

**HERRAMIENTA DE SOFTWARE PARA LOCALIZACION GEOGRAFICA  
DE TERMINALES EN REDES MOVILES CELULARES**

**Por:**

**ANDRES ESTUPIÑAN RINCON  
HERNAN GUILLERMO RUEDA BELTRAN**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD INGENIERIAS FISICO-MECANICAS  
ESCUELA DE INGENIERIA DE SISTEMAS E INFORMATICA  
BUCARAMANGA  
2008**

**HERRAMIENTA DE SOFTWARE PARA LOCALIZACION GEOGRAFICA  
DE TERMINALES EN REDES MOVILES CELULARES**

**Por:**

**ANDRES ESTUPIÑAN RINCON  
HERNAN GUILLERMO RUEDA BELTRAN**

**Proyecto de Grado para Optar el Título de Ingeniero de Sistemas**

**Director**

**HOMERO ORTEGA**

**Profesor Titular**

**ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y  
TELECOMUNICACIONES**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD INGENIERIAS FISICO-MECANICAS  
ESCUELA DE INGENIERIA DE SISTEMAS E INFORMATICA  
BUCARAMANGA**

**2008**

---

---

**AUTORES**

Andrés Estupiñán Rincón  
Hernán Guillermo Rueda Beltrán

---

**DIRECTOR**

Homero Ortega  
Profesor Titular  
Escuela de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones

---

**CODIRECTOR**

José Luís Leal Gómez  
Estudiante de Maestría en Ingeniería Informática  
Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática

## RESUMEN

**TITULO: HERRAMIENTA DE SOFTWARE PARA LOCALIZACION GEOGRAFICA DE TERMINALES EN REDES MOVILES CELULARES\***

**Autores:** Hernán Guillermo Rueda Beltrán\*\*  
Andrés Estupiñán Rincón\*\*\*.

**Palabras Clave:** Dispositivo móvil, Localización, GIS, GPS, Servicio Web, Google Maps, C#, Ajax, PHP, XML, SOAP, Windows Mobile 5.0

## DESCRIPCIÓN

El significativo incremento en la oferta de servicios de datos prestados hoy a través de las redes móviles, ha creado la necesidad de buscar elementos diferenciadores, que garanticen la acogida y aceptación de estos servicios en un mercado que sobrepasa los 1000 Millones de Usuarios en todo el mundo. El grupo RADIOGIS\*\*\* está convencido que personalizar este tipo de servicios según la ubicación física del usuario dentro de la red, no solo le agrega valor a la información entregada al usuario, sino que hace el servicio mucho más atractivo y competitivo.

Bajo este panorama, se desarrolló la investigación necesaria para poder crear una herramienta capaz de implementar un servicio basado en localización, usando la convergencia de redes de acceso público. Como resultado de esta investigación se estableció la funcionalidad del servicio así como las tecnologías necesarias de software y hardware para llevar a cabo el proyecto. El servicio desarrollado permite al usuario final ver su posición en un mapa, así como puntos de interés cercanos a él. También le permite agregar nuevos puntos de interés según categorías preestablecidas. El software funciona de la siguiente manera: la pda se comunica con un servidor, que utiliza un servicio Web basado en código php y se comunica con Google Maps para finalmente mostrar los mapas al usuario en la pantalla del dispositivo móvil.

---

\* Trabajo de Grado

\*\* Facultad Ingeniería Físico-mecánicas, Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática, Dir. Homero Ortega.

\*\*\*\* Grupo de Investigación Interdisciplinario en Radiocomunicaciones y GIS

## ABSTRACT

### TITLE: SOFTWARE TOOL FOR THE GEOGRAPHIC LOCALIZATION OF TERMINALS IN CELULAR MOBILE NETWORKS\*

**Authors:** Hernán Guillermo Rueda Beltrán\*\*  
Andrés Estupiñán Rincón\*\*\*.

**Keywords:** Mobile device, Localization, GIS, GPS, Web service, Google Maps, C#, Ajax, PHP, XML, SOAP, Windows Mobile 5.0

## DESCRIPTION

The significant increment in the supply of data services offered today through mobile networks, has created the need to search for new elements to offer to stand against competition, to guarantee the reception and acceptance of these services in a market that overpasses the 1000 millions users around the globe. The group RADIOGIS\*\*\* is convinced that the personalization of these kind of services according to the physical location of the user inside the network, not only adds value to the information delivered to the user, but also makes the services much more attractive and competitive.

Taking this into account, the necessary investigation was developed to be able to create a tool capable of implementing a location based service, using the convergence of public networks. As a result of this research work we managed to establish the service functionality as well as the necessary software and hardware technologies to develop the project.

The developed Service allows the user to see his position on a map, as well as nearby points of interest. It also allows him to add new points of interest according to pre-established categories. The software works in the following manner: A PDA communicates with the main server and this one uses a web service based on php coding to send the positioning information to Google Maps, to finally show the map to the user on the screen.

---

\* Graduate thesis project

\*\* Physical Mechanical Engineering Faculty, School of IT Engineering and Informatics. Dir Homero Ortega

\*\*\* Interdisciplinary research group in Radiocommunications and GIS

## CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCION .....	1
1. PRESENTACION DEL PROYECTO.....	3
1.1. OBJETIVOS.....	3
1.1.1. Objetivo General .....	3
1.1.2. Objetivos específicos .....	4
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	5
2.1. PRIMERA PROBLEMÁTICA.....	5
2.2. SEGUNDA PROBLEMÁTICA .....	7
3. SERVICIOS BASADOS EN LOCALIZACION .....	9
3.1. Escenarios de Aplicación .....	11
3.1.1. Iniciativas de Negocios .....	12
3.1.1.1. Servicios de consulta e información .....	12
3.1.1.2. Servicios Comunitarios .....	12
3.1.1.3. Telemática del tráfico .....	13
3.1.1.4. Manejo de Flotas y Logística .....	13
3.1.1.5. Mercadeo móvil.....	13
3.2. Actores .....	14
3.2.1. Roles operacionales.....	14
3.2.2. Roles no operacionales.....	15
3.3. ESTANDARIZACION.....	15
3.3.1. 3GPP Y 3GPP2 .....	16
3.3.2. OMA Y PARLAY .....	16
3.3.3. IETF Y W3C.....	17
3.3.4. OGC .....	17
3.4. Localización .....	17
3.4.1. Categorías de localización.....	18
3.4.1.1. Localizaciones descriptivas:.....	18
3.4.1.2. Localizaciones espaciales:.....	19
3.4.1.3. Localizaciones de red: .....	19
4. TECNOLOGIAS NECESARIAS .....	21
4.1. Sistemas de Información Geográfica .....	21
4.2. Google Maps .....	22
4.2.1. Conceptos básicos del API de Google Maps .....	23
4.3. Tecnologías de Posicionamiento.....	24
4.3.1. GPS .....	24
4.3.1.1. Sentencias NMEA.....	25

