necesidad de combinar información de varias fuentes, nace la inquietud de tener una referencia de apoyo, específicamente cuando se desea integrar diferentes servicios de mapas.

El presente estudio pretende explicar a grandes rasgos los conceptos necesarios que ayuden a crear servicios básicos de mapas, y lo primordial, cómo llegar a integrarlos. Para este punto es necesario tener una base en la cual trabajar, se inicia realizando una pequeña descripción, así como una breve reseña histórica de los servicios de mapas, enfocándose en la estructura de datos espaciales, asimismo los diferentes componentes necesarios para llevarse a cabo la integración. Este documento aborda la arquitectura soportada en los datos espaciales, explicando los elementos que intervienen al momento de relacionarse varios servicios.

Es importante la descripción de los servicios habituales necesarios para mantener una interacción continua, siendo ésta una de las columnas primordiales que permitirá la comunicación con los servicios. Todo esto permite desarrollar una ayuda al lector al momento que desee relacionar e integrar servicios de mapas y todas las posibilidades administrativas de presentar la información de forma gráfica, así también a tomar decisiones que en otra forma serían imposibles de visualizar.

OBJETIVOS

General

Ser una guía práctica, orientada a la integración de servicios de mapas, donde pueda obtener provecho a servicios creados o por crearse, dando pasó a la información combinada, mostrando el alcance y lo productivo que puede llegar a ser, el tener información relacionada.

Específicos

1. Dar a conocer el concepto de qué son los Sistemas de Información Geográfica y lo importante que pueden llegar a ser.
2. Tener claro qué es la infraestructura de datos espaciales y sus posibles aplicaciones.
3. Percibir que existen diferentes formas de utilizar servicios de mapas, enfocándonos en algunos por medio de lenguajes de programación de código abierto para enlazar diferentes servicios de mapas.
4. Llegar a acoplar varios servicios públicos y tomar la iniciativa para que otros continúen estos pasos.

INTRODUCCIÓN

Uno de los inconvenientes que se tenían al momento de generar información geográfica, es el poder compartir dicha información a otras entidades, y al querer utilizar información de otras empresas se hacía tedioso el intentar traducir los datos para acoplarlos. Ante éstas y otras necesidades, surge la infraestructura de datos espaciales con el uso de estándares, tecnología, políticas institucionales para lograr el acople de información.

En Guatemala, actualmente existen instituciones que han sido precursores en la infraestructura de datos espaciales: el SINIT, INGUAT, ING, por mencionar algunas. Sin embargo, no ha tomado el auge suficiente, una de las limitantes, podría mencionarse el alto costo que conlleva implementar una estructura que soporte dicha tecnología; otra es la falta de conocimiento y cultura de cooperación entre instituciones, ya sea por el resguardo de la información para que no sea alterada, o por el recelo de quién es el generador de la misma.

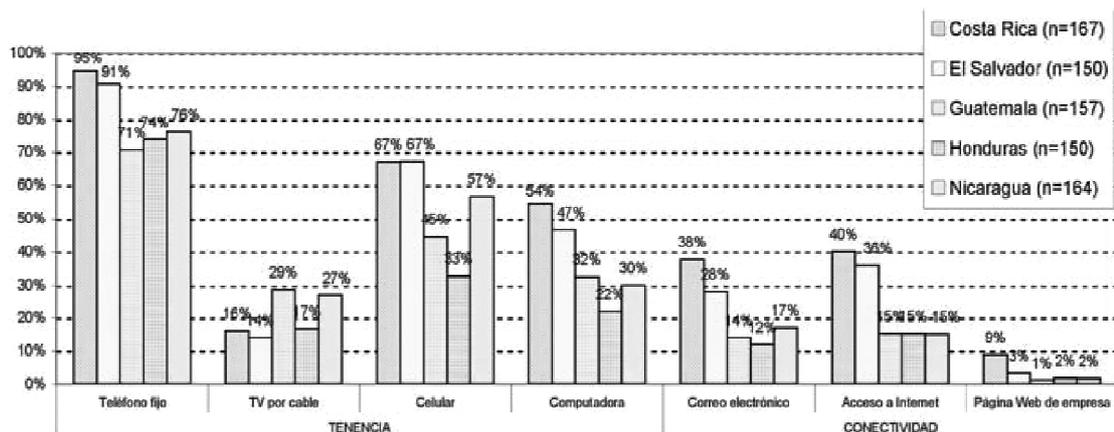
Sin embargo, a pesar de éstas dificultades, se encuentran propuestas que pueden llegar a disminuir los costos, y a la vez fomentar el intercambio de información, tal es el caso de las herramientas de código abierto, los cuales tienen la capacidad de comunicarse con los Sistemas de Información Geográfica.

Surge, entonces la necesidad de dar a conocer algunos métodos de consumo de servicios, por medio de aplicaciones de código abierto, indicando aquellas entidades que promueven, actualmente, el intercambio de información.

1. JUSTIFICACIÓN

Recientemente se ha observado la continua utilización de la tecnología, específicamente en internet, esta herramienta ha tenido un incremento considerable, siendo al inicio de uso exclusivo para personas de nivel media-alta que podían costear el servicio, a partir del siglo XXI ha dejado de ser un lujo, convirtiéndose en una necesidad. Para el 2002 en Guatemala se tenía un aproximado de 200 000 usuarios con acceso a internet y para el 2009 sobrepasaba ya los 2 279 millones de usuarios. Junto a esto, el acceso a la tecnología de la Información y la comunicación en cinco países de la región para las pequeñas y medianas empresas muestran porcentajes importantes en el área de tecnología como se puede observar en la figura 1 que se muestra a continuación.

Figura 1. Centroamérica: tenencia y conectividad



Fuente: MONGE GONZÁLEZ, Ricardo; ALFARO, Cindy; ALFARO CHAMBERLAIN, José. *TICs en la PYMES de Centroamérica: impacto de adopción de las tecnologías de la información y la comunicación en el desempeño de las empresas*. p. 85.

En este aspecto se tiene un gran reto con respecto a conectividad, según artículo publicado en infomipyme.com, se menciona que Guatemala, Honduras y Nicaragua, en relación con otros países como Estados Unidos, Canadá y Chile presentan un porcentaje elevado, mientras el 83% de las PYMES canadienses, el 57% de las estadounidenses, y el 47% de las chilenas tienen acceso internet, sólo el 15% de las PYMES guatemaltecas, hondureñas y nicaragüenses, tienen acceso a esta herramienta.

1.1. El porqué de la investigación

Debido al continuo crecimiento de aplicaciones *web* que utilizan mapas, nace la necesidad de relacionarlos, incluso poder fusionar los diferentes servicios, esto trae consigo una serie de ventajas:

- Intercambio de información: el trabajo realizado se publica por medio de servicios, éstos tienen la peculiaridad de que otros pueden acceder a ellos y observar los resultados.
- Dar a conocer nuevas herramientas: con el auge de éstas, que manipulan gráficos, específicamente mapas, es un medio por el cual se puede dar a conocer y observar la aplicación y los beneficios que ello conlleva.
- Fomentar la cultura de compartir: es una forma de ampliar los conocimientos y aportar algo que ayude a mejorar el entorno. Actualmente, hay información disponible en el país que diariamente se está generando, pero en su mayoría no se ha contemplado compartirla con los demás, dando la pauta a datos útiles a varias entidades.

1.2. Quiénes se beneficiarán con los resultados

Los resultados obtenidos dependerá de los servicios que se integrarán, se tratará en lo posible, ayudar a comprender cuál es el proceso que lleve a dicho final, no se adentrará en un tema específico, solamente se trata de encausar al lector a incrementar su conocimiento e iniciarlo en el tema. A continuación se detallan quiénes se beneficiarán al implementar la infraestructura de datos espaciales:

- Población en general: la mayor beneficiada, indirectamente al momento de integrar diferentes servicios de mapas de dos o más entidades, puede ayudar en gran medida, a la toma de decisión, pudiendo abarcar educación, salud y seguridad.
- Entidades o personas individuales: en pequeña escala aquellas personas que lean este documento tendrán la base de conocimiento para adentrarse a realizar integración de servicios de mapas, no sin antes tomar las consideraciones expuestas también en el presente documento, con ello podrán tener una visión diferente en el momento que deseen generar información.

2. INFRAESTRUCTURA DE DATOS ESPACIALES

En el presente milenio se ha visto un incremento en las necesidades sociales, éstas se han vuelto cada vez más complejas, en parte se debe al incremento en el desarrollo económico, la evolución tecnológica, incremento en la población y constantes descubrimientos científicos; lo cual indica que el conocimiento geográfico será más importante, ya que es de vital importancia considerar las cosas en conjunto en lugar de individualizarlas, llegando de esta forma a comprender el entorno, conociendo los elementos que la conforman junto con la interacción entre ellas.

La infraestructura de datos espaciales ayuda a mantener esa unidad de elementos y realizar los análisis respectivos, observando la convivencia de múltiples servicios, compartiendo información, que por separado es difícil de distinguir.

2.1. Reseña histórica

El término infraestructura de datos espaciales fue utilizado por primera vez en 1991, en la conferencia de Sistemas de Información Geográfica llevada a cabo en Canadá, en la cual se presentó un documento denominado: Hacia una Infraestructura Nacional de Datos Espaciales, realizado por John McLaughlin, a partir de las ideas contenidas en este documento se desarrollaría posteriormente el informe: Hacia una Infraestructura de Datos Espaciales coordinadas para la Nación; en el Consejo Nacional de Investigación, realizado en 1993 en Estados Unidos por el Consejo Nacional de Investigación de Cartografía y Ciencias, éste último documento se refiere a un marco de

tecnologías, políticas y arreglos institucionales, los cuales en conjunto facilitan la creación, intercambio y uso de datos geospaciales y los recursos relacionados con la información a través de una comunidad de intercambio de información.

El nacimiento de la infraestructura de datos espaciales (IDE), es consecuencia de los continuos problemas que se encontraban al momento de compartir datos, dificultándose de esa manera la interacción de la información para la toma de decisión por parte de las organizaciones generadoras de datos geográficos. Además, se suma a ello la incompatibilidad, tanto de datos así también en los servicios, es decir la inexistencia de estándares para unificar criterios, como la dificultad para acceder a la información, esto último por falta de políticas y arreglos interinstitucionales para la viabilidad y acceso a la información espacial.

Posterior al nacimiento de los sistemas de información geográfico, aparece la necesidad de intercambiar información de diferentes servicios, teniendo esto como base, se detallará brevemente el surgimiento y avances de los sistemas de información, con ello se desea tener una visión más amplia de las necesidades que se tuvieron al momento de integrar servicios de diferentes fuentes. En la tabla I se desglosa algunos acontecimientos que han ayudado o han tenido relevancia en el avance de la materia tratada.

Tabla I. Eventos relevantes en torno a los datos espaciales

Año	Descripción
1958-1961	Da inicio en la Universidad de Washington el departamento de geografía, en búsqueda de métodos avanzados de estadística, programación de computadoras rudimentarias, Cartografía Digital.

Continuación tabla I.

Año	Descripción
1963	Primer Sistema de Información Geográfica, realizada en Canadá cuyo principal propósito fue llevar el análisis de información colectada del catastro canadiense y con ello producir estadísticas de uso del suelo y darle desarrollo a los planes de administración de tierras.
1964	Creación del laboratorio de computación gráfica y análisis espacial en <i>Harvard</i> , siendo éste, la mayor influencia para el desarrollo de SIG hasta inicios de los 80.
1969	Inicia a emerger el formato de datos y vendedores privados inician a ofrecer paquetes <i>GIS</i>
1978-1985	En 1978 se lanza el primer satélite del cual en 1985 se completa el conjunto para dar inicio a las operaciones del Sistema de Posicionamiento Global (<i>GPS</i> , en sus siglas en inglés).
1986	Es fundada la empresa <i>MapInfo</i> , en ese mismo año <i>ESRI</i> lanza su primer programa <i>GIS</i> para computadoras personales.
1988	Fundación del Centro Nacional de Análisis e Información Geográfica establecida en Estados Unidos (<i>NCGIA</i> , en sus siglas en inglés).
1989	Es lanzado " <i>ER Mapper</i> " programa de escritorio para el procesamiento de imágenes.
1993	<i>Xerox PARC</i> lanza la primer <i>web</i> basada en mapa interactivo.

Continuación tabla I.

Año	Descripción
1994	<ul style="list-style-type: none"> • Es establecido el “<i>Open Geospatial Consortium</i>” (<i>OGC</i>), cuya base lo tiene en aplicaciones de código abierto, su finalidad es definir estándares abiertos. • Establecimiento de la <i>ISO/TC 211</i>, cuyo alcance es: normalización en el campo de la información geográfica digital. • Presentación de <i>Xerox PARC</i> del visualizador de internet para mapas.
1994	Es formado en Estados Unidos la infraestructura de datos espaciales Nacionales.

Fuente: BROVELLI, María Antonia. *Historia de SIG*, Politécnico de Milano. p. 12 - 36

2.2. Definición de infraestructura de datos espaciales

El término infraestructura de datos espaciales (IDE), se utiliza frecuentemente, cuando se desea hacer referencia al conjunto de tecnologías, normas y arreglos institucionales que faciliten la disponibilidad y acceso a los datos espaciales, proveyendo la base para el descubrimiento de datos espaciales, con respectiva evaluación y aplicación, tanto para usuarios como a proveedores de todos los niveles, ya sea gubernamentales, del sector comercial, instituciones no lucrativas, sector académico y público en general.

Dicho de otra forma, una IDE es un sistema informático integrado por un conjunto de recursos (catálogos, servidores, programas, datos, aplicaciones, etc.) dedicados a gestionar información geográfica (mapas, imágenes de

satélite, etc.) disponibles en internet que cumplen con una serie de condiciones de interoperabilidad (normas, protocolos, especificaciones, etc.) lo cual permite al usuario hacer uso de ellas por medio de un simple navegador o aplicación para combinarlos según sean sus necesidades.

La infraestructura de datos espaciales se relaciona a un concepto que puede ser aplicado a diferentes escalas, desde aquella que abarca todo el mundo como la infraestructura de datos espaciales global (*Global spatial data infrastructure, GSDI* por sus siglas en inglés), hasta las regionales, nacionales e incluso institucionales. El concepto de IDEs es respuesta a la continua necesidad de toma de decisiones en asuntos de relevancia social. Teniendo los recursos económicos, tecnológicos, infraestructura e incluso humano se puede llegar a tener resultados positivos en la mayoría de los casos, siempre y cuando se tenga el cuidado necesario en el tema de comunicación y cooperación para no dejar en el abandono proyectos prometedores o tener la costosa necesidad de repetirlos innecesariamente.

2.3. Principios

Para entender la naturaleza multidimensional de la IDE, un sistema de clasificación es necesario para tantos aspectos y definiciones de la naturaleza de las IDEs, uno de estos sistemas toma en cuenta cuatro perspectivas diferentes, pero a su vez están relacionadas, una de ellas es la tecnología, y puede decirse que sobresale de las demás. Las nuevas tecnologías han jugado un papel importante en el avance del concepto de la infraestructura de datos espaciales. Las primeras IDEs fueron concebidas antes de la internet y cuando fue lanzada se abrieron varias oportunidades para el desarrollo, cambiando dramáticamente la forma en que se presentaban los datos a los usuarios, siendo más rentable en la maximización del valor agregado de los activos de

información geográfica y mucho más eficaz como mecanismo de difusión de datos.

Estos principios no son definitivos, sino que refleja las generalidades observadas en el establecimiento que la mayoría de IDE's tienen en común.