4.4. REDES DE COMUNICACIONES .....	29
4.4.1. Servicios Web .....	29
4.4.1.1. Características de los servicios Web.....	30
4.4.2. XML.....	30
4.4.3. SOAP. Simple Object Access Protocol.....	31
4.4.4. WSDL .....	33
4.4.5. AJAX .....	34
4.5. Computación Móvil e Inalámbrica .....	38
4.5.1. Microsoft® .NET Compact Framework 2.0 .....	38
4.5.1.1. Arquitectura de .NET Compact Framework.....	39
4.5.1.2. Windows CE .....	40
4.5.1.3. Common Language Runtime .....	40
4.5.1.4. Visual Studio.....	41
Requisitos del sistema.....	41
5. Metodología XP .....	41
5.1. FASE DE EXPLORACIÓN .....	41
5.1.1. Historias de usuario.....	41
5.1.2. Casos de Uso.....	42
5.1.3. Arquitectura del Software .....	44
5.1.4. Metáfora del Sistema .....	46
5.2. FASE DE PLANEACIÓN .....	47
5.2.1. Obtener posición actual del usuario .....	47
5.2.2. Enviar datos al servidor.....	49
5.2.3. Insertar datos de posición en la base de datos.....	51
5.2.4. Enviar datos al Sistema de Información geográfica.....	52
5.3. FASE DE REALIZACION.....	53
5.3.1. PRIMERA ITERACION: APLICACIÓN DE SOFTWARE EN EL SERVIDOR.....	53
5.3.1.1. DISEÑO DE LA BASE DE DATOS.....	55
5.3.2. SEGUNDA ITERACIÓN: APLICACIÓN DE SOFTWARE EN EL CLIENTE.....	55
5.3.2.1. Creación de la solución para dispositivo móvil usando Visual Studio 2005 .....	56
5.3.2.2 Creación de Interfaces .....	57
5.3.2.3. Programación de la aplicación.....	59
5.3.3. TERCERA ITERACIÓN: IMPLEMENTACION DEL SERVICIO WEB .....	60
CONCLUSIONES .....	66
BIBLIOGRAFIA .....	68

## INDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Servicios conocedores de su contexto y Servicios basados en localización	11
Figura 2. Actores en los servicios basados en localización .....	15
Figura 3. Categorías de localización .....	20
Figura 4. Constelación GPS .....	25
Figura 5. Interpretación de trama GGA .....	27
Figura 6. Interpretación de trama GSA .....	27
Figura 8. Interpretación de trama GLL .....	28
Figura 9. Tecnologías agrupadas bajo el concepto de AJAX .....	35
Figura 10. La imagen de la izquierda muestra el modelo tradicional de una aplicación Web. En la derecha se muestra el modelo de Ajax. ....	36
Figura 11. La imagen superior muestra la iteración síncrona propia de las aplicaciones Web tradicionales. La imagen inferior muestra la comunicación asíncrona de las aplicaciones creadas con AJAX. ....	37
Figura 12. Arquitectura de .NET Compact Framework.....	39
Figura 13. Flujo de datos del software .....	44
Figura 14. Arquitectura del Software.....	46
Figura 15. Diagrama lógico - Obtener posición actual de usuario.....	48
Figura 16. Diagrama lógico – Enviar datos al servidor(Cliente) .....	49
Figura 17. Diagrama lógico – Enviar datos al servidor(Servidor).....	50
Figura 18. Insertar datos en la BD .....	51
Figura 19. Enviar datos al Sistema de Información geográfica .....	52
Figura 20. Diagrama E-R de la base de datos .....	55
Figura 21. Asistente de Visual Studio para creación de nueva solución .....	56
Figura 22. Creación de nueva referencia Web en c# .....	63
Figura 23. Asistente para agregar nueva referencia Web .....	64
Figura 24. Referencia Web creada con éxito .....	64

## INTRODUCCION

La telefonía móvil ha alcanzado un amplio crecimiento durante la última década, al punto de que hoy en día es casi imprescindible tener un móvil para comunicarnos. Esto ha ocasionado a su vez un aumento considerable en las diferentes plataformas de prestación de servicios móviles, que han evolucionado del simple tráfico de voz al acceso a Internet, SMS (Short Messaging System), MMS (Multimedia Messaging System) y actualmente a los nacientes servicios basados en localización, los cuales son el marco de trabajo del presente proyecto.

Los servicios basados en localización empezaron a desarrollarse en la década anterior, pero ha sido en esta que han tenido un crecimiento considerable, desde el punto de vista económico y tecnológico. Las tecnologías de posicionamiento y los dispositivos utilizados han ido avanzando, aumentando así la calidad del servicio, lo cual ha atraído cada vez a más consumidores. In-Stat<sup>1</sup> afirma que para el año 2010 solo en Estados Unidos, se esperan más de 1.1 millones de nuevos usuarios, en complemento a los 580.000 que existen en la actualidad.

En Colombia, sin embargo, el desarrollo y masificación de estos servicios se encuentra en una etapa menos avanzada. Aunque nuestro país no es la excepción a la gran dinámica actual que percibe el mercado móvil, aún no se presenta una tendencia de uso de servicios de valor agregado distintos al SMS. A pesar de esto, se debe tener en cuenta que en el país existen tres

---

<sup>1</sup> Compañía de investigación de mercados en el área de tecnología (<http://www.instat.com>)

operadores celulares (dos de ellos subsidiarias de grandes jugadores del mercado móvil mundial) en competencia diaria por obtener usuarios, y es allí donde en un futuro el ofrecimiento de nuevos servicios como los basados en localización entrará en juego.

El proyecto surgió como una iniciativa del Grupo de Investigación RadioGis, en su meta por alcanzar un modelo de convergencia de redes. Pretende al mismo tiempo dejar como precedente una plataforma completamente funcional para aquellos investigadores que deseen explorar esta área en un futuro, y desarrollar servicios basados en localización. El trabajo representa un avance en un proyecto mayor entre RadioGis, Colciencias, Universidad ICESI, empresa Tesamerica titulado “Desarrollo de una herramienta basada en GIS, para el apoyo a la Gestión de Espectro de Radio y el control de Niveles de Radiación Electromagnética”, que en parte busca crear un Servicio Basado en Localización (LBS) para apoyar las campañas de mediciones de señal en los complejos espacios de una ciudad o en otros espacios abiertos. El trabajo también fue apoyado con recursos del proyecto “Diseño de un modelo de propagación para el análisis de áreas de servicio y de irradiación electromagnética para los sistemas inalámbricos en las bandas de 800 y 1900 MHz” financiado por la Vicerrectoría de Investigaciones (VIE) de la UIS.

El proyecto fue desarrollado siguiendo una metodología ágil de desarrollo de software, que permitió que el proceso de elaboración de la aplicación se diera de una manera ordenada y estructurada.

## **1. PRESENTACION DEL PROYECTO**

El presente proyecto, está enmarcado en un contexto de investigación, y pretende crear una aplicación de software que ponga en práctica toda la teoría recopilada sobre servicios basados en localización durante este tiempo de estudio. El software es capaz de realizar tres funciones básicas que son:

- Señalar la posición actual del usuario en un mapa.
- Señalar puntos de interés cercanos a la posición del usuario en un mapa.
- Agregar nuevos puntos de interés.

El proyecto está estructurado según la metodología ágil de desarrollo llamada XP (Extreme Programming). La creación del software fue concebida siguiendo los pasos enmarcados por esta metodología y el proyecto igualmente se presenta en este documento de esta forma.

Para el desarrollo de este proyecto se contemplan capítulos donde se presenta inicialmente la problemática y los objetivos planteados al inicio del proyecto, seguido de las fases de exploración, planeación y producción que se siguieron para el desarrollo del software.

### **1.1. OBJETIVOS.**

#### **1.1.1. Objetivo General**

Diseñar una herramienta de software capaz de obtener la posición geográfica de un terminal en una red móvil celular, con la mayor precisión posible, para facilitar la implementación de servicios basados en localización.

### 1.1.2. Objetivos específicos

➤ Desarrollar una aplicación de software que conste de las siguientes partes:

1. Una aplicación cliente que opere en una PDA <sup>2</sup> y se encargue de extraer la posición geográfica del dispositivo móvil por medio de su GPS <sup>3</sup> integrado o externo, para así enviarla al servidor donde será procesada esta información.
2. Diseñar e implementar una aplicación en el servidor basada en una arquitectura orientada a servicios, que al recibir la posición geográfica del dispositivo móvil, sea capaz de enviarla a un Sistema de Información Geográfica, para así señalar esta posición en un mapa y poder desarrollar un servicio basado en localización.

➤ El servicio basado en localización se encargará de señalar puntos de interés a petición del usuario. Dependiendo de la posición geográfica en que esté, retornará a la PDA una lista de puntos cercanos (Hoteles, Restaurantes, Estaciones de gasolina, etc.).

➤ La aplicación cliente debe ser capaz de agregar nuevos sitios georeferenciándolos por medio del GPS y un formulario en la PDA, logrando de esta manera actualizar la base de datos de sitios de interés.

---

<sup>2</sup> Ayudante Personal Digital, el modelo a usar es la HP IPAQ HW6945 que aparte de ser teléfono GSM cuenta con GPS y conectividad GPRS/Wi-Fi

<sup>3</sup> Sistema de posicionamiento global satelital para localización de objetos

## 2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 2.1. PRIMERA PROBLEMÁTICA

*“Desarrollo de servicios basados en localización sin acceso interno a la red del Operador Celular”*

La capacidad de localizar un terminal móvil en una red celular es intrínseca a la red misma. Esta afirmación se basa en el hecho de que para establecer una conexión con un terminal móvil, ya sea para transmitir voz o datos, se debe primero conocer la célula a la que está conectado, todo esto con el fin de consumir recursos solo en el punto en que se encuentra y no en todo el sistema.

Las redes móviles dividen el territorio en células distintas desde el punto de vista radioeléctrico, atendidas cada una de ellas por nodos de acceso distintos. Cada célula es identificada en la red por su Cell-Id<sup>4</sup>. El terminal móvil debe conocer en todo momento en qué célula está para poder comunicarse con su nodo de acceso asignado. Estos nodos se conocen en la tecnología GSM<sup>5</sup> como ‘Estaciones Base’.

La red conoce la posición geográfica exacta de cada célula y de cada estación base, así, al establecer la conexión ‘Célula-Estación base-Terminal móvil’, la red ya tiene asignado un espacio geográfico determinado al terminal.

---

<sup>4</sup> Identificador de Célula, su nombre hace referencia generalmente a algún lugar de la ciudad.

<sup>5</sup> Sistema Global para las comunicaciones móviles

Teniendo esto en cuenta, si se quieren desarrollar servicios basados en localización partiendo de los datos internos de la red, podemos afirmar que gran parte del trabajo ya está hecho debido a la estructura de la red y su forma de conectarse con los terminales.

Con las redes NGN (Next Generation Networks) se busca que los desarrolladores de servicios puedan manejar recursos de las redes de los operadores. Sin embargo, en Colombia, y en gran parte del mundo, esto no está ocurriendo aún, ya sea por desconfianza o por falta de estrategias de tipo regulatorio. Los operadores celulares no están autorizados a brindar acceso interno a la red al ente académico. Entonces, ¿cómo desarrollar aplicaciones sin tener acceso interno a la red celular? Y para el caso concreto de este proyecto, ¿cómo se pueden desarrollar servicios basados en localización sin conocer el 'Cell ID' de la célula que brinda conexión a un terminal? El Cell ID sí puede ser detectado por software leyendo señales del Terminal, el problema es que no resulta muy útil para posicionamiento, pues una celda es demasiado grande, y la resolución resulta ser comparable al tamaño de la celda.

Esta problemática y todas las que surgen del hecho de no contar con información propia de la infraestructura de las redes actuales, es quizás la más común en la comunidad de desarrolladores independientes de aplicaciones móviles, y para el desarrollo de la aplicación que se quiere implementar en esta tesis de grado, será uno de los primeros inconvenientes a resolver.

Concluyendo, se debe desarrollar una aplicación que no involucre a ningún operador celular, para así sentar un precedente y demostrar que haciendo uso de la convergencia de redes y plataformas de desarrollo de última

generación se puede hacer software para dispositivos móviles fiable, eficiente y con un buen nivel de interoperabilidad. Este es también un paso importante para el futuro desarrollo de un LBS de apoyo a la gestión del espectro radioeléctrico de acuerdo a un proyecto que dirige el grupo RadioGis.

## **2.2. SEGUNDA PROBLEMÁTICA**

*“La población a nivel nacional y mundial aún se pierde con facilidad y el costo de perderse o demorarse encontrando un sitio específico es cada vez más alto”*

Perderse, es, y ha sido durante mucho tiempo, uno de los problemas más comunes para la gente. Con frecuencia las personas no saben en donde se encuentran, o no saben la ruta desde donde están al lugar donde desean llegar. Las encuestas demuestran que la mayoría de las veces, y más aún en la población masculina, las personas sienten pena de admitir que se han extraviado y por esto no buscan ayuda.