2.3.1. Marco institucional

Es necesario para llegar a acuerdos, la forma cómo generar y mantener la información geográfica que alimentará a diferentes sistemas, en los cuales se estará consultando las partes involucradas, sobre todo a las productores oficiales.

2.3.2. Estándares

Realizar normas entre los productores de información, las cuales deberán abarcar la información geográfica generada y la manera en que se intercambiará con los demás participantes, cubriendo con ello la forma en que se interactúa con las diferentes aplicaciones.

2.3.3. Tecnología

Es necesario un medio por el cual el usuario final pueda interactuar con los servicios disponibles a compartir, este principio es la tecnología, la cual proporciona un sin número de herramientas con los cuales se realizan búsquedas, consultas, mantenimientos, almacenamiento, procesamiento, transporte, entre otros.

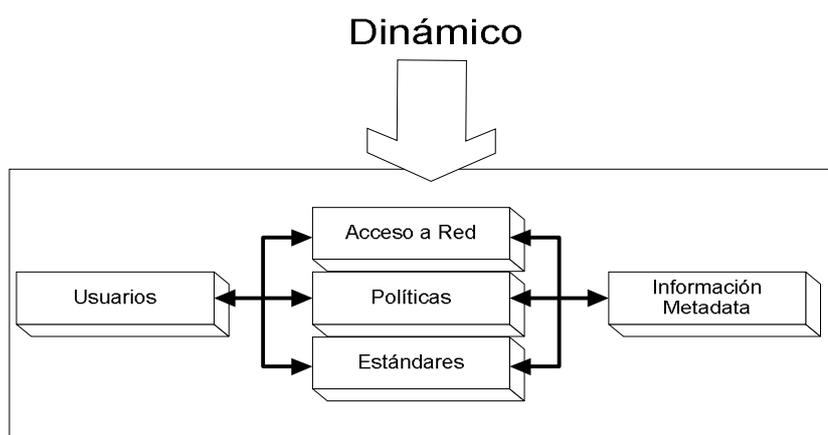
2.3.4. Política de datos

Al igual que el medio de comunicación, la necesidad de que la información esté disponible es un principio fundamental, por lo que, es necesario tener políticas, alianzas y acuerdos de colaboración que aumenten la disponibilidad de los datos, paralelamente a lo anterior es necesario, también el compartir las tecnologías.

2.4. Componente

Los componentes que a continuación se describirán en la figura 2, es sobre una infraestructura de datos espaciales ideal, y éstos se comportan de forma dinámica, cambiando, según las necesidades tecnológicas y las actitudes de los responsables de la información, dando paso a incluir nuevos entornos o componentes, cuando así sea necesario.

Figura 2. Componentes de infraestructura de datos espaciales



Fuente: RAJABIFARD, Abbas; VAEZ, Sheelan S.; WILLIAMSON, Ian. *Modelo ideal de IDE – Cerrando la brecha entre los ambientes marinos y terrestres*. p. 246.

2.4.1. Información y metadatos

La necesidad de información precisa, exacta y oportuna es la base de una buena comunicación, ésta es necesaria para alimentar un sistema. La famosa frase: la información es poder, se queda atrás si no se tiene un control en cuanto a su crecimiento y almacenamiento, en esta parte nace la necesidad de llevar orden de los datos, una forma de realizar esto es etiquetarlos, es decir, hacer uso de metadatos.

2.4.1.1. Metadatos

La palabra metadatos contiene la misma raíz griega que la palabra metamorfosis. Meta implica cambio y metadatos, o datos de datos, describe los orígenes y sigue la pista de los cambios en los datos. Esta definición, muy general, incluye un espectro casi ilimitado de posibilidades, abarcando desde la descripción textual de un recurso generado por el hombre hasta datos generados por máquina que pueden ser útiles en programas computacionales.

Los metadatos informan las características de los datos existentes, para que sean capaces de entender su contenido y la forma en que son representados, facilitando la búsqueda y selección, mejorando en gran medida la utilización de la información. Por esa razón, generalmente los metadatos describen:

- Fecha de los datos
- Contenido
- Extensión que cubren

- Sistema de referencia espacial
- Modelo de representación de los datos
- Distribución
- Restricción de seguridad
- Frecuencia de actualización

2.4.1.2. Características de los metadatos

- Provee documentación de recurso interno de datos geoespaciales de una organización, inventario.
- Permite búsquedas estructuradas y comparación de ubicación con otros de información espacial, catálogo.
- Proveer al usuario final una adecuada información para tomar los datos y utilizarlo en un contexto apropiado, documentación.

2.4.2. Estandarización y formato

Idealmente la estructura y definición de metadatos debe tener su referencia en un estándar, esto para tener una solidez en su contenido y estilo, asegurando la rapidez de comparación de los datos provenientes de diferentes fuentes, además los estándares se han generado a través de un proceso de consulta con otros expertos y ofrecen una base para partir. Existen tres

estándares que se utilizan por su gran alcance y uso, proveen detalle para una gran variedad de niveles de metadatos.

- En Estados Unidos, el Comité Federal de Datos Geográficos (*CFDG*), aprobó su estándar de contenido en 1994. Este estándar de metadatos espacial y nacional fue generado para apoyar el desarrollo de la IDE nacional. Ha sido adoptado, aparte de Estados Unidos, en Canadá, Reino Unido, por el Órgano Sudafricano de descubrimiento de datos espaciales y la red de datos geoespaciales de doce países latinoamericanos. Es expresado en *XML* para el intercambio de datos, y *HTML* para su representación.
- En 1992 el Comité Europeo de Normalización (CEN), creó el comité técnico 287, con responsabilidad para estándares de información geográfica. Una familia de pre-estándares europeos han sido adoptados incluyendo el *Euro Norme Voluntaire (ENV) 12657*, que trata sobre la descripción de información geográfica de metadatos.
- *ISO 19115-GI-Metadata*, define la forma de describir la información geográfica y los servicios asociados, incluyendo el contenido, espacio-temporal de las compras, la calidad de datos, acceso y derechos de uso. La norma define más de 400 elementos de metadatos, 20 elementos centrales.

2.4.3. Políticas

Para resguardar la integridad de los datos al momento de acceder a ellos, es necesario considerar varios aspectos, desde el instante en que son generados hasta que son presentados al usuario final, esto se lleva a cabo a

través de políticas y acuerdos institucionales. Los datos de privacidad y seguridad, el intercambio de datos, modelos de negocios, licencias de datos y los datos a disposición del público, son tan sólo algunos de los ejemplos(Nogeras-Lso, y otros, 2005).

Este componente, como se muestra en la figura 2, está íntimamente ligado, tanto con la tecnología siendo el medio para implementar las políticas, así también con los estándares, los cuales indicarán la estructura la información que será resguardada.

Algunos asuntos legales de suma importancia, son aquellos relacionados con los derechos de autor, de propiedad intelectual y de responsabilidad, puntos que deben tratar con mucho cuidado y no pasarlos por alto.

2.4.4. Acceso a red

La infraestructura de datos espaciales debe ser desarrollada con base en componentes tecnológicos, los cuales son creados a partir de la experiencia adquirida al momento de trabajar con tecnología de la información, ésta a su vez, se representa de forma genérica. Uno de los retos más importantes, debe ser la integración de toda esta experiencia, especialmente la proporcionada por el sistema de información geográfica (Equipo de redacción, especificación de datos, servicios de red y metadatos, 2007).

Entre la tecnología de acceso a la red se puede nombrar una serie de ejemplos o elementos que intervienen en la interacción de información, pero para tener una idea se mencionan algunos: sensores, nube de computadoras, *hardware*, *software*, redes de trabajo, base de datos, entre otros.

2.4.5. Usuarios

El desarrollo de la infraestructura de datos espaciales debe hacerse conforme a las necesidades de los usuarios, tanto de los finales como de los proveedores de datos (fuentes). Por otro lado, el trabajo para implementar y mantener una infraestructura de datos espacial, debe ser realizado por equipos calificados de investigadores y desarrolladores.

2.5. Arquitectura

Una arquitectura de participación (*PoA*, por sus siglas en inglés), es tanto social como técnica, aprovechando las habilidades y la energía de los usuarios tanto como sea posible para cooperar en la construcción de algo más grande que cualquier otra persona u organización pueda a solas, aplicable perfectamente en la infraestructura de datos espaciales.

Algunos ejemplos de este tipo de arquitectura son los siguientes:

- *Linux*: sistema operativo con la característica de ser el primer proyecto de *software* libre con un verdadero poder de los contribuyentes.
- *Wikipedia*: enciclopedia libre y políglota, con la característica que sus más de 17 millones de artículos en 278 idiomas y dialectos han sido redactados conjuntamente por voluntarios de todo el mundo, y prácticamente cualquier persona con acceso al proyecto puede actualizarlo.

2.5.1. Temas clave basado en arquitectura de participación

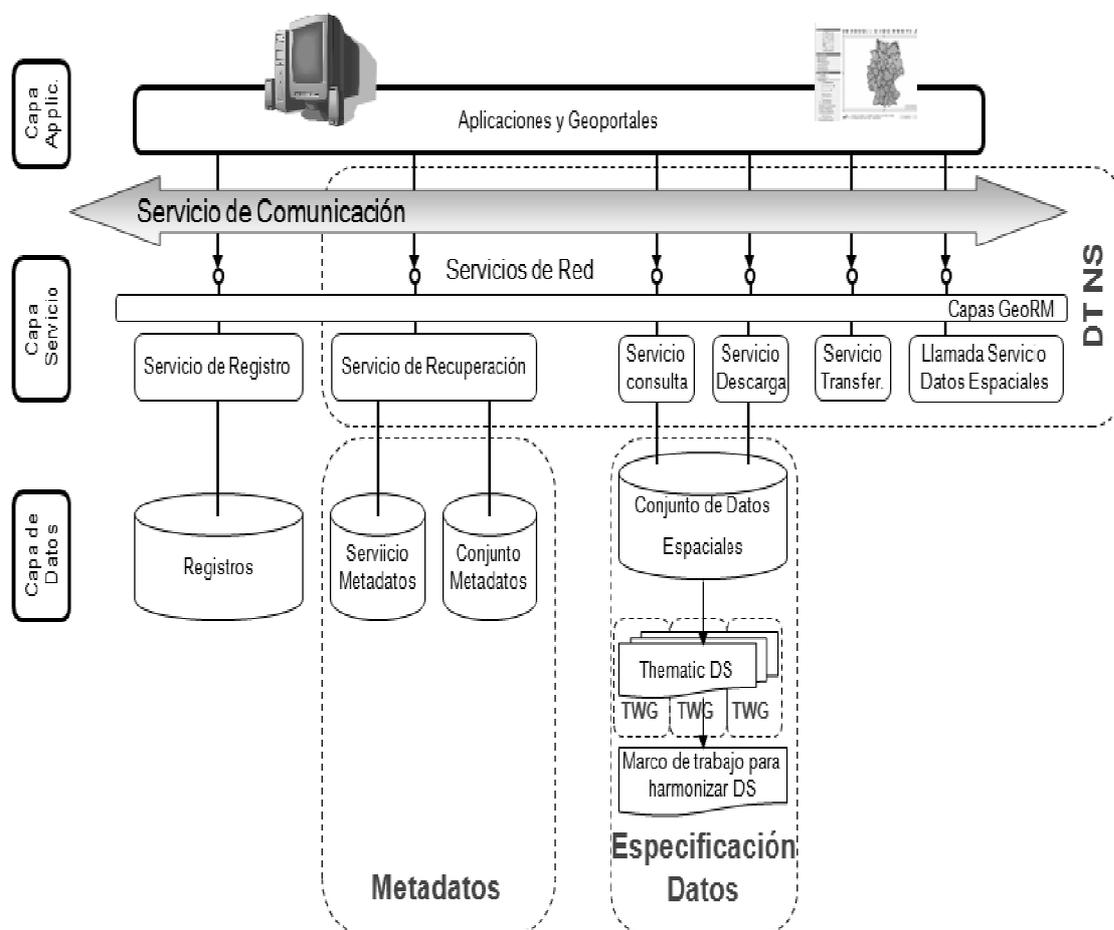
Para que la arquitectura orientada a la participación tenga resultado es necesario enfatizar varios elementos:

- Los usuarios son el centro de la arquitectura, es decir que todo gira en torno a ellos y sus necesidades.
- El costo y modelo de negocios: se refiere a que generalmente, los agentes comerciales tienen ánimo de lucro y que contrasta con que la infraestructura de datos espaciales es un bien público.
- Muchas fuentes diferentes, lo cual hace difícil identificar quién es el proveedor y quién el consumidor de la información.
- La participación se centra en la contribución y responsabilidad del usuario.

2.5.2. Plataforma independiente del modelo

La arquitectura de referencia para la infraestructura de datos espaciales se deriva del plan INSPIRE, como se muestra en la figura 3.

Figura 3. **INSPIRE arquitectura técnica**



Fuente: Equipos de redacción, especificaciones de datos, servicios de red, metadatos. *Technical Architecture – Overview, INSPIRE. p. 4.*

Para aspectos de este documento se dará mayor importancia a secciones que se presentan en la figura 3, una de ellas es la capa de aplicaciones, en ésta puede incluirse cualquier sistema de información geográfica (SIG) y/o sistemas basados en localización (SBL).

Un geo portal es un tipo de portal *web* utilizado para búsqueda y acceso a información geográfica (información geoespacial) teniendo una asociación a servicios geográficos (edición, despliegue, análisis, etc.), por medio de internet. Los geo portales son importantes para el uso efectivo de los sistemas de información geográfico y un elemento primordial de la infraestructura de datos espaciales. Los portales generalmente son tratados como una arquitectura por separado.

El término servicios de red, hace referencia al valor agregado recibido al utilizar el servicio de telecomunicaciones, cuya base es el protocolo de internet (*IP*). El servicio de comunicación, esta descrito por una arquitectura de referencia independiente para los servicios empresariales. La capa de servicios, y la infraestructura asociada, forman parte de servicios de la fábrica de servicio genérico *SOA* (Arquitectura orientado al servicio), sin embargo, algunos son específicos de la infraestructura de datos espaciales y se basan en servicios *web OGC (OWS)* descritos en este documento. *GeoRM* antes *GeoDRM* (*Geoespacial [Digital] Rights Management*, Administración de Derechos Geoespaciales), esto es un subconjunto de *IRM (Information Rights Management*, Administración de Derechos de Información).

La capa de datos contiene un repositorio (denominado registros en el diagrama), los metadatos permiten el descubrimiento de servicios de datos espaciales, el tipo de servicio, operaciones entre los diferentes parámetros y provee información geográfica al sistema. El conjunto de datos espaciales se basa en la serie de estándares ISO 19100 que describe cada uno de sus 34 temas de datos espaciales, un modelo conceptual genérico, una metodología para desarrollar armoniosamente especificaciones de datos y directrices para la codificación de los datos espaciales.