Las causas más comunes al perderse son:

- La ruta tomada no es familiar
- Desvíos erróneos
- Mapas desactualizados

Los entes encargados de brindar información acerca de cómo prever y resolver este tipo de situaciones recomiendan prácticas poco comunes y difíciles de introducir en la cotidianidad de la gente como:

- Poseer información topográfica de la zona a visitar y saber como analizarla
- Nunca salir de la casa sin un buen mapa
- Llevar siempre consigo una brújula y saber utilizarla

Al encontrarse perdido y no tener ninguno de los elementos sugeridos, se recomienda buscar ayuda de los transeúntes, negocios cercanos, o pedir prestado un directorio telefónico, practicas que como se mencionó anteriormente, la gente es reacia a realizar. Como referencia estadística de este planteamiento, solo el 36% de los hombres y el 19% de las mujeres consultan un mapa al no saber que ruta tomar para llegar a algún sitio. Sumado a la molesta experiencia que significa estar perdido o simplemente no saber como llegar a un sitio deseado, está el llamado 'Costo de perderse'. Los precios de la gasolina hacen que el costo de estar perdido o demorarse llegando a algún lugar se eleve más que nunca, por esto los conductores deben estar preparados antes de realizar un viaje o emprender una búsqueda hacia un lugar poco familiar.

Según Harris Interactive <sup>6</sup>, el 60% de los conductores en los Estados Unidos se pierden más de un par de veces cada año tratando de llegar a sitios poco familiares.

Por todo lo enunciado anteriormente, se hace relevante la realización de un software que permita a los usuarios señalar puntos de interés determinados desde un dispositivo móvil y sirva como guía para las personas perdidas, o aquellas que simplemente no saben como llegar a algún lado de su ciudad. Numerosas aplicaciones a este desarrollo pueden encontrarse en campos

---

<sup>6</sup> Empresa americana de investigación de mercados especializada en análisis de la opinión pública a través de encuestas online

como el turismo (para ubicar sitios e información de interés relacionados con al lugar en que se encuentra el turista), la medicina, explotación minera, seguridad, etc, etc.

### **3. SERVICIOS BASADOS EN LOCALIZACION**

La Asociación GSM, que es un consorcio de 600 Operadores de red GSM en el mundo, define los servicios basados en localización como servicios que usan la posición del objetivo para agregar valor al servicio, donde el objetivo es la “entidad” a localizar (esta entidad no es necesariamente el usuario del servicio). Esta definición es abstracta, y por lo tanto genera la pregunta de que es un valor agregado en si. La Asociación GSM (2003) presenta tres ejemplos donde el valor agregado se obtiene filtrando la información (por ejemplo, seleccionar puntos cercanos de interés, mostrando la posición de un objetivo en un mapa, o activando automáticamente el servicio cuando el objetivo entra o sale de una localización predefinida.

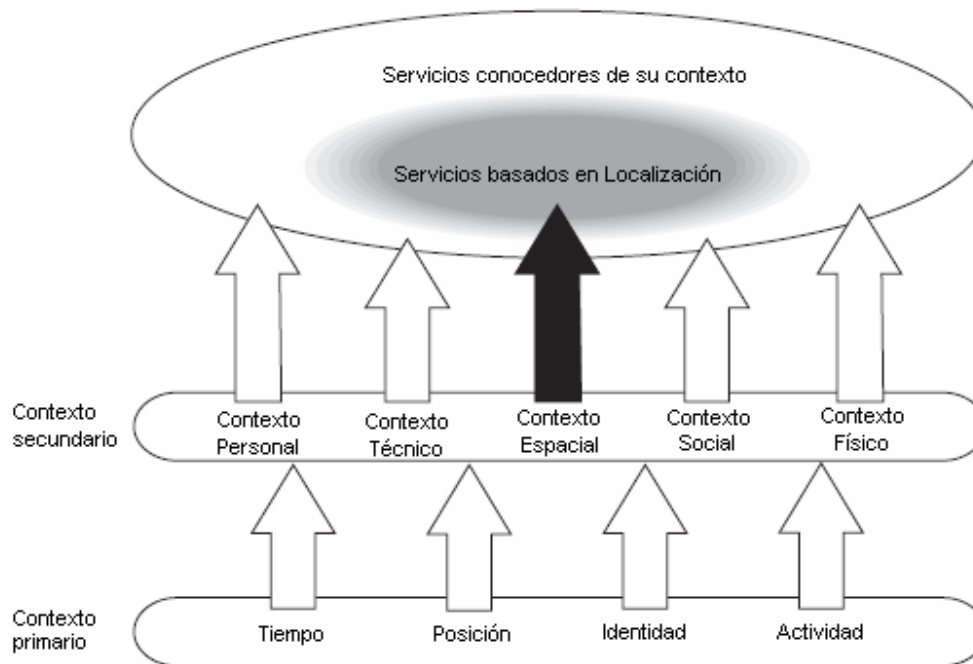
Otra definición es dada por la 3GPP, la cual es una federación internacional de muchas autoridades de estandarización nacionales que buscan proveer especificaciones para GSM y UMTS: un servicio basado en localización es un servicio ofrecido por un proveedor que utiliza la información disponible de localización del terminal (3GPP TS 23.271).

Siguiendo estas definiciones, la gran parte de este tipo de servicios hoy en día son realizados como servicios de datos o mensajería, por ejemplo, basados en WAP (Wireless Application Protocol), GPRS (General packet radio service) o el SMS (Short message service).

3GPP distingue estrictamente entre los Servicios basados en localización (LBS) y los servicios de localización (LS). Los servicios de localización tienen que ver con la localización de personas u objetos y con hacer que los datos de localización resultantes estén disponibles a actores externos. Un servicio de localización no implica el procesamiento de datos de localización en el sentido de filtrar o seleccionar información dependiente de la localización o realizar otras acciones de alto nivel (a diferencia de un LBS); El servicio de localización es responsable tan solo de la generación y entrega de datos de localización. Así, los servicios de localización contribuyen al funcionamiento de los LBS y pueden ser considerados como un sub-servicio de estos. Sin un servicio de localización, un usuario de un LBS tendría que ingresar los datos de su posición manualmente, lo cual puede ser un proceso tedioso y complicado, especialmente si se hace en dispositivos con interfaces gráficas limitadas. En conclusión, los LBS's y los servicios de localización se complementan.

En el campo investigativo, los LBS's son considerados frecuentemente como un subconjunto especial de los llamados "Servicios conocedores de su posición". Generalmente, este tipo de servicios son definidos como servicios que adaptan automáticamente su comportamiento, por ejemplo, filtrar o presentar información, a uno o más parámetros reflejando el contexto de un objetivo. Estos parámetros se conocen como información de contexto. El conjunto de información de contexto potencial es categorizada, y como se observa en la figura, puede ser subdividida en personal, técnica, espacial, social y física. Más adelante se clasifica como contextos primarios y secundarios. El contexto primario comprende cualquier clase de datos que puedan ser seleccionados de sensores como sensores de luz, micrófonos, acelerómetros, sensores de localización, etc. Estos datos son tratados por

medio de combinación, deducción o filtrado para así recibir información de contexto de alto nivel que se conoce como contexto secundario.



**Figura 1. Servicios conocedores de su contexto y Servicios basados en localización**

### 3.1. Escenarios de Aplicación

Los escenarios de aplicación se subdividen en iniciativas económicas e iniciativas públicas. Las iniciativas económicas son llevadas a cabo por los operadores y/o proveedores para aumentar el número de ofertas en su portafolio de servicios y así obtener más usuarios.

Las iniciativas públicas son introducidas por los gobiernos para realizar tareas administrativas de diversa índole.

### **3.1.1. Iniciativas de Negocios**

La motivación principal para ofrecer servicios basados en localización es obtener ganancias incrementando el tiempo al aire del usuario, vendiendo información de localización a terceras partes, y poniendo precio a diferentes necesidades específicas de los usuarios.

#### **3.1.1.1. Servicios de consulta e información**

Son los servicios que han tenido mayor impacto en el mercado hasta ahora. Proveen al usuario del dispositivo móvil con información acerca de puntos de interés cercanos, por ejemplo restaurantes o estaciones de gasolina. Después de la petición, el usuario es automáticamente localizado por la red móvil o en caso contrario debe ingresar manualmente su posición. A continuación, debe especificar los puntos de interés, por ejemplo, si desea recibir una lista de restaurantes o estaciones de gasolina, y en algunos casos la distancia máxima desde su posición a los puntos que desea ver.

La petición se pasa al proveedor del servicio, que prepara una lista de puntos apropiados y los retorna al usuario.

Este tipo de servicios es básicamente una extensión de las conocidas páginas amarillas mostrando solo registros de relevancia posicional.

#### **3.1.1.2. Servicios Comunitarios**

Los servicios comunitarios permiten a los usuarios compartir intereses para unirse en grupos cerrados de usuarios (comunidades) e interactuar unos con otros a través de chat, pizarrones, o servicios de mensajería. En los años

recientes, la WWW (World Wide Web) ha creado varios tipos de estos servicios, lo cual es una ventaja ya que el usuario común está bastante familiarizado con ellos.

#### **3.1.1.3. Telemática del tráfico**

Esta área pretende dar al usuario servicios relacionados con la posición geográfica de su auto. La aplicación más difundida hasta el momento ha sido la navegación, soportada por los llamados OBU<sup>7</sup> (On-Board Units) instalados en los autos. Usando su GPS integrado, el OBU guía al conductor al objetivo deseado por medio de instrucciones vocales o mostrando la ruta gráficamente. La guía es basada en material geográfico cargado localmente de un DVD en el OBU. Unidades más sofisticadas usan tecnologías como GSM/GPRS que permiten al OBU conectarse a un SIG remoto y obtener información actualizada en todo momento.

#### **3.1.1.4. Manejo de Flotas y Logística**

Este tipo de servicios se encargan del control y coordinación de flotas enteras de vehículos por medio de una oficina central. Los grupos típicos de objetivos son transportación pública, servicios de fletes y servicios de emergencia. El objetivo principal de este servicio es localizar en un mapa a los vehículos de carga y obtener medidas como la distancia de uno a otro y el tiempo de llegada a sus destinos.

#### **3.1.1.5. Mercadeo móvil**

---

<sup>7</sup> Unidades integradas para posicionamiento de automóviles, equipadas con una amplia pantalla y un GPS, usualmente encontradas en el tablero de los automóviles en Estados Unidos.

El mercadeo móvil es un nuevo modelo de ventas que ayuda a las agencias de servicio y fábricas a promover sus servicios y productos interactuando con los consumidores a través de sus dispositivos móviles. El contacto con el consumidor

### **3.2. Actores**

Los LBS son una rama de interés ínter organizacional. Muchos actores participan en los roles operacionales y no operacionales de los LBS. Generalmente, un actor es definido como una entidad autónoma como una persona, compañía, o una organización. Un actor adopta uno o varios roles, que caracterizan las funciones que debe llevar a cabo desde un punto de vista técnico o económico dependiendo de la naturaleza del actor.

#### **3.2.1. Roles operacionales**

Los actores que operan en estos roles cooperan durante la ejecución de un LBS y piden o proveen, dependiendo del caso, sub-servicios de el LBS. Cada uno de ellos mantiene una infraestructura técnica que va desde dispositivos móviles sencillos (usuarios y objetivos) hasta servidores (Originadores de posición y proveedores de contenido) y redes celulares complejas a alta escala (operadores celulares). La interacción de estos roles durante la operación del servicio sucede a través de puntos de referencia que consisten de protocolos y servicios de conectividad ofrecidos por muchas redes. Generalmente, la realización técnica de los puntos de referencia es determinada por SLA's (Acuerdos de nivel del servicio), los cuales son adoptados por los actores participantes para mejorar la calidad del servicio y las condiciones contables.

### 3.2.2. Roles no operacionales

Los actores en este grupo no están involucrados con el funcionamiento técnico de los LBS. Estos tienen un impacto indirecto ya que dictan las circunstancias de regulación económica para la operación de los LBS o los influyen mediante la definición y adopción de estándares técnicos.