2.5.3. *OpenGIS* arquitectura de servicio *Web*

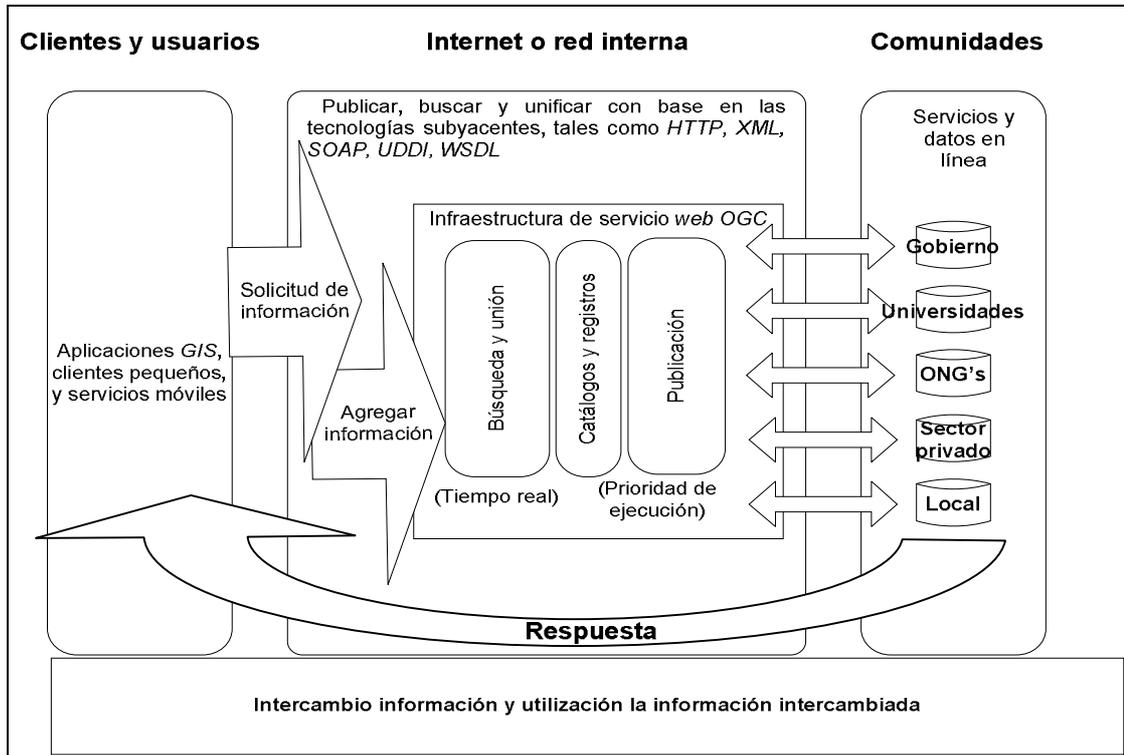
Este servicio, orientado a la arquitectura, se basa en roles fundamentales de proveedor de servicios y atención al consumidor, todo esto dentro de un sistema computacional distribuido. Este modelo hace énfasis en que la informática deseada puede realizarse mediante la combinación de múltiples servicios, siendo necesarias, solamente sus propiedades, tanto para tipos de datos como para los servidores de datos. Centrado en la prestación de definición de componentes y / o consumo de un servicio definido.

Un servicio orientado a la arquitectura, también se enfoca en la interacción entre componentes implementados y servicios definidos, en forma de peticiones, y respuesta de servicios, y excepciones de dichos servicios.

OpenGIS servicios *web* (*OWS*, por sus siglas en inglés), con componentes individuales de aplicaciones geoespaciales dinámicas computarizadas; también son parte de un paradigma global para crear soluciones a problemas geoespaciales.

La estructura de servicios *web OpenGIS* provee un conjunto común de interfaces y codificaciones que abarcan las partes funcionales de la empresa como lo muestra la figura 4, para proporcionar la interoperabilidad en toda la empresa.

Figura 4. Estructura de servicios *Web OpenGIS* en empresas



Fuente: LIEBERMAN, Joshua. *OpenGIS® Web services architecture*, open geospatial consortium Inc, 03-01-2003. p. 24.

La empresa está compuesta de usuarios y clientes, redes y comunidades que utilizan los servicios geospaciales y las tenencias de los datos que representan las características del mundo real y de los fenómenos que en ella se presentan. En los recursos de red se realizan publicaciones para uso más amplio tanto fuera como dentro de comunidades. Las aplicaciones descritas son para acceder e interactuar con los recursos de red a través de simples interacciones de solicitudes y respuestas.

2.5.4. Especificaciones más utilizadas

Como el estudio se enfoca en la utilización de código abierto, se describirán las especificaciones pertenecientes al Consorcio Abierto Geoespacial (*Open Geospatial Consortium, OGC* por sus siglas en inglés), siendo necesarias para tener compatibilidad en los diferentes servicios, datos y recursos compartidos mediante la infraestructura de datos espaciales. Las especificaciones más importantes surgidas de OGC son:

- Lenguaje de marcado geográfico: (*GML*, acrónimo inglés *Geography Markup Language*). Es un sub-lenguaje de *XML*, su importancia radica en que a nivel informático es de gran utilidad para el manejo de la información entre diferentes aplicaciones.
- *KML*: keyhole markup language, es un lenguaje de marcado, basado en *XML* para representar datos geográficos en tres dimensiones, en 2004 Google lo adquirió tras el lanzamiento de la versión LT2.
- *Web map service*: servicio de mapa por la red, es un estándar de mapas generados de forma dinámica a partir de información geográfica, otra definición, según *OGC* es que proporciona una sencilla interfaz *HTTP* para solicitar imágenes geo-registrados de mapas de una o varias bases de datos geoespaciales distribuidas.
- *Web feature service*: es un servicio estándar, que ofrece una interfaz de comunicación, permite interactuar con los mapas servidos por el estándar *WMS*, el cual intercambia datos vectoriales.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

3.1. Situación actual de geo portales en Guatemala

Actualmente, en Guatemala existen varias iniciativas para trabajar con infraestructura de datos espaciales, en las cuales se ha generado y manejado exitosamente información, algunos resultados se han dado en el ramo de análisis de suelos, reducción de desastres, sistemas de información geográfica, entre otros.

Junto a estos avances se ha venido trabajando en la integración información de tipo georeferenciado a través de un sistema que ayude a la recopilación, también llamado Sistema Nacional de Información Geográfica (SNIG), cuya finalidad es relacionar información con aspectos sociales, económicos, ambientales, entre otros.

A continuación se muestran algunos avances en el tema:

- 1996: se forma la Comisión Coordinadora del Sistema de Información de Modernización Geográfica del país, como iniciativa para fortalecer, modernizar y homogeneizar los Sistemas de Información Geográfica.
- 1996-1998: peticiones de cooperación a entidades internacionales: Canadá, Suecia, Francia, Japón, para conocer metodologías, capacidades operativas y técnicas.

- 1999: inicia la unidad interinstitucional de apoyo al desarrollo del sistema nacional de información geográfica, cuya función primordial es coordinar los esfuerzos que se requieran para la promoción, organización y difusión del uso de los sistemas de información geográfica a nivel nacional, en la cual se encuentran representadas en la tabla II.

Tabla II. **Instituciones representantes en la unidad interinstitucional de apoyo**

Nombre institución
Instituto Geográfico Nacional (IGN)
Secretaría de Planificación Programación de la Presidencia (SEGEPLAN)
Unidad Técnica Jurídica (UTJ/PROTIERRA)
Departamento Geográfico Militar (DGM)
Universidad del Valle de Guatemala (UVG)
Ministerio de Energía y Minas (MEM)
Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA)
Ministerio de Educación (MINEDUC)
Instituto Nacional de Estadística (INE)
Instituto Nacional de Bosques (INAB)
Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP)
Ministerio de Agricultura (MAGA)
Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrológica (INSIVUMEH)
Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (FLACSO)
Secretaría de Asuntos Estratégicos de la Presidencia (SAE)

Fuente: FIGUEROA CABRERA, Óscar Leonel, *Foro de alto nivel sobre la gestión global de la información geoespacial*. p. 5.

3.1.1. Geo portal del Instituto Guatemalteco de Turismo

Con el objetivo de promover el turismo en Guatemala, fue presentado el 12 de agosto de 2011 el nuevo geo portal, permitiendo a las personas desplazarse en el mapa del territorio nacional, teniendo además, la característica de poder agregar diferentes capas, esto incrementa la utilidad de la herramienta, ya que puede ir agregando servicios de terceros.

El geo portal presenta la siguiente información: cartografía nacional, servicios turísticos, galerías fotográficas, descripción de las diferentes regiones turísticas. En la figura 5 se muestra una captura de pantalla del sitio.

Figura 5. Vista del geo portal del Instituto Guatemalteco de Turismo



Fuente: Instituto Guatemalteco de Turismo, *GeoVisitGuatemala*, www.geovisitguatemala.com.
07-11-2011.

3.1.2. Geo portal del Sistema Nacional de Información Territorial, Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia

El Sistema Nacional de Información Territorial, ha sido uno de los primeros pilares, en cuanto a infraestructura de datos espaciales, respaldado por dos artículos:

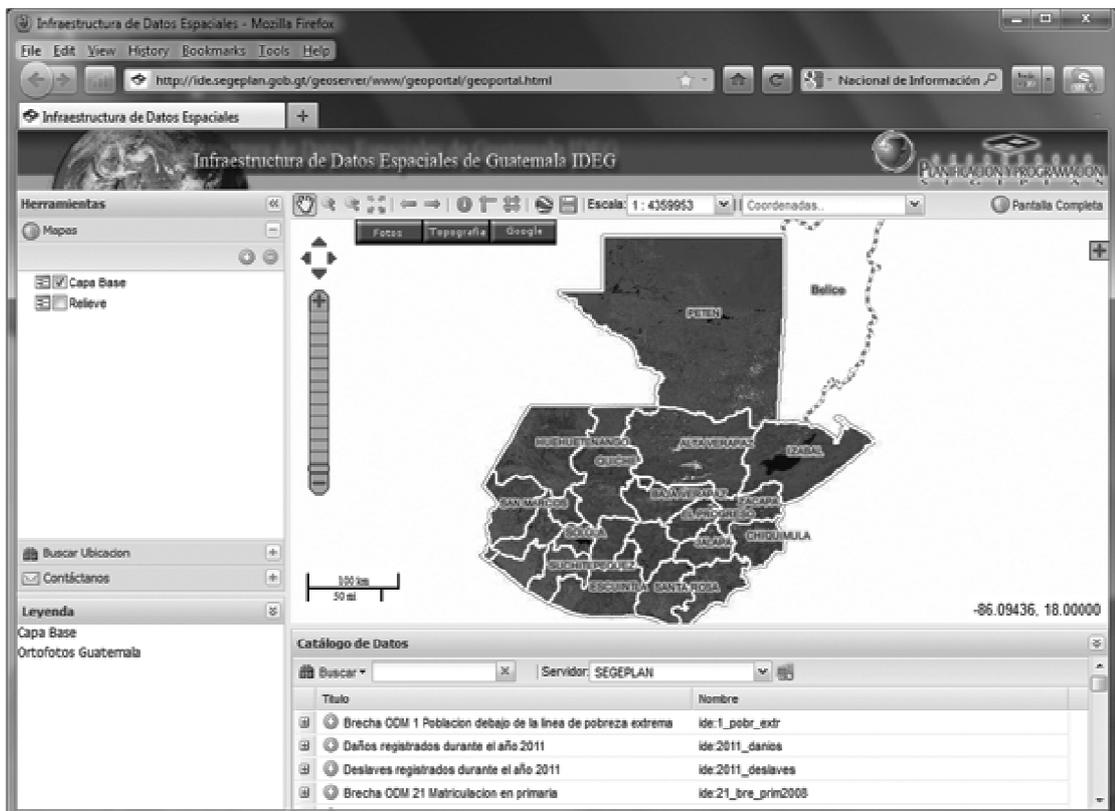
- Artículo 21 de la Ley de Desarrollo Social: faculta a la Secretaria de Planificación y Programación de la Presidencia – SEGEPLAN, para que pueda elaborar y darle mantenimiento a los sistemas de información georeferenciados, siendo relacionados con las condiciones económicas y sociales.
- Artículo 23 de la Ley de Desarrollo Social: la acredita para remitir toda la información demográfica y estadística producida por todas las entidades del sector público.

De lo anterior nace el Sistema Nacional de Información Territorial (SINIT), para satisfacer las diferentes tareas relacionadas a la manipulación de datos, tanto alfanumérico, gráfico y geográfico, con lo cual se consolida como el Geo Portal de información territorial de ministerios e instituciones del Estado, basando su estructura en niveles: nacional, institucional y regional.

Uno de los primeros productos del SINIT es un prototipo de infraestructura de datos espaciales en *software* libre, teniendo la característica de poder visualizar e integrar información de diferentes servicios (<http://www.segeplan.gob.gt>). Actualmente el contenido es variado, el cual va desde la cobertura completa de ortofotos aéreas, hasta bases estadísticas,

pasando por capas de información geográfica. En la figura 6 se observa el mapa de Guatemala y sus departamentos a través del geo portal IDE del SINIT.

Figura 6. **Geo portal IDE – Sistema Nacional de Información**

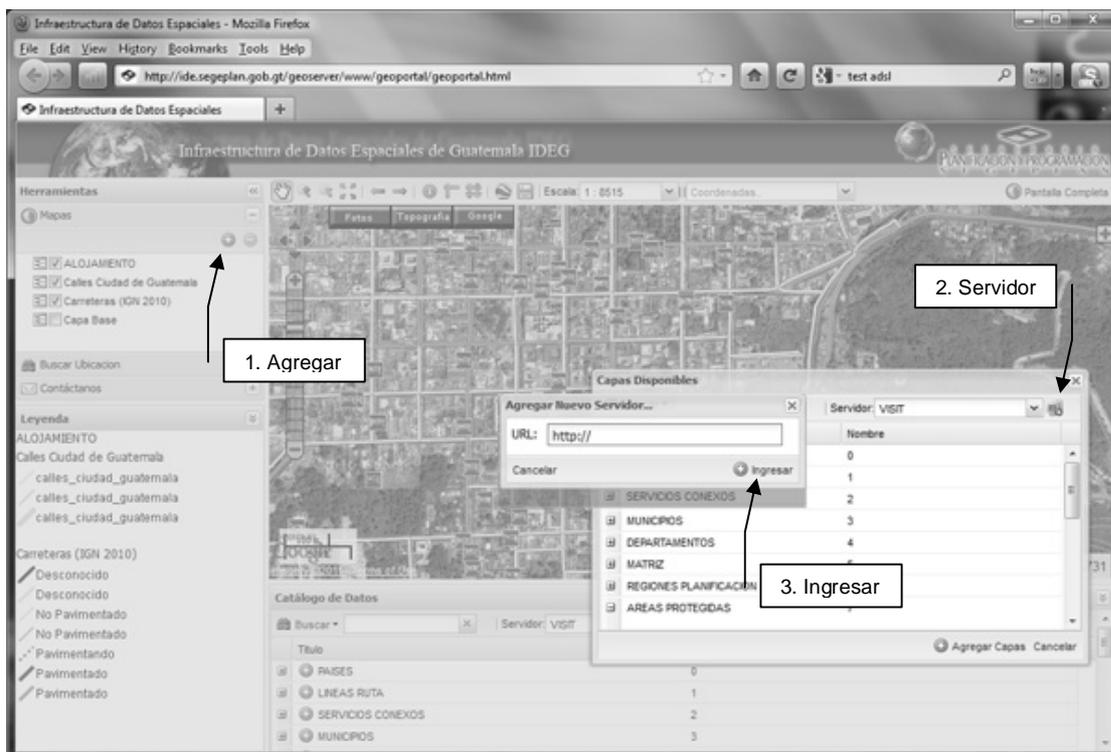


Fuente: SINIT – SEGEPLAN, *Infraestructura de datos espaciales de Guatemala*, <http://ide.segeplan.gob.gt/geoserver/www/geoportal/geoportal.HTML>. 07-11-2011.

La capacidad de integrar servicios es una de las bondades de este geo portal y sin necesidad de descargar aplicación alguna para su funcionamiento por ser desarrollado para que funcione en la *web*, de esta forma se pueden agregar varios servicios y combinarlas según vaya necesitándose. En la figura 7

se puede observar dicha combinación, de los servicios prestados por el INGUAT mezclándolos con los que presta el SINIT.