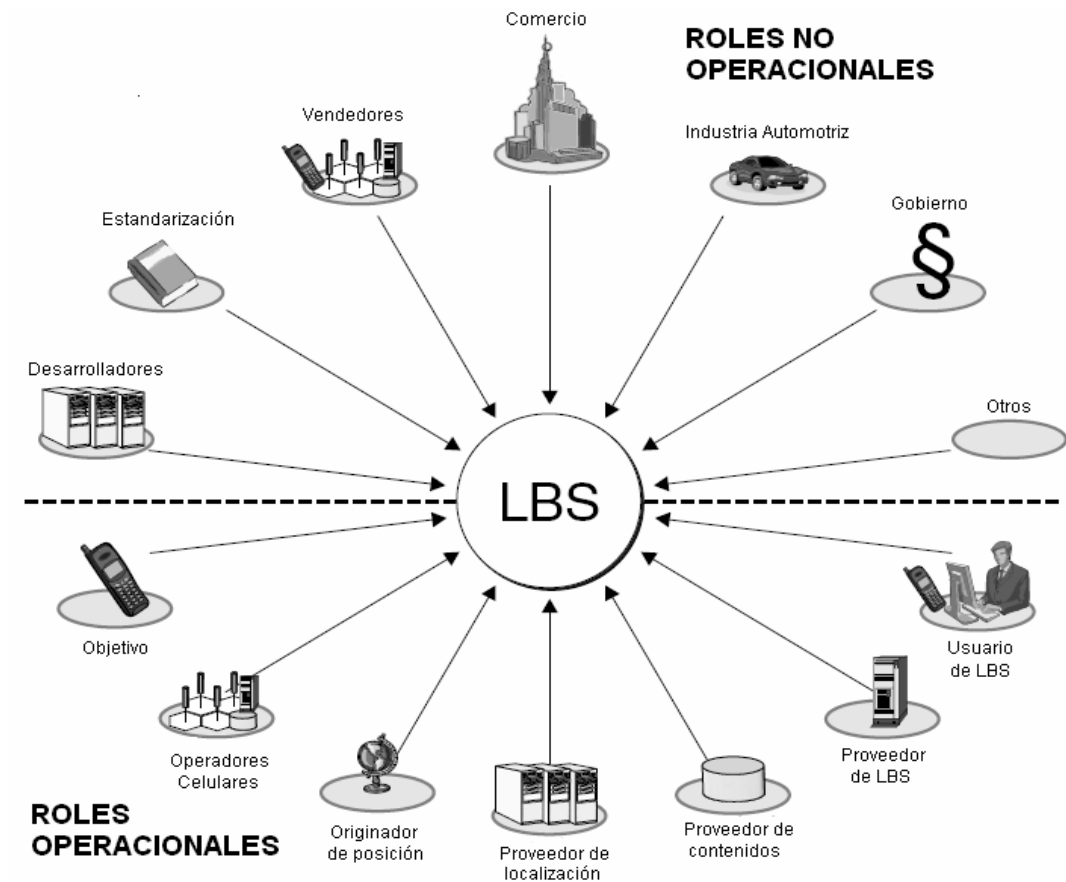


Figura 2. Actores en los servicios basados en localización

### 3.3. ESTANDARIZACION

El éxito de los servicios basados en localización está basado esencialmente en la disponibilidad de estándares apropiados, los cuales describen apropiadamente los protocolos, interfaces y API's<sup>8</sup> para cooperar la interacción de los entes involucrados. Sin la existencia de los estándares, estos entes tendrían que comunicarse a través de protocolos y tecnologías propietarias únicamente, lo cual dificultaría la competencia, el mercado abierto y el éxito de los LBS en general.

### **3.3.1. 3GPP Y 3GPP2**

La 3GPP (3rd Generación Partnership Project) es una colaboración internacional de grupos de estándares nacionales enfocada en la producción de recomendaciones técnicas y reportes para GSM y UMTS<sup>9</sup>. En el contexto de los LBS, el trabajo de 3GPP es de alta relevancia para las tecnologías de posicionamiento dentro y fuera de las redes celulares. Las especificaciones de 3GPP son continuamente mejoradas con nuevas características. Estas mejoras son estructuradas y coordinadas de acuerdo a "Releases". Las redes móviles son operadas de acuerdo a los Releases 98 y 99, mientras que la estructuración en los Releases 4,5 y 6 sigue en progreso.

### **3.3.2. OMA Y PARLAY**

La Alianza Libre de Móviles (OMA) y el grupo Parlay son colaboraciones de operadores móviles, fabricantes de dispositivos y redes, compañías de tecnologías de la información, y proveedores de contenidos. Su propósito es el desarrollo de soluciones de redes. Los dos grupos colaboran con el

---

<sup>8</sup> Conjunto de funciones y procedimientos que ofrece cierta biblioteca para ser utilizado por otro software como una capa de abstracción

<sup>9</sup> Sistema Universal de Telecomunicaciones móviles (Universal Mobile Telecommunications System - UMTS) es una de las tecnologías usadas por los móviles de tercera generación (3G, también llamado W-CDMA).

desarrollo de aplicaciones LBS desarrollando protocolos y API's para el intercambio de datos de posición entre diferentes actores.

### **3.3.3. IETF Y W3C**

En el pasado, el desarrollo de LBS era motivado principalmente por el sector de telecomunicaciones. De cualquier manera, con el incremento en la unión de las telecomunicaciones y los servicios basados en internet, la necesidad de soportar tecnologías relacionadas con localización ha sido reconocida por consorcios como IETF (Internet Engineering Task Force) y la W3C (World Wide Web Consortium). Estos grupos desarrollan soluciones que son la base para especificaciones del consorcio mencionado anteriormente y especifican protocolos especiales para la integración de datos de localización en Internet o aplicaciones basadas en Web.

### **3.3.4. OGC**

La OGC (Open Geospatial Consortium) se enfoca en la especificación de estándares abiertos para aplicaciones geo-espaciales y basadas en localización. En la actualidad, se encuentra desarrollando un amplio portafolio de estándares para lenguajes de localización, la transformación entre diferentes formatos y representación de la localización, el soporte de bases de datos geo-espaciales y Sistemas de Información geográfica (GIS) para así soportar la creación de rápida de LBS's.

## **3.4. Localización**

Uno de los principales conceptos que se deben especificar de manera correcta al momento de empezar a desarrollar LBS's es el de localización. A pesar de que la mayoría de la gente está estrechamente familiarizada con la

palabra, es de gran importancia adentrarse un poco más en el concepto y distinguir entre las categorías que enmarcan la localización.

### **3.4.1. Categorías de localización**

Básicamente, el término “localización” es asociado con un lugar en particular en el mundo real. Cuando la gente se cita, generalmente acuerdan en encontrarse en algún lugar en particular como el aeropuerto, un bar, o en la oficina. En otros casos, deben informar el lugar de residencia, por ejemplo, para recibir correspondencia. Lo que estos ejemplos tienen en común es que la localización denota el lugar de un objeto en el mundo real. Este tipo de localización recibe el nombre de localización física.

Con la propagación de lo que llamamos el “ciberespacio”, más conocido como Internet, surge la necesidad de introducir otro tipo de localización. En internet, la palabra localización hace referencia a un sitio Web, una sala de chat, o un servidor de juegos.. Este tipo de localizaciones se conocen como localizaciones virtuales.

Los LBS trabajan predominantemente con la localización física de los objetos. Este tipo de localización se divide en tres subcategorías:

#### **3.4.1.1. Localizaciones descriptivas:**

Una localización descriptiva siempre está relacionada con objetos naturales geográficos como territorios, montañas y lagos, u objetos hechos por el hombre como ciudades, países, carreteras, edificios, identificadores o números. Así, las localizaciones descriptivas son un concepto fundamental

en nuestro diario vivir, ya que son usadas por las personas para cuadrar citas, llevar encargos o escribir correspondencia.

#### **3.4.1.2. Localizaciones espaciales:**

Una localización espacial representa un punto en el espacio euclidiano. Otro termino más intuitivo para la localización espacial es 'Posición'. Esto es usualmente expresado en términos de dos o tres coordenadas dimensionales, las cuales son dadas como un vector de números, cada número describiendo la posición en una dimensión. En contraste a las localizaciones descriptivas, las posiciones no son usadas en nuestra vida diaria, porque la gente prefiere orientarse en términos de objetos geográficos en vez de usar coordenadas. De cualquier forma, la localización espacial es indispensable para aplicaciones profesionales como la aviación o la navegación marítima. El concepto de localización espacial también provee la base para la búsqueda y mapeo de localizaciones descriptivas.

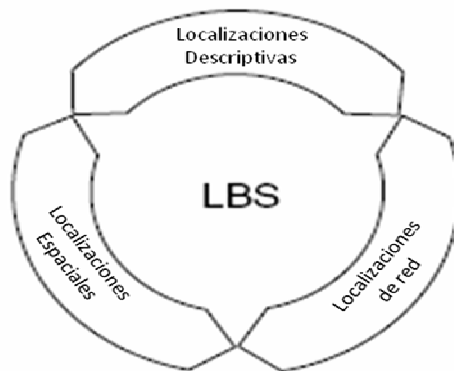
#### **3.4.1.3. Localizaciones de red:**

Las localizaciones de red se refieren a la topología de una red de comunicaciones, por ejemplo, Internet o sistemas celulares como GSM o UMTS. Estas redes están compuestas de muchas redes locales, conocidas también como subredes, conectadas unas a otras por una topología jerárquica de circuitos truncados y backbones<sup>10</sup>. Los servicios en estas redes asumen que la posición del dispositivo del usuario es conocida. Esto se consigue por medio de direcciones de red que contienen información de enrutamiento, en combinación con servicios de directorio, para mapear números, identificadores, o nombres de otro esquema en la dirección de red.

---

<sup>10</sup> Cableado troncal o subsistema vertical en una instalación de red de área local

Así, los LBS pueden estar basados en cualquiera de las tres categorías de localización descritas anteriormente según el método de posicionamiento que se esté utilizando. Si se utiliza GPS, se estará trabajando con localización espacial. Cell-Id usa direcciones de red. Una vez que la localización de un objetivo se ha extraído, necesita ser redefinida para ser procesada por el LBS y entregada al usuario de una forma que este entienda, como por ejemplo una localización descriptiva.



**Figura 3. Categorías de localización**

Siguiendo este lineamiento, una de las funciones más importantes de los LBS es convertir localizaciones de una categoría a otra. Si la tecnología de posicionamiento retorna una localización espacial o de red, debe ser convertida a una localización descriptiva para que sea entendible por el usuario final. Por otro lado, una localización descriptiva puede ser convertida a espacial o de red, para relacionarla con otras localizaciones, como es el caso del cálculo de distancias de un punto a otro.

## **4. TECNOLOGIAS NECESARIAS**

El presente capítulo presenta un resumen detallado de las tecnologías tanto de software como de hardware utilizadas para la realización de este proyecto. El producto software final fue realizado de manera modular lo cual permite que no necesariamente siempre se tengan que utilizar estas tecnologías lo cual aumenta considerablemente su nivel de escalabilidad.

### **4.1. Sistemas de Información Geográfica**

Un sistema de información geográfica es un sistema usado para capturar, almacenar, analizar y administrar datos y atributos asociados que son espacialmente referenciales al globo terráqueo. Un SIG es capaz de integrar, editar, analizar, compartir y finalmente mostrar información referenciada geográficamente.

La mayor utilidad de un sistema de información geográfico es la capacidad que posee éste de construir modelos o representaciones del mundo real a partir de las bases de datos digitales, que por si solas son tan solo datos cartográficos, así, el SIG convierte estos datos en información geográfica útil.

Los servicios basados en localización están íntimamente relacionados con los SIG, ya que se basan en ellos para poder mostrar de forma gráfica la información procesada al usuario final.

Se hizo imprescindible, entonces, para este proyecto, la escogencia de un SIG para así mostrar en mapas actualizados la información que suministra el GPS integrado de la PDA, así como la información geográfica adicional necesitada para desarrollar el servicio de localización de puntos de interés.

Los Sistemas de Información geográficos más usados en la actualidad son los siguientes:

- GRASS
- MAPSERVER
- GEOTOOLS
- GEOSERVER
- GvSIG
- mapWindow GIS
- QuantumGIS

#### **4.2. Google Maps**

Google Maps es un servicio de aplicación y tecnología gratuito de mapeo Web. Google Maps incluye Google Ride Finder, para encontrar el camino de un destino a otro, y recientemente el Google Maps API que permite embeber mapas de Google en páginas de terceros actuando así como un SIG regular en este caso.

Como muchas otras aplicaciones Web de Google, Google Maps usa extensivamente JavaScript. A medida que el usuario mueve el mapa, los indicadores que encuadran el mapa son descargados del servidor e insertados en la pagina. La técnica usada para proveer esta interactividad con el usuario realizando peticiones de red asincrónicas con JavaScript y XMLHttpRequest se conoce como AJAX.

Cabe aclarar que aunque el API de Google funciona en las páginas Web de terceros como un GIS, Google Maps como tal no es un GIS, es un servicio de

mapeo Web, que esta soportado sobre la información geográfica entregada por un GIS hecho en conjunto por Tele Atlas y NAVTEQ.

Ventajas de escoger el servicio de mapeo Google Maps sobre otros GIS:

- 1- Es un servicio orientado a Web lo cual facilita la forma de mostrar los mapas al usuario final en la PDA.
- 2- Esta orientado a XML lo cual facilita la interacción con cualquier tipo de aplicación ya sea basada en Windows XP/Vista, Windows Mobile, o cualquier otro sistema operativo incluyendo a Linux.
- 3- El GIS en el cual se basa Google Maps es el más actualizado, confiable y completo en el momento a diferencia de otros GIS de uso gratuito en el mercado.

Desventajas:

- 1- Google Maps no incluye las alturas relacionadas con el relieve geográfico y por lo tanto no facilita ser usado como base de datos para algoritmos de simulación relacionados con este parámetro como es el propósito de proyectos mayores del grupo RadioGis, sin embargo si resulta útil para visualizar resultados de simulación y mediciones en un ambiente Web.

#### **4.2.1. Conceptos básicos del API de Google Maps**

El API de Google Maps permite embeber Google Maps en páginas Web mediante el uso de JavaScript. El API provee un gran número de utilidades

para manipular mapas, agregando contenido a los mismos a través de una gran variedad de servicios.

El primer paso para el uso del API es solicitar un “API KEY” al servidor de Google Maps registrándose gratuitamente en su sitio. Esta llave es única para cada usuario del sitio y debe ir junto al código de JavaScript al momento de hacer cualquier petición al servidor Google Maps.

El API de Google Maps está completamente integrado con los API’s AJAX de Google. Este framework permite cargar una sola “API KEY” para usar al mismo tiempo y de manera interactiva cualquiera de los API’s de Google que implementan la tecnología AJAX.