Figura 7. **Combinación servicios INGUAT – SINIT**



Fuente: SINIT – SEGEPLAN, *Infraestructura de datos espaciales de Guatemala*, <http://ide.segeplan.gov.gt/geoserver/www/geoportal/geoportal.HTML>. 07-11-2011.

En la figura 7 se muestran los pasos para agregar un nuevo servicio; sin embargo, es necesario aclarar que no es la única forma de realizarlo, ya que desde el catálogo de datos se tiene la misma opción de agregar un nuevo servidor, otro aspecto importante y que no debe faltar, es conocer la dirección *URL* del servidor en donde se tienen publicados los servicios, para el caso del

INGUAT, se tiene una opción de copiado para obtener la dirección que será de utilidad, para realizar cualquier conexión al servidor.

3.1.3. Cómo obtener dirección de servicios publicados en SINIT e INGUAT

Una de las características de los geo portales, especialmente las dedicadas para infraestructura de datos espaciales, es tener los mecanismos para poder integrar servicios externos, y al mismo tiempo proveer a terceros los creados internamente.

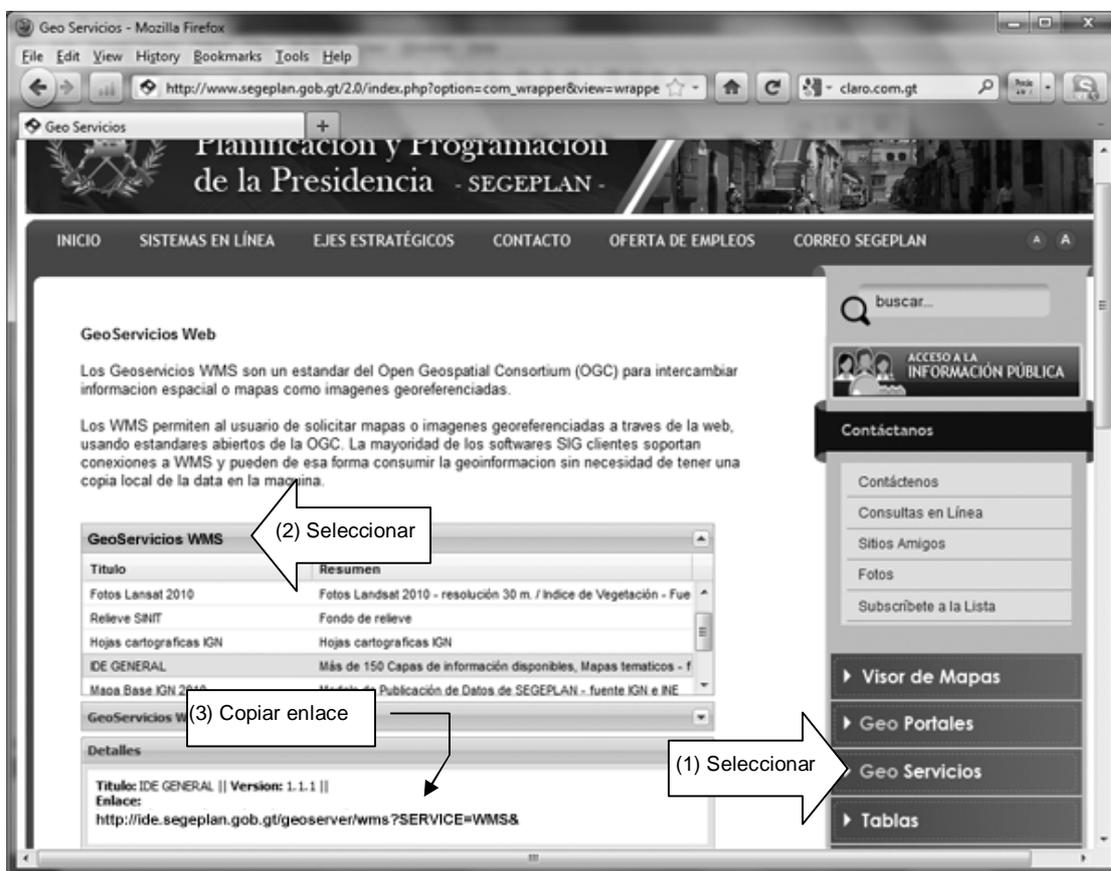
Figura 8. Obtención de dirección de servicio WMS de INGUAT



Fuente: Instituto Guatemalteco de Turismo, *GeoVisitGuatemala*, www.geovisitguatemala.com.
07-11-2011.

En el caso de INGUAT, para obtener el servicio de mapa *web* se ingresa a su geo portal, a continuación se procede a seleccionar la opción *WMS*, como lo muestra la figura 8, seguidamente aparecerá una ventana emergente en donde se puede adjuntar un servicio externo y la opción de interés, que es copiar ubicación del servicio.

Figura 9. **Obtención de servicio *WMS* de SINIT**



Fuente: SINIT – SEGEPLAN, *Infraestructura de datos espaciales - SEGEPLAN*, http://www.segeplan.gob.gt/2.0/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=267. 07-11-2011.

Para obtener los servicios del SINIT, se procede de igual forma ingresando al geo portal de la institución, teniendo mayor disponibilidad de servicios, accediendo al enlace: <http://ide.segeplan.gob.gt>, donde se podrá observar un menú de opciones en el lado derecho, interesa especialmente, el apartado geo servicios, y posteriormente el listado de servicios *WMS* que se tendrá como opción a seleccionar, esto se puede observar en la figura 9.

3.2. Consumo de servicios geográficos por medio de la herramienta *Quantum GIS*

Actualmente, existe variedad de herramientas que soportan lecturas de servicios de información geográfica, aceptando formatos propietarios y de código abierto, hasta la combinación de ambos, esto incrementa las opciones cuando se necesita realizar análisis de un tema en especial.

Para este estudio se trabajo con *Quantum GIS* como herramienta, para el consumo de servicios, para su análisis e integración de los mismos.

3.2.1. Qué es *Quantum GIS*

Quantum GIS es una herramienta de código abierto que maneja sistemas de información geográfica (SIG), es desarrollada por la Fundación Geoespacial de Código Abierto (*OSGeo* – por sus siglas en inglés), es multiplataforma, es decir que puede ser ejecutada en varios sistemas operativos: *Linux*, *Windows*, *Mac Os*, lo cual le da gran versatilidad.

La versión que se utiliza, soporta los formatos más populares en información geográfica: ráster y vectoriales, siendo éstos representados en los servicios de mapas y servicios de características.

3.2.2. Características de *Quantum GIS*

Entre las principales características puede mencionarse que existe una versión en idioma español, con ello se disminuye la curva de aprendizaje para los nuevos usuarios, facilitando el manejo de menús y botones.

Otra de sus características es que se puede personalizar, casi en su totalidad, las herramientas a utilizar, por medio de habilitar o deshabilitar la vista en la aplicación, además existe variedad de accesos a recursos de sistemas geográficos, como ejemplo se puede mencionar la carga y descarga de información a un dispositivo *GPS*.

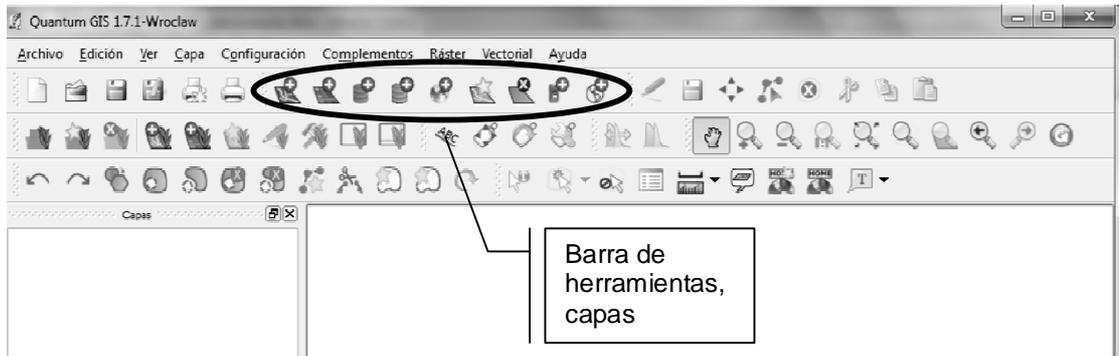
Posee también, una variedad de capas que pueden agregarse al proyecto, entre ellas están las dos básicas: ráster y vectorial, no necesariamente relacionadas con servicios, sino que pueden ser archivos locales, base de datos o de un protocolo.

Se puede aumentar las funcionalidades de *Quantum GIS* por medio de complementos, los cuales son agregados según se desee y necesite, como ejemplo se mencionan el utilizado para ilustraciones (etiqueta de derechos reservados, flecha de norte, barra de escala), visualizar y editar datos de *OpenStreetMap*, entre otros muchos complementos que pueden agregarse.

3.2.3. Descripciones de las bondades de *Quantum GIS*

Se describió anteriormente sobre la gran variedad de capas que puede agregarse y la facilidad que se tiene para poder seleccionarlos, en la figura 10 se muestra una captura de pantalla de la herramienta *Quantum GIS*, en la cual se destaca la sección de capas:

Figura 10. Ventana principal *Quantum GIS*

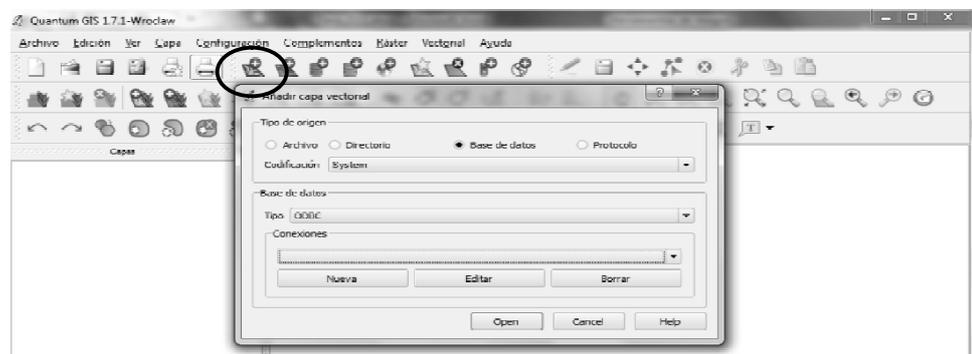


Fuente: elaboración propia.

3.2.3.1. Herramienta añadir capa vectorial

Esta opción permite insertar una capa vectorial, desde un archivo, un directorio, una base de datos (limitado según compatibilidad *Quantum GIS*), y por medio de protocolos.

Figura 11. Herramienta añadir capa vectorial, *Quantum GIS*

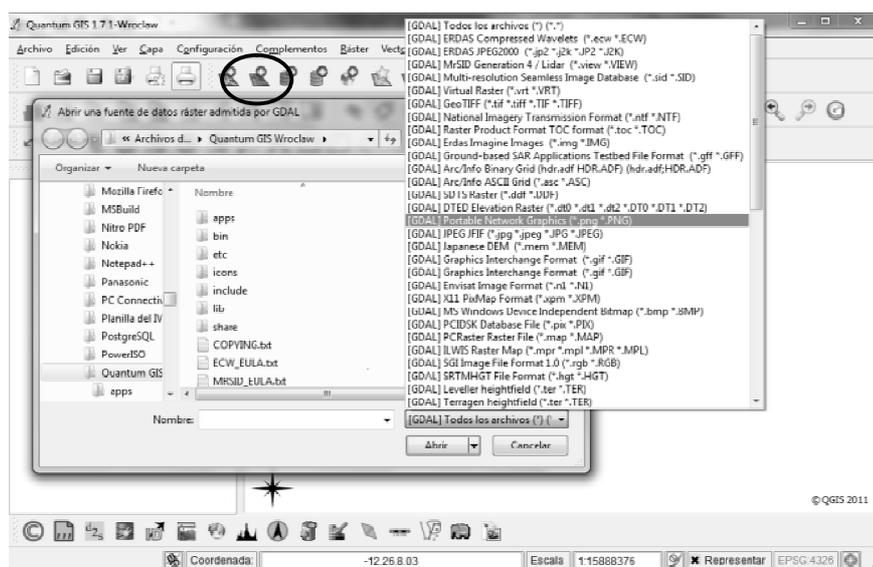


Fuente: elaboración propia.

3.2.3.2. Herramienta añadir capa ráster

Al seleccionar este botón ubicado en la barra de herramienta de capas, se presenta una ventana emergente, en ella se puede seleccionar una gran variedad de extensiones soportadas por *Quantum GIS*, esto se puede apreciar en la figura 12, en la que se llega a distinguir parte del listado de extensiones.

Figura 12. Herramienta añadir capa ráster, *Quantum GIS*



Fuente: elaboración propia.

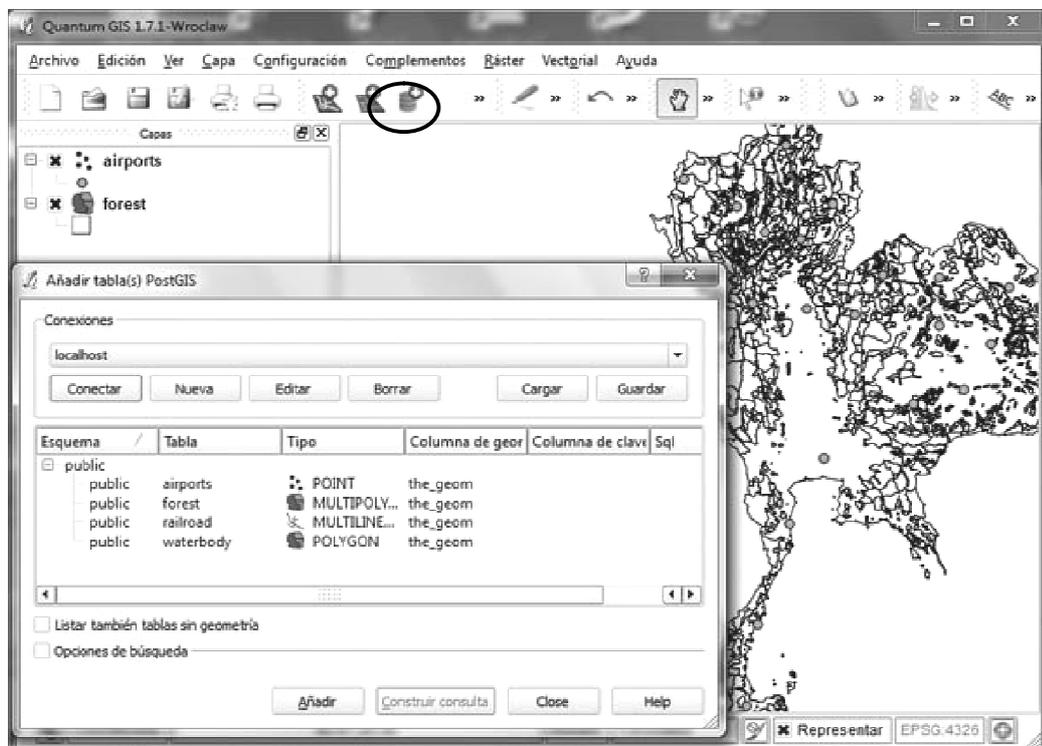
3.2.3.3. Herramienta añadir tabla PostGIS

Una de las ventajas de *Quantum GIS* es la combinación de capas de distintas fuentes, éste es un claro ejemplo en el cual puede adjuntarse tablas gráficas de una base, evidentemente es necesario tener los parámetros de

autenticación necesarios para llegar a adjuntar una tabla, en la figura 13 se observa la ventana emergente que solicita ingresar las credenciales.