### **4.3. Tecnologías de Posicionamiento**

#### **4.3.1. GPS**

El sistema de posicionamiento global es el único GNSS(Sistema global de navegación satelital) completamente funcional. Utiliza una constelación de aproximadamente 24 Satélites de media órbita que transmiten señales de microonda. El sistema permite a un dispositivo GPS determinar su localización, velocidad, dirección y tiempo. Los dispositivos GPS calculan su posición usando las señales de cuatro o más satélites. Se usa esta cantidad de satélites ya que el proceso necesita una hora local bastante precisa, ya que debe resolver ecuaciones que dependen del tiempo. Las ecuaciones mencionadas calculan las variables  $x, y, z$  y  $t$ . El valor de estas variables se presenta al usuario como la posición dada en latitud/longitud, tiempo, y demás información útil para el usuario.

## Satélites GPS



**Figura 4. Constelación GPS**

Cada satélite GPS posee un reloj atómico, y transmite continuamente mensajes con la hora local y el comienzo del mensaje, parámetros que se usan para calcular la localización del satélite (ephemeris), y el sistema de salud del sistema (almanac). Las señales viajan a una velocidad conocida, la velocidad de la luz a través del espacio, y un poco más despacio a través de la atmósfera. El GPS usa el tiempo de llegada para computar la distancia hacia cada satélite y así determinar su posición usando geometría y trigonometría (trilateración).

### **4.3.1.1. Sentencias NMEA**

El NMEA 0183 es un protocolo estándar de comunicación para la transmisión de información de GPS entre diferentes dispositivos. La salida NMEA es compatible serie RS-232.

Los datos se transmiten en forma de sentencias ASCII, cada una de las cuales comienza con el carácter "\$", un código de identificación de 2 dígitos "talker ID" (cuando se transmiten datos de GPS siempre será "GP"), otro código de identificación de 3 dígitos "sentence ID", y posteriormente una

serie de datos separados por comas, que finalizan con el checksum opcional (“\*”) y un código de 2 dígitos). Cada sentencia puede contener hasta un máximo de 82 caracteres, incluyendo el inicial (\$) y el final (return). En el caso de que haya datos que no estén disponibles por algún motivo, su posición correspondiente en la sentencia queda vacía, quedando únicamente las comas que separan los datos en la sentencia, sin separación entre ellas en ese caso.

En el caso de que una sentencia comience con “\$P” se trataría de una sentencia “propietaria” de un fabricante determinado, identificado con un código de 3 dígitos que le sigue.

## **NMEA y DATUM**

La gran mayoría de los GPS generan sentencias NMEA referidas al Datum WGS-84 siendo éste en la mayoría de los casos el Datum que utiliza internamente el GPS.

## **Interpretación**

Las sentencias NMEA tienen distintos formatos dependiendo de las unidades y organización de sus variables. A continuación se presentan los formatos más usados y su respectiva interpretación

Sentencia: <b>GGA</b>	
Denominación: <b>Global Positioning System Fix Data</b>	
Formato: <b>SGPGGA,hhmmss.ss,llll.ll,a,mmmmmm.mm,b,x,yy,z.z,c.c,M,v.v,M,d.d,wwww*hh</b>	
<b>Interpretación:</b>	
<b>hhmmss.ss</b>	= hora UTM a la que tuvo lugar la toma del dato (horas, minutos, segundos)
<b>llll.ll</b>	= Latitud (grados y minutos)
<b>a</b>	= tipo de Latitud (N = Norte, S = Sur)
<b>mmmmmm.mm</b>	= Longitud (grados y minutos)
<b>b</b>	= tipo de Longitud (E = Este, W = Oeste)
<b>x</b>	= calidad de la señal GPS (0 = no válida, 1 = corrección GPS, 2 = DGPS)
<b>yy</b>	= número de satélites en uso
<b>z.z</b>	= HDOP
<b>c.c</b>	= altitud sobre el nivel del mar
<b>M</b>	= unidad de medida de la altitud (M = metros, por defecto)
<b>v.v</b>	= distancia entre el elipsoide WGS-84 y el nivel del mar
<b>M</b>	= unidad de medida de la anterior distancia (M = metros, por defecto)
<b>d,d</b>	= tiempo desde la última actualización DGPS (segundos)
<b>wwww</b>	= identificación de la estación DGPS
<b>*hh</b>	= checksum
<b>Nota:</b> en receptores GPS profesionales, existen más categorías de calidad de la señal GPS (0 = no válida, 1 = corrección GPS, 2 = DGPS, 3 = corrección PPS, 4 = RTK, 5 = RTK-2, etc)	

Figura 5. Interpretación de trama GGA

Sentencia: <b>GSA</b>	
Denominación: <b>GPS DOP and active satellites</b>	
Formato: <b>SGPGSA,x,y,z1,z2,z3,z4,z5,z6,z7,z8,z9,z10,z11,z12, p,p, h,h,v,v*ff</b>	
<b>Interpretación:</b>	
<b>x</b>	= modo de operación 2D/3D (A = automático, M = manual)
<b>y</b>	= modo de corrección de datos (1 = no disponible, 2 = 2D, 3 = 3D)
<b>z1 a z12</b>	= identificación PRN de los satélites usados para corrección (max. 12)
<b>p,p</b>	= PDOP
<b>h,h</b>	= HDOP
<b>v,v</b>	= VDOP
<b>*ff</b>	= checksum

Figura 6. Interpretación de trama GSA

Sentencia: <b>GSV</b>
Denominación: <b>Satellites in view</b>
Formato: <b>SGPGSV,x,y,zz,aa,ee,rr,ii,s1,s2,s3,s4,t1,t2,t3,t4,c1,c2,c3,c4*ff</b>
<b>Interpretación:</b>
<p><b>x</b> = número total de mensajes de este tipo en este ciclo</p> <p><b>y</b> = número de mensaje con respecto al total</p> <p><b>zz</b> = número total de satélites a la vista</p> <p><b>aa</b> = identificación PRN del satélite</p> <p><b>ee</b> = elevación en grados (máximo 90)</p> <p><b>rr</b> = azimut en grados (desde el norte verdadero, máximo 359,9)</p> <p><b>ii</b> = intensidad de la señal en decibelios (máximo 99)</p> <p><b>s1</b> = identificación PRN del 2º satélite</p> <p><b>s2</b> = elevación en grados (máximo 90) del 2º satélite</p> <p><b>s3</b> = azimut en grados (desde el norte verdadero, máximo 359,9) del 2º satélite</p> <p><b>s4</b> = intensidad de la señal en decibelios (máximo 99) del 2º satélite</p> <p><b>t1</b> = identificación PRN del 3º satélite</p> <p><b>t2</b> = elevación en grados (máximo 90) del 3º satélite</p> <p><b>t3</b> = azimut en grados (desde el norte verdadero, máximo 359,9) del 3º satélite</p> <p><b>t4</b> = intensidad de la señal en decibelios (máximo 99) del 3º satélite</p> <p><b>c1</b> = identificación PRN del 4º satélite</p> <p><b>c2</b> = elevación en grados (máximo 90) del 4º satélite</p> <