Para este caso en particular, no se ha creado conexiones a la base de datos, por tal razón solicita llenar información para poder acceder. Para cuestiones de prueba se realiza una conexión a una base de datos, en ella se logra distinguir que se puede insertar diferentes tipos de tablas gráficas, de puntos, líneas y polígonos, identificados claramente por medio de íconos que representan fielmente a cada uno de ellos. Esto puede observarse en la figura 13, en la que se han agregado tablas gráficas y despliegue de lista.

Figura 13. Herramienta añadir tabla de *PostGIS*, *Quantum GIS*



Fuente: elaboración propia.

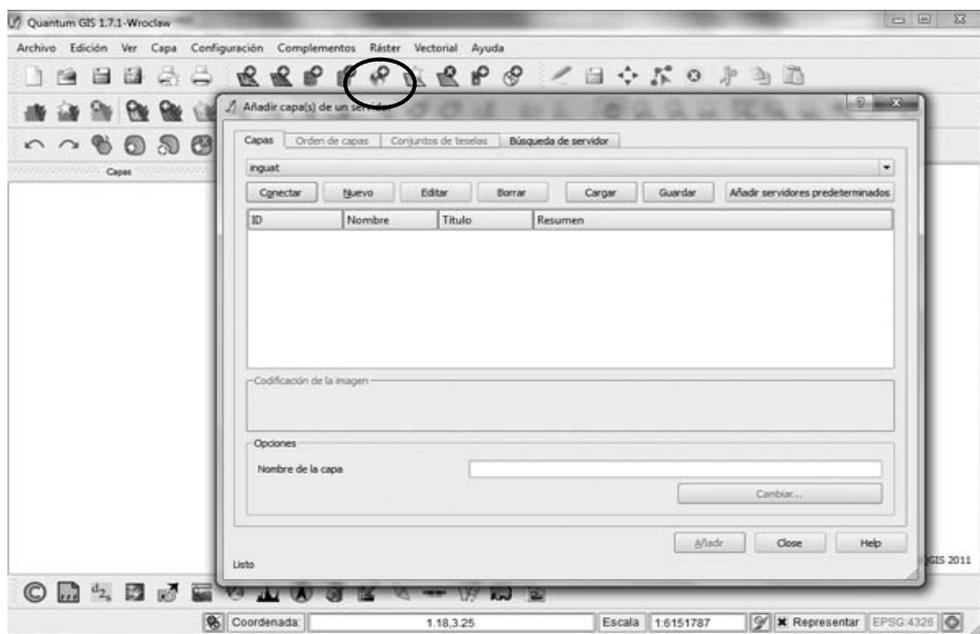
3.2.3.4. Herramienta añadir capa *SpatialLite*

Esta herramienta tiene la misma opción que la anterior, la distinción es el tipo de manejador de base de datos, ahora es *SpatialLite*, y también solicita la ubicación del archivo que contiene la información sobre las tablas que se desean agregar.

3.2.3.5. Herramienta añadir capa *WMS*

Finalmente se llega a la opción que es de gran utilidad para el presente estudio, al momento de seleccionar la herramienta se activa una ventana en la cual se observa varios botones: conectar, nuevo, editar, borrar, cargar, guardar y añadir servidores predeterminados. Ver figura 14.

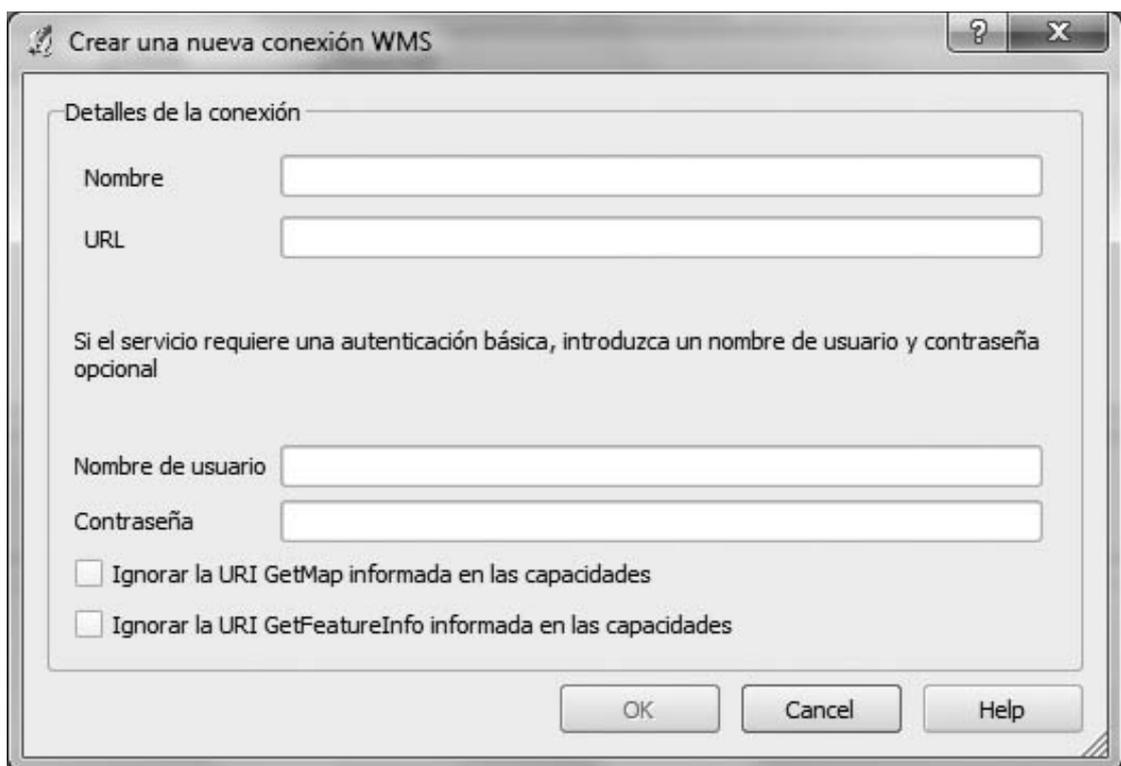
Figura 14. Herramienta añadir capa *WMS*, *Quantum GIS*



Fuente: elaboración propia.

Para ingresar un nuevo servidor y sus servicios respectivos, seleccionar el botón nuevo, el cual habilita una nueva ventana, como se muestra en la figura 15. La información indispensable a conocer, es la URL, la ubicación del servicio que se obtiene por medio de los pasos explicados, el nombre únicamente ayuda a identificarlo, nombre de usuario y contraseña, solamente si es solicitado para poder realizar la conexión con el servidor.

Figura 15. **Ventana emergente para realizar una nueva conexión WMS, Quantum GIS**



Crear una nueva conexión WMS

Detalles de la conexión

Nombre

URL

Si el servicio requiere una autenticación básica, introduzca un nombre de usuario y contraseña opcional

Nombre de usuario

Contraseña

Ignorar la URI GetMap informada en las capacidades

Ignorar la URI GetFeatureInfo informada en las capacidades

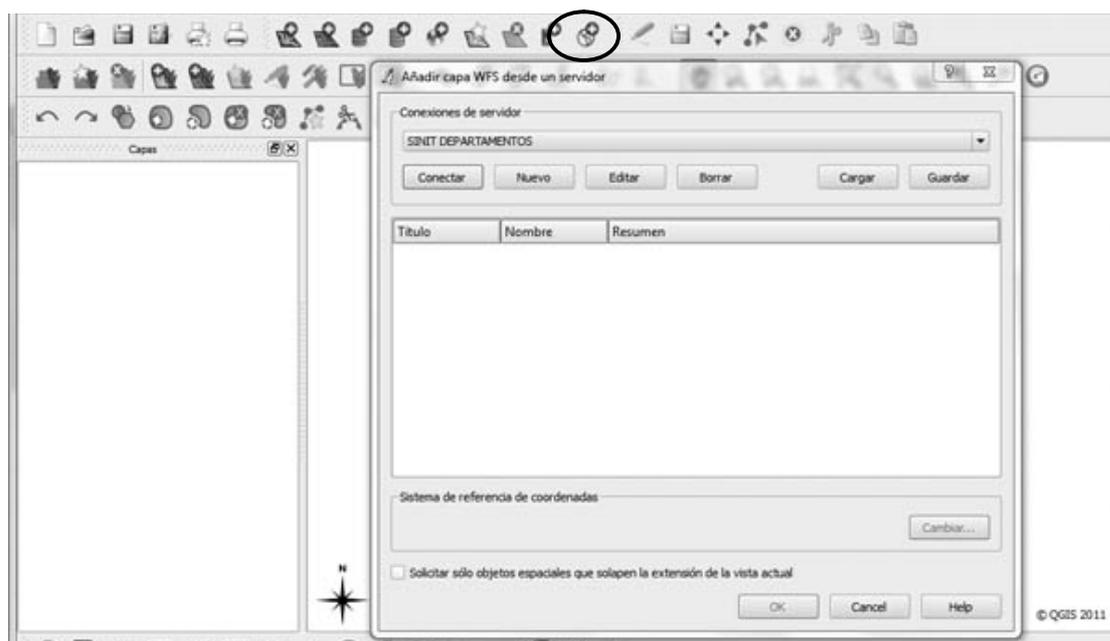
OK Cancel Help

Fuente: elaboración propia.

3.2.3.6. Herramienta añadir capa WFS

El procedimiento para agregar una capa WFS se asemeja al anterior, utilizando la herramienta que se identifica en la figura 16, se accede a una ventana emergente, en la cual habrá que crear una nueva conexión eligiendo el botón nuevo, seguidamente es necesario asignarle un nombre para diferenciarlo y la respectiva dirección en donde se encontrará los servicios.

Figura 16. Insertar capa de tipo WFS, Quantum WFS



Fuente: elaboración propia.

3.2.3.7. Herramientas para añadir capas de archivos *shapes*

Esta opción se utiliza cuando se desea realizar la capa, dando la opción de que sea de puntos, de líneas o de polígonos, depende mucho de lo que se desea interpretar. En la figura 17 se observa esta opción.

3.2.3.8. Herramienta utilizada para eliminar capas

Al momento de necesitar eliminar una capa: seleccionarla y seguidamente presionar el botón correspondiente, como se puede observar en la figura 17.

Figura 17. **Herramienta para agregar archivos tipo *shape* y eliminar capa seleccionada**



Fuente: elaboración propia.

3.2.3.9. Cómo movilizarse sobre los mapas

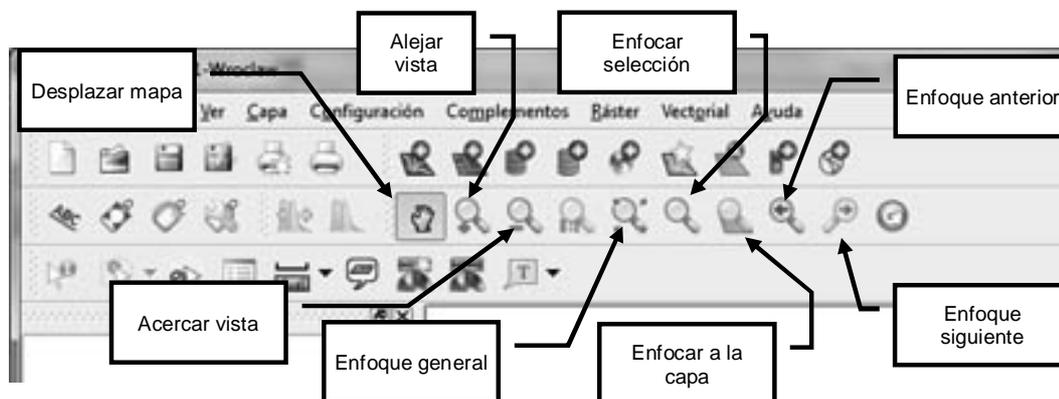
Es de gran importancia el poder movilizarse, es por eso que en este apartado se indican los botones y las acciones que le corresponden a cada uno.

- Desplazar mapa: con esta opción se podrá mover el mapa en los diferentes sentidos que más convenga (arriba, abajo, izquierda o derecha).

- Acercar vista: con esta herramienta se podrá virtualmente acercar la información, dejando mostrar más detalle al momento de acercarse, esto depende directamente sobre la configuración previa que se tiene en los mapas.
- Alejar vista: es lo contrario a lo descrito con anterioridad, alejando la vista del mapa, observando cada vez menos detalle.
- Enfoque general: retorna la vista de tal forma que logre visualizarse todo lo que esté disponible.
- Enfocar a una selección: esta opción dirige al elemento seleccionado, enfocándolo, tomando como prioridad la selección.
- Enfocar la capa: realiza el proceso anterior, con la diferencia de que ahora la prioridad es hacia la capa seleccionada, enfocando el contenido gráfico de dicha capa.
- Enfoque anterior: se lleva un historial de los diferentes enfoques realizados, esta opción retrocede un enfoque en el historial.
- Enfoque siguiente: cuando se ha regresado en el historial se tiene la opción de adelantar nuevamente, seleccionando esta opción se da el efecto en mención.

La figura 18 se ubica cada uno de los botones descritos.

Figura 18. Opciones para movilizarse



Fuente: elaboración propia.

3.2.4. Integración de servicios

Es importante tener claro que un servicio es un intercambio de información, en el cual existe un servidor que la provee y un cliente que realiza continuas peticiones, complementándose con la existencia de un lenguaje, por medio del cual puedan entenderse ambos elementos, es ahí donde entra en juego el protocolo, un conjunto de reglas o estándares que facilita la comunicación.

Para entrar en detalle el servicio a utilizarse es el *WMS*. El protocolo que ayudará la comunicación con los servidores será el *HTTP*, los servidores a los cuales se realizarán las peticiones son los provistos por el SINIT e INGUAT, y la herramienta en la que se desarrollará la integración es *Quantum GIS*.

3.2.4.1. Importancia de integración de Servicios en la Infraestructura de datos espaciales

El intercambio de información fue una de las necesidades que dieron origen a la infraestructura de datos espaciales, indicando de cierta manera, conductas y estándares, para que se puedan llevar a cabo el intercambio exitoso de información.

El fin o propósito de la infraestructura de datos espaciales es precisamente, facilitar el intercambio de información, siendo inexistente su beneficio sino se comparten los datos geográficos por medio de servicios, siendo de vital importancia la integración de servicios, tanto internos como externos.

3.2.4.2. Objetivos de la integración de servicios SINIT e INGUAT

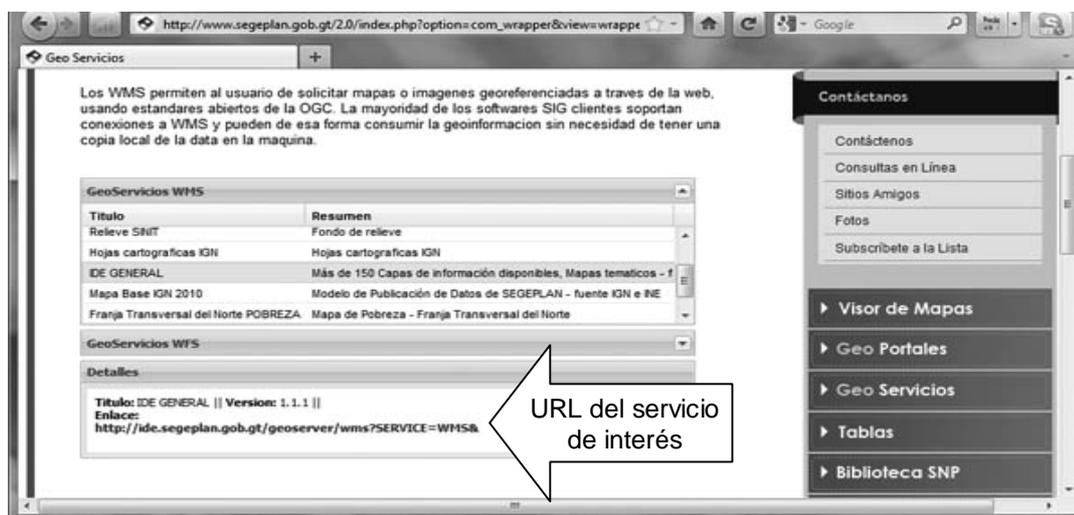
- Mostrar que se puede compartir información de diferentes entidades y llegar a integrarlas, para tener posibles utilidades, las cuales pueden llegar a beneficiar a terceros.
- Dar a conocer que existen herramientas gratuitas con propiedades para consumir servicios y con las cuales se puede manipular datos geográficos, independientemente del origen de la información.
- Impulsar los geo portales de las instituciones, mencionando las bondades que se tiene al poder interactuar con los diferentes servicios que han puesto a disposición del público.

3.2.4.3. Integración de servicios SINIT y TELGUA

A continuación se describe cómo integrar servicios haciendo uso de la herramienta *Quantum GIS*, especificando el origen de los datos y realizando observaciones que pudieran ayudar a futuras incursiones en los Sistemas de Información Geográfica.

- Selección de servicio SINIT: anteriormente en la sección 3.1.3 de este documento ha sido descrito, cómo obtener los servicios por medio del Geo Portal del SINIT, para el caso de estudio se elegirá el servicio IDE General, ya que posee alrededor de 150 capas, aumentando con ello las opciones de elección. En la figura 19 se aprecia la selección del servicio mencionado dentro del Geo Portal.

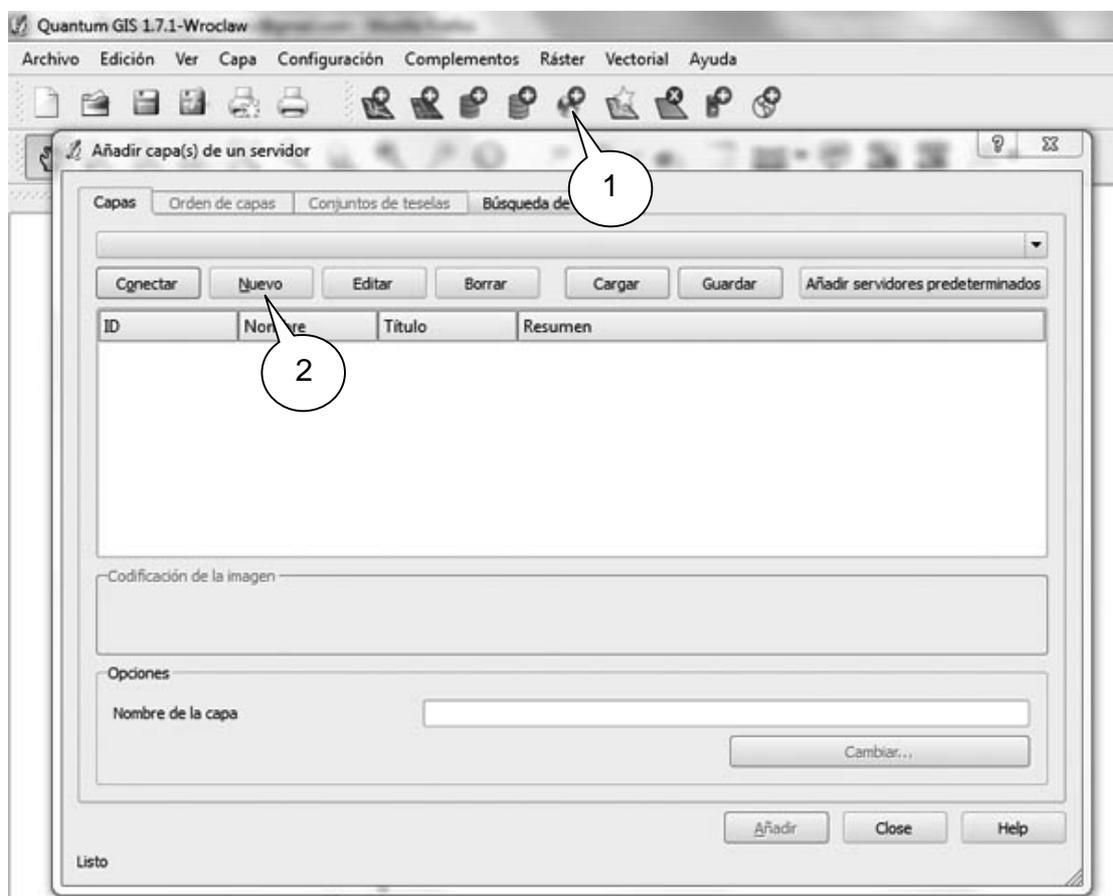
Figura 19. Selección del servicio IDE General, geo portal SINIT



Fuente: SINIT – SEGEPLAN, *Infraestructura de datos espaciales*, http://www.segeplan.gob.gt/2.0/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=267. 07-11-2011.

- Agregar servicio SINIT a la herramienta *Quantum GIS*: al tener la dirección *URL* del servicio se procede a insertarlo, seleccionando la opción agregar servicio *WMS* desde la barra de herramientas, según lo descrito en la sección 3.2.3.5. De la figura 20 a la 23 se observa el proceso, cada una de ellas presenta puntos clave.

Figura 20. **Agregar servicio *WMS* de SINIT, *Quantum GIS***



Fuente: elaboración propia.

A continuación se describen los puntos clave de la figura 20.

- Al momento de seleccionar la herramienta que añade servicios WMS, éste muestra una ventana, en la cual se puede observar a futuro las diferentes capas disponibles al momento de crear una nueva conexión.
- Como no hay conexiones existentes se proce a seleccionar el botón que indica nuevo, esto permitirá crear una nueva conexión.

Figura 21. **Creación de nueva conexión al servicio SINIT, *Quantum GIS***

Crear una nueva conexión WMS

Detalles de la conexión

Nombre: Servicio IDE GENERAL - SINIT

URL: http://ide.segeplan.gob.gt/geoserver/wms?SERVICE=WMS&

Si el servicio requiere una autenticación básica, introduzca un nombre de usuario y contraseña opcionales

Nombre de usuario: []

Contraseña: []

Ignorar la URI GetMap informada en las capacidades

Ignorar la URI GetFeatureInfo informada en las capacidades

OK Cancel Help

Fuente: elaboración propia.

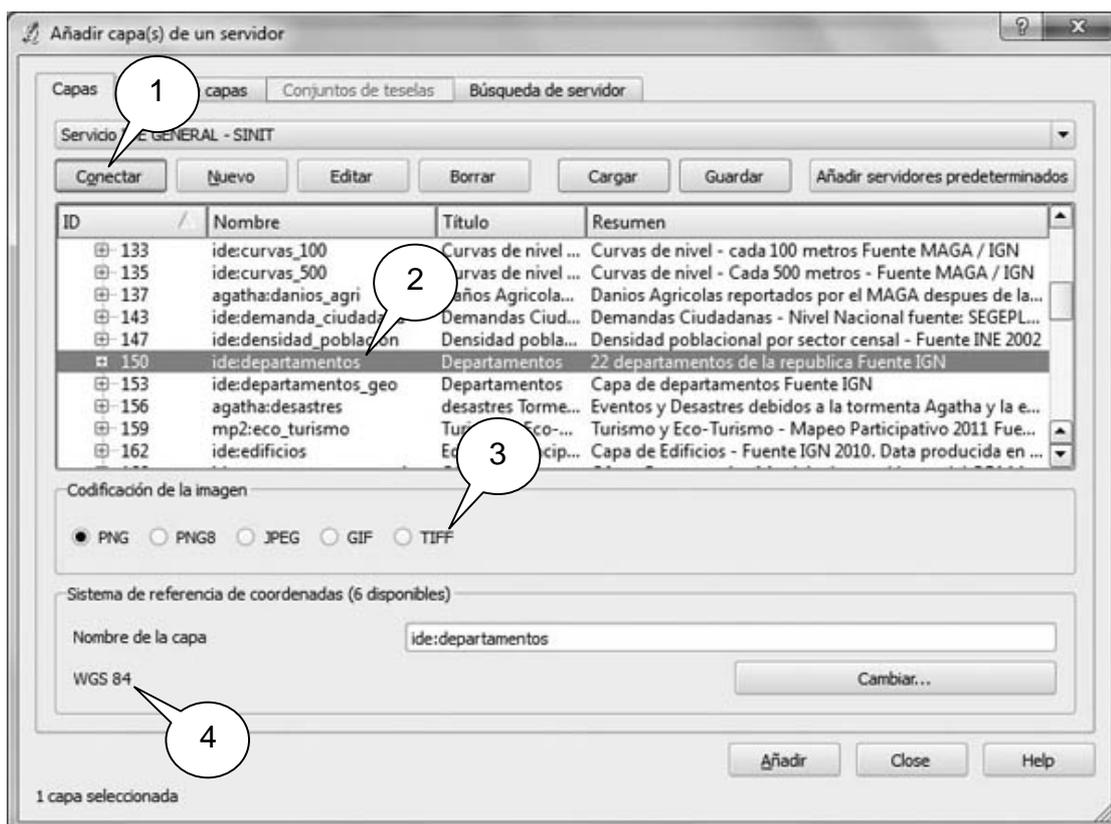
A continuación se describen los puntos clave de la figura 21.

- En el momento que se crea una nueva conexión, es importante poder identificarlos de alguna manera, esto ayuda en los casos en que sean numerosos los servicios agregados. Para el presente estudio se le nombra como: Servicio IDE GENERAL – SINIT.
- En el apartado para ingresar la dirección *URL*, ingresar la dirección obtenida en el Geo Portal del SINIT correspondiente al servicio IDE GENERAL.

Existen algunos puntos clave presentes en la figura 22, los cuales se describen a continuación.

- Al momento de finalizar la creación de la conexión, procede conectarse, lo cual se realiza por medio del botón titulado conectar.
- Si el servicio se encuentra disponible, desplegará las diferentes capas que contenga, como se muestra en la figura 22, existe gran variedad de capas, para el presente caso, seleccionar la identificada con número 150, correspondiente a departamentos.
- Al tener seleccionada la capa, se presenta la opción de poder elegir entre varios tipos de imagen con los cuales se representará la capa.
- Es de suma importancia este punto, ya que depende mucho el acoplamiento de las diferentes capas, todas deben tener el mismo sistema de referencia, esto para poder observarlas sin que se muestren desfases entre sus dimensiones.

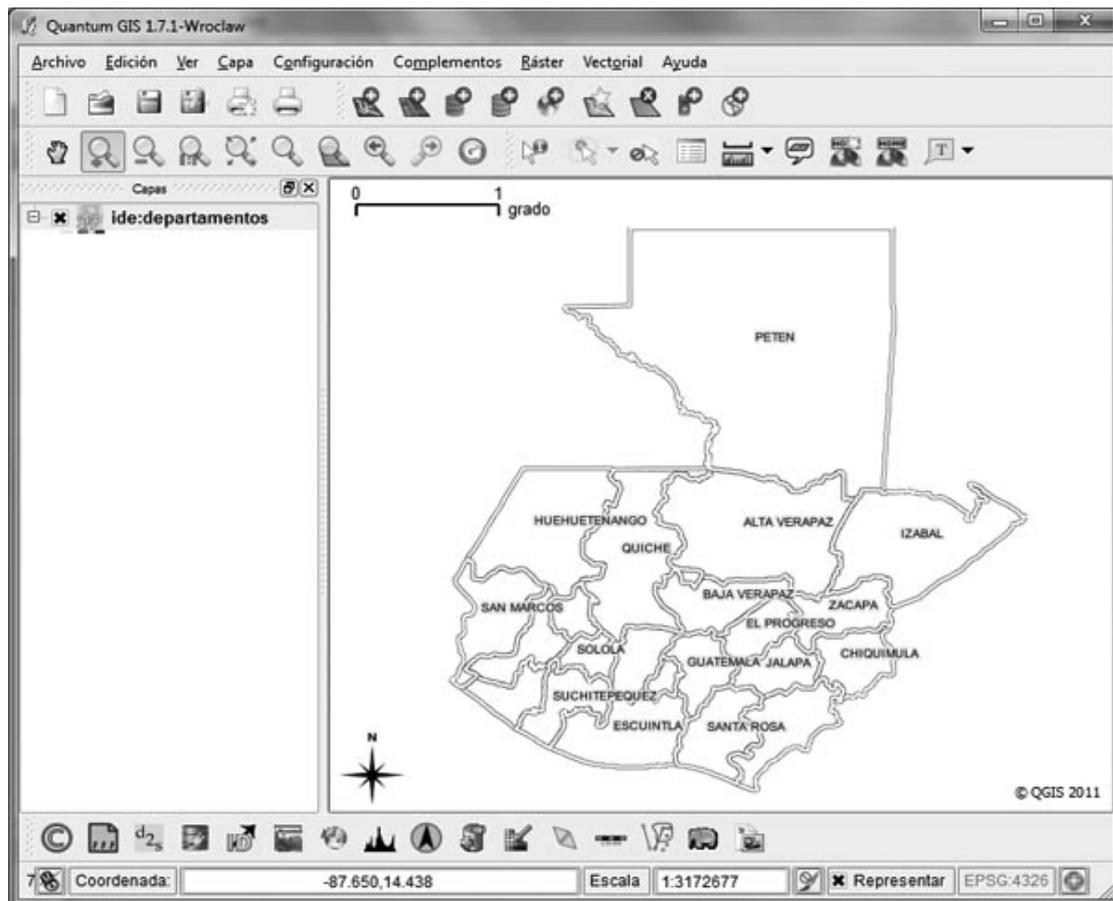
Figura 22. Establecer conexión y selección de capa, servicio IDE general – SINIT, Quantum GIS



Fuente: elaboración propia, con datos proporcionados por: SINIT.

En la figura 23 se observa la agregación del servicio, mostrando los departamentos de Guatemala.

Figura 23. Presentación de la capa departamentos del servicio IDE general, SINIT, *Quantum GIS*



Fuente: elaboración propia, con datos proporcionados por: SINIT.

- Selección del servicio INGUAT: se tiene una ventaja en este aspecto, ya que el propio Geo Portal tiene opción de copiar la dirección *URL* del único servicio que ellos prestan, pero con la ventaja de presentar varias capas, las cuales serán de utilidad en el presente trabajo. En la figura 24 se muestra la parte del Geo Portal en la cual se obtiene la dirección *URL* del servicio.

Figura 24. Selección de servicio, geo portal INGUAT

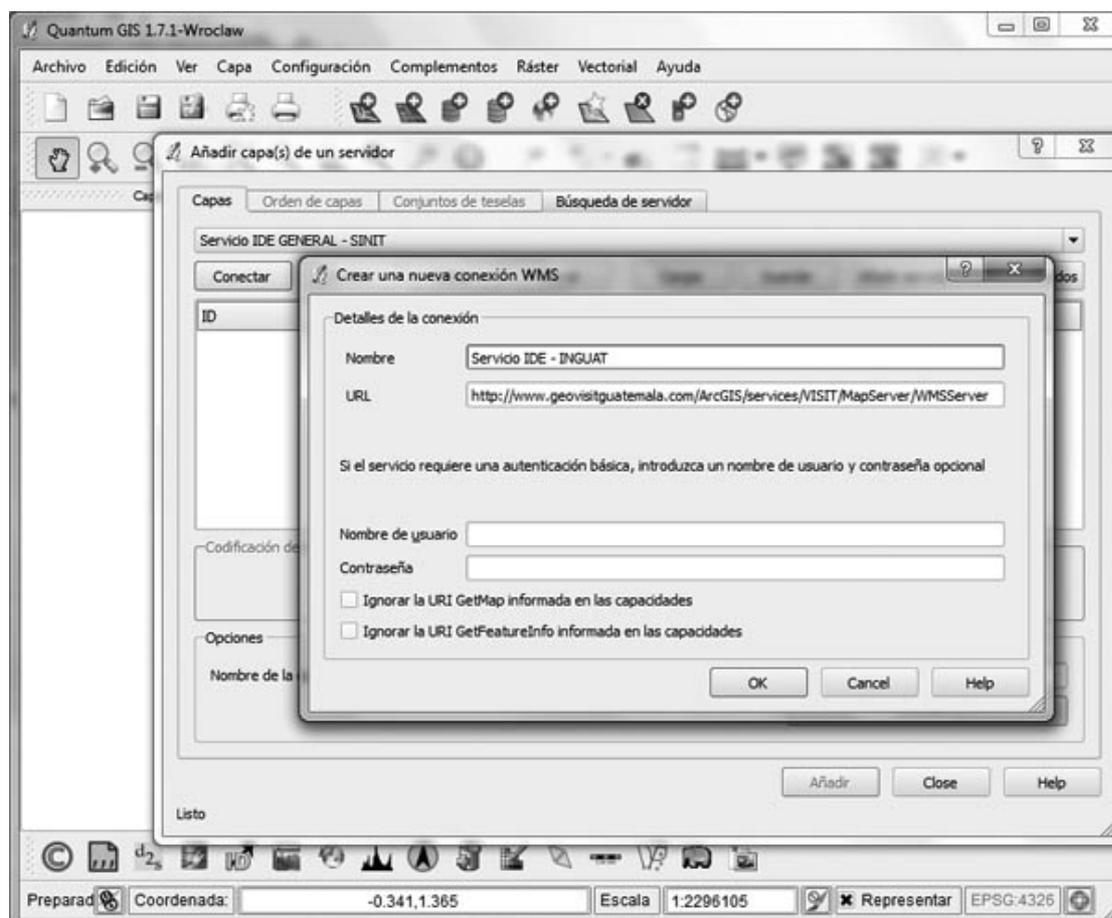


Fuente: elaboración propia, con datos proporcionados por: INGUAT.

- Agregar servicio de INGUAT a la herramienta *Quantum GIS*: se lleva el mismo procedimiento realizado con el servicio del SINIT, creando una nueva conexión por medio de la agregación de un servicio WMS. Se asigna un nombre y se coloca la dirección URL obtenida en el Geo Portal. En las figuras 25 y 26 se muestra el proceso para la agregación del

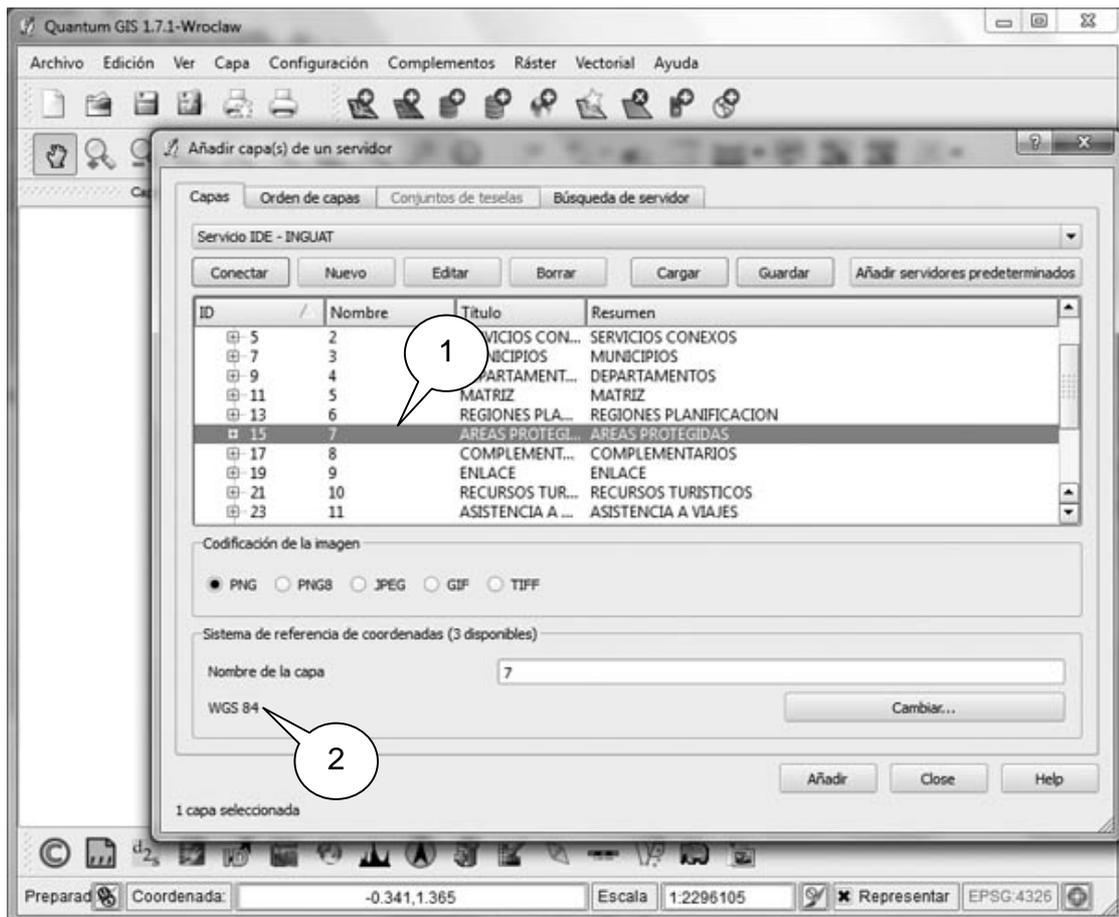
servicio a la herramienta *Quantum GIS*, en la figura 27 se observa la combinación de los dos servicios.

Figura 25. **Agregar servicio WMS de INGUAT, *Quantum GIS***



Fuente: elaboración propia, con datos proporcionados por: INGUAT.

Figura 26. Establecer conexión y selección de capa, servicio INGUAT, Quantum GIS



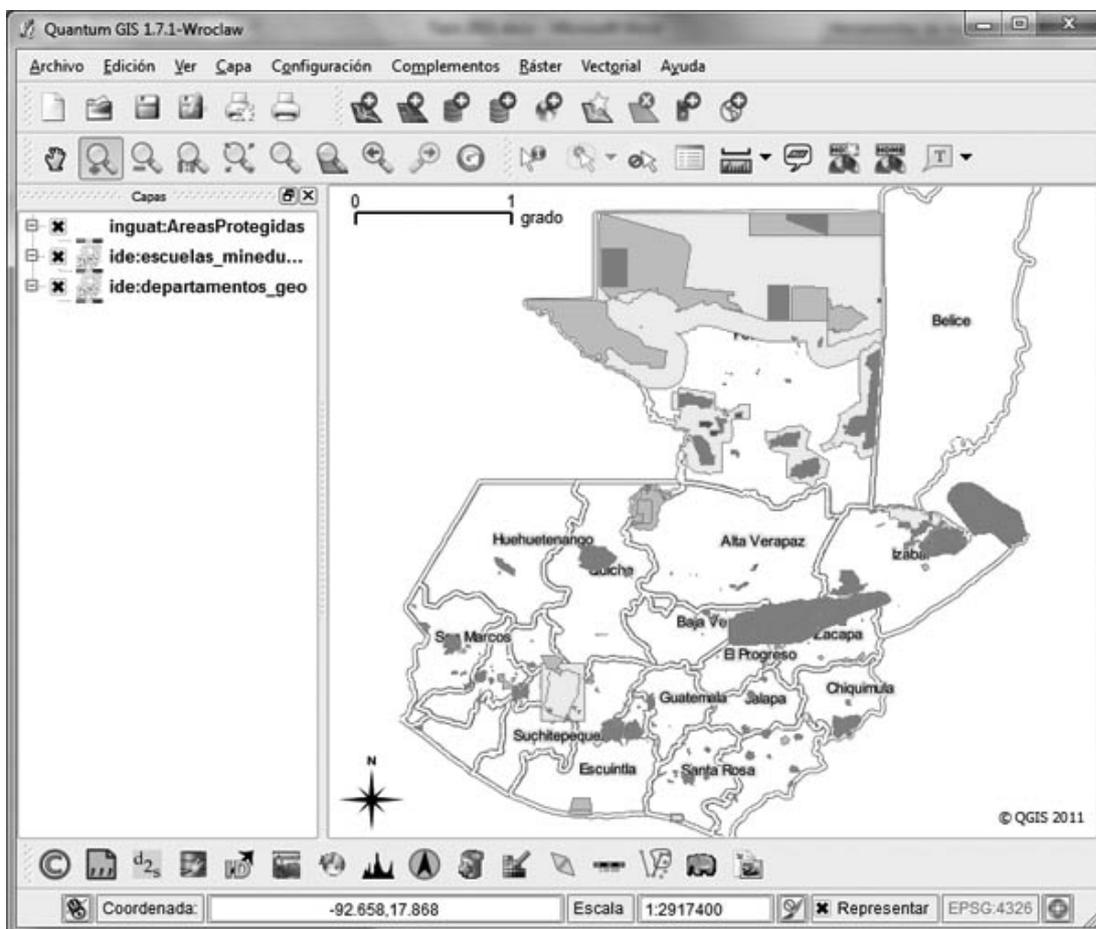
Fuente: elaboración propia, con datos proporcionados por: INGUAT.

A continuación se describen los puntos clave enumerados en la figura 26, presentando datos que se consideran importantes.

- Se observa la lista de capas disponibles para ser integradas al actual proyecto, en el cual se encuentra presente el servicio de SINIT.

- Es necesario notar que este sistema de referencia sea el mismo en todas las capas a ingresar.

Figura 27. **Presentación de la combinación de servicios entre SINIT e INGUAT, *Quantum GIS***



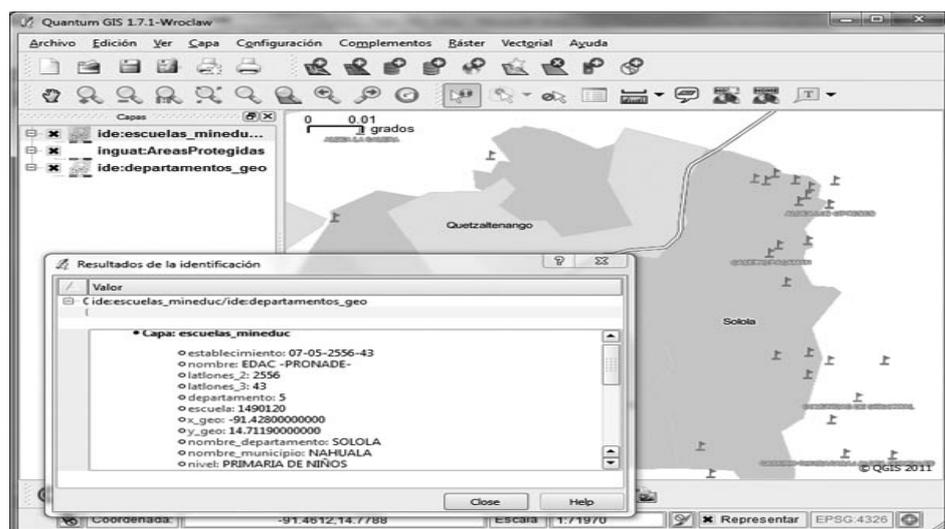
Fuente: elaboración propia, con datos proporcionados por: SINIT e INGUAT.

3.2.5. Interpretación de resultados

Existe una gran variedad de interpretaciones de los sistemas de información geográfica, cada uno es válido según con las necesidades que se presentan y las entidades que realizan el análisis, por ejemplo para el presente caso, si se desea observar las escuelas que se encuentran dentro de áreas protegidas, solamente hay que insertar la capa de escuelas y observar los resultados inmediatamente, sin necesidad de estar visitando cada escuela o área protegida, este resultado sería irrelevante para el INGUAT, a menos que se cambie drásticamente la perspectiva y se oriente a escuelas ecológicas en las cuales se fomenten destinos turísticos.

En la figura 28 se puede observar un fragmento de las áreas protegidas en cuyo interior se encuentran escuelas.

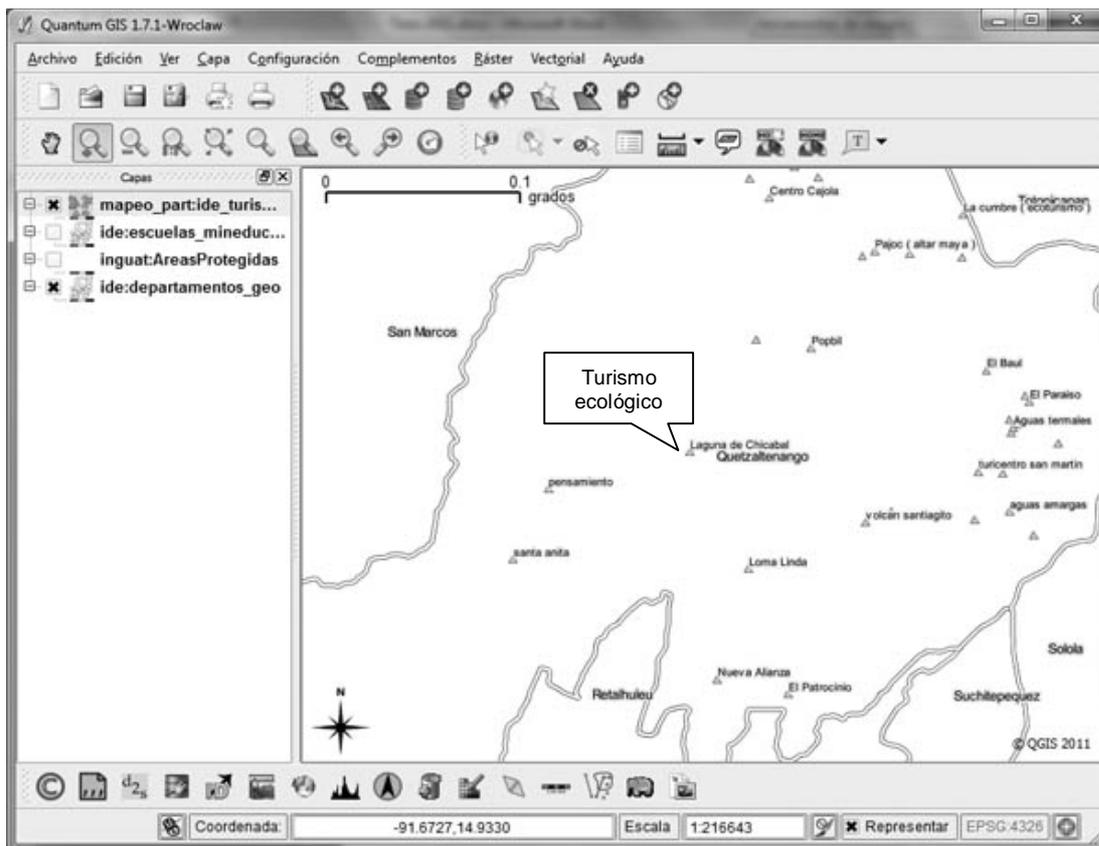
Figura 28. **Escuelas que se encuentran dentro de zonas protegidas, Quantum GIS**



Fuente: elaboración propia, con datos proporcionados por: SINIT e INGUAT.

Uno de los resultados que si puede llegar a ser de utilidad al INGUAT es tener conocimiento de los lugares turísticos con orientación ecológica incluso la ubicación sería de gran utilidad, este caso se observa en la figura 29, en la cual se agrego la capa del SINIT, en el cual se muestra los lugares turísticos con enfoque ecológico. En la figura se logra a distinguir parte del departamento de Quetzaltenango y varios lugares turísticos.

Figura 29. **Presentación de lugares turísticos con en foque ecológico, Quantum GIS**



Fuente: elaboración propia, con datos proporcionados por: SINIT e INGUAT.

4. RESULTADOS

Al tener los conceptos básicos de cómo utilizar los servicios de infraestructura de datos espaciales disponibles al público y conocer una herramienta en la cual se pueda integrar los resultados que puedan obtenerse, se limita solamente a las necesidades que se tengan, ya que se pueden realizar un sin número de combinaciones, limitados únicamente al número de servicios y la cantidad de capas que en ellas estén contenidas.

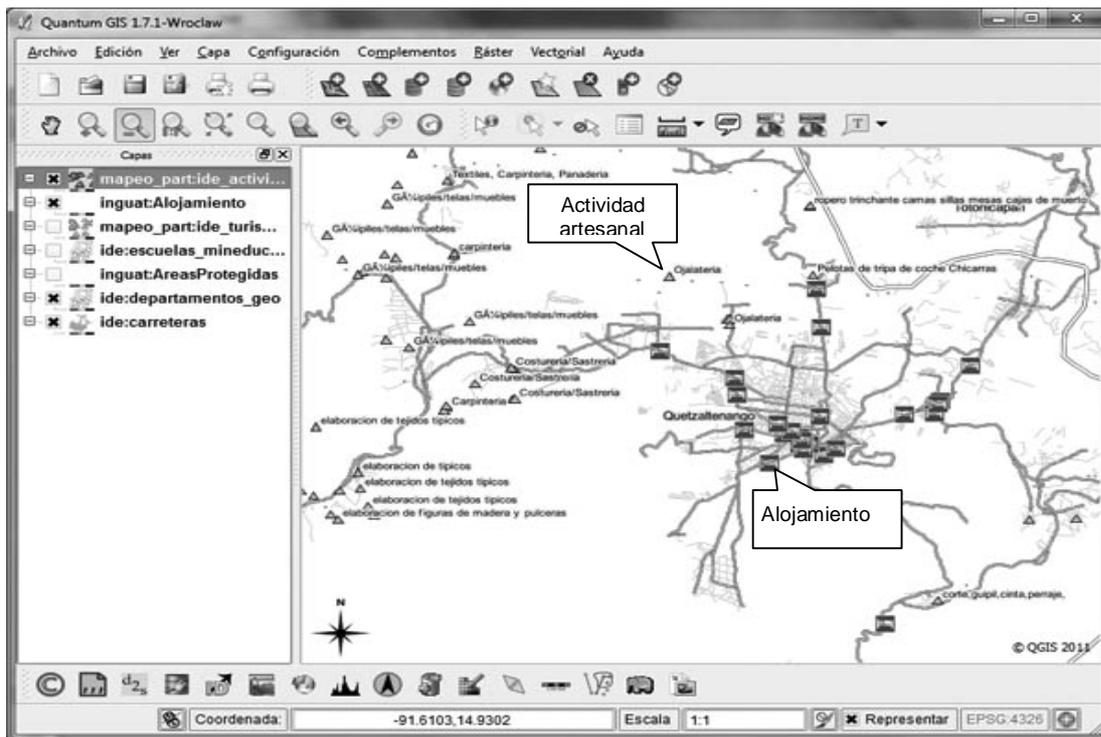
A continuación se muestran algunos resultados que se obtuvieron combinando varias capas de los servicios disponibles, tratando de diversificar la temática. Cada resultado lleva consigo una interpretación, la cual se ha realizado de forma general, sirviendo simplemente como ejemplo sin adentrarse a detalles técnicos.

4.1. Integración de servicios INGUAT y SINIT, alojamiento y actividad artesanal

Posiblemente este resultado es provechoso para los turistas nacionales y extranjeros, ya que se puede distinguir áreas en las cuales existe actividad artesanal, mostrando incluso, el tipo de actividad, al mismo tiempo se podrá comparar con las ubicaciones en donde se prestan el servicio de hospedaje, teniendo una mejor perspectiva de distancias, intereses comerciales, entre otros.

En la figura 30 se muestra la combinación de servicios prestados por INGUAT (alojamiento) y del servicio del SINIT (actividad artesanal).

Figura 30. Integración de servicios INGUAT y SINIT, alojamiento y actividad artesanal

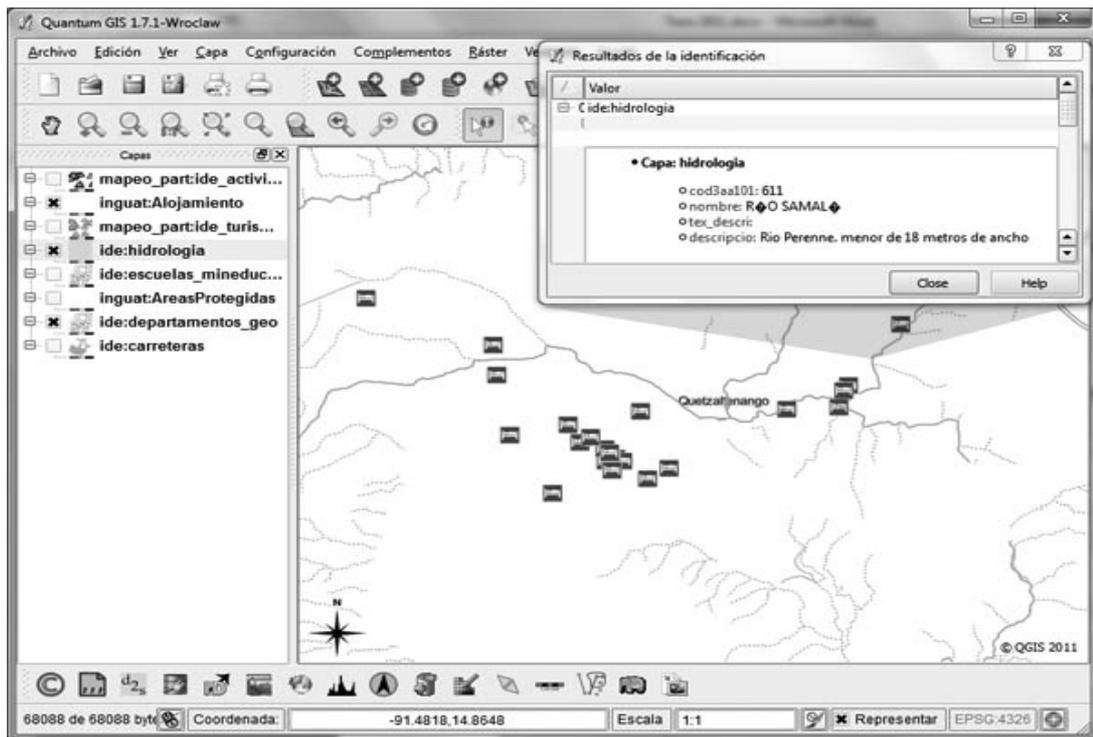


Fuente: elaboración propia, con datos proporcionados por: SINIT e INGUAT.

4.2. Integración de servicios INGUAT y SINIT, hospedaje e hidrología

De la misma forma en que se puede indicar el hospedaje más cercano a las áreas de interés turístico, también se logra tomar las precauciones del caso si se tiene la información a la mano, ya que la combinación de capas que se presenta a continuación en la figura 31, en la cual observan los ríos, los cuales en tiempo de lluvia tiende a subir su caudal, tomando esto en cuenta los hospedajes cercanos son más propensos a verse afectados.

Figura 31. Integración de servicios INGUAT y SINIT, hidrología y hospedaje



Fuente: elaboración propia, con datos proporcionados por: SINIT e INGUAT.

CONCLUSIONES

1. Los sistemas de información geográfica se compone de un conjunto de herramientas por medio de las cuales se procesa información geográfica éstas se le presentan al usuario, teniendo la capacidad de interactuar con la información.
2. Actualmente, los sistemas de información geográfica están en una posición importante, ya que están tomando un papel significativo en las decisiones del país, esto se puede observar en las instituciones que han apostado a dicha tecnología para satisfacer la demanda de información.
3. La infraestructura de datos espaciales comprende un conjunto de tecnologías, estándares y estatutos institucionales, los cuales son utilizados para intercambiar información geográfica.
4. Las aplicaciones que se pueden dar a la infraestructura de datos espaciales abarcan desde, dónde hospedarse hasta el crecimiento poblacional, la única limitante es la disposición de compartir información.
5. Existen formas de utilizar los servicios de mapas sin necesidad de descargar aplicaciones para utilizarlos, ya que utilizan *browser* del sistema para interactuar.

6. Hubo conocimiento más a fondo de la aplicación *Quantum GIS*, el cual es de código abierto, logrando acoplar diferentes capas de distintos servicios, siendo proporcionados por diferentes instituciones.

RECOMENDACIONES

1. Observar el sistema de referencia de las capas y servicios al momento de combinarlos, especialmente si son de diferentes instituciones, éstos deben ser iguales.
2. Para no incurrir en faltas legales debe asegurarse que la información es de uso público, previo a la utilización del mismo.
3. En lo posible, fomentar la cultura de compartir información, siendo este el principal obstáculo en los sistemas de información geográfica.
4. Para que los resultados obtenidos de la combinación de servicios sean óptimos y la interpretación de los mismos sea la adecuada, es necesario asesorarse con expertos en el tema, el cual agregará peso en las decisiones que se tomen.
5. Promover los logros alcanzados en sistemas de información geográfica, darlos a conocer para que sean vistos como ejemplo, para que otras instituciones sigan sus pasos.
6. Capacitación constante para seguir avanzando y evitar el estancamiento intelectual, aprovechando el auge que se tiene actualmente sobre el tema.

BIBLIOGRAFÍA

1. Agencia de Inteligencia Central. *The World Factbook*. [en línea] <<https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/index.html>>. [Consulta: 17 de agosto de 2011].
2. Asociación Global de Infraestructura de datos espaciales. *Recetario para Infraestructura de datos espaciales*. [en línea] 2009. <http://memberservices.gsdi.org/files/?artifact_id=655>. [Consulta: 21 de septiembre de 2011].
3. DEL RÍO SAN JOSÉ, Jorge. *Tratamiento de datos espaciales en hidrología*. España: Bubok Publishing, 2010. p. 15.
4. Equipo de redacción, especificación de datos, servicios de red y metadatos. *Technical Architecture - Overview*. Luxemburgo: INSPIRE, 2007. p. 4-10.
5. FIGUEROA CABRERA, Oscar Leonel. *Foro de alto nivel sobre gestión global de la información geoespacial*. Seul, República de Corea: Global Geospatial Information Management, 2011. p. 5.
6. HOLMES, Chris. *Towards the Open Geospatial Web*. [en línea] 2009. <<http://www.slideshare.net/cholmes/towards-the-open-geospatial-web-presentation>>. [Consulta: 10 de octubre de 2011].

7. Infomipyme. *MIPYME-GUATEMALA*. [en línea] 2009. <http://www.infomipyme.com/Docs/GT/Offline/ecommerce/situacion_guatemala.html>. [Consulta: 13 de septiembre de 2011].
8. Infraestructura de datos espaciales de España. *La IDE de España*. [en línea] 2006. <http://www.idee.es/show.do?to=pideep_que_es_IDEE.ES>. [Consulta: 24 de septiembre de 2011].
9. Instituto Guatemalteco de Turismo. *GeoVisitGuatemala*. [en línea] 08 de 2011. <<http://www.geovisitguatemala.com>>. [Consulta: 07 de noviembre de 2011].
10. LIEBERMAN, Joshua. *OpenGIS® Web Services Architecture*. Miami: Open Geospatial Consortium, 2003. 24 p.
11. MASSER, Ian. *Changing Notions of a Spatial Data Infrastructure (Nociones cambiantes de una Infraestructura de datos espaciales)*. [en línea] 2009. <<http://www.gsdi.org/gsdiconf/gsdi11/papers/pdf/375.pdf>>. [Consulta: 13 de septiembre de 2011].
12. MONGE GONZÁLEZ, Ricardo; ALFARO, Cindy; ALFARO CHAMBERLAIN, José. *TICs en la PYMES de Centroamérica: Impacto de adopción de las tecnologías de la información y la comunicación en el desempeño de las empresas*. Cartago: Tecnológica de Costa Rica, 2005. 85 p.

13. NOGERAS, Javier; ZARAGOZA SORIA, Javier; MEDRANO, Pedro. *Geographic information metadata for spatial data infrastructures*. España: Springer, 2005. 4 p.
14. OGC. *Open Geospatial Consortium*. [en línea] 2011. <<http://cite.opengeospatial.org/gml>>. [Consulta: 26 de octubre de 2011].
15. OLVERA RAMÍREZ, Jesús. *La Infraestructura de datos espaciales de México*. [en línea] 2006. Sección documento IDEs. <<http://www.cp-idea.org>>. [Consulta: 21 de septiembre de 2011].
16. Open Geospatial Consortium Inc. *OpenGIS® web services architecture description*. [en línea] [ref. de noviembre de 2005]. Disponible en Web: <https://portal.opengeospatial.org/modules/admin/license_agreement.php?suppressHeaders=0&access_license_id=3&target=target=http://portal.opengeospatial.org/files/%3fartifact_id=13140>.
17. Organización Internacional de Estándares. *ISO*. [en línea] <http://www.iso.org/iso/iso_catalogue/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=26020>. [Consulta: 10 de octubre de 2011].
18. Prensalibre. *Inguat lanza geoportal para promover turismo en el país*. [en línea] agosto de 2011. <http://www.prensalibre.com/noticias/Lanzan-Geoportal-promover-turismo-pais_0_533946883.html>. [Consulta: 20 de octubre de 2011].

19. SEGEPLAN. *Sistema nacional de información territorial*. [en línea] 2011. <http://www.segeplan.gob.gt/index2.php?option=com_content&do_pdf=1&id=247>. [Consulta: 07 de noviembre de 2011].
20. SINIT; SEGEPLAN. *Infraestructura de datos espaciales - SEGEPLAN*. [en línea] <http://www.segeplan.gob.gt/2.0/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=267>. [Consulta: 07 de noviembre de 2011].
21. ————. *Infraestructura de datos espaciales de Guatemala*. [en línea] <<http://ide.segeplan.gob.gt/geoserver/www/geoportal/geoportal.HTML>>. [Consulta: 07 de noviembre de 2011].
22. VAEZ, Sheelan; RAJABIFARD, Abbas; WILLIAMSON, Ian. *Modelo Ideal de IDE – Cerrando la brecha entre los ambientes marinos y terrestres*. Melbourne: Centro para la Infraestructura de datos espaciales y Administración de Tierras del Departamento de Geomática de la Universidad de Melbourne, 2009. 246 p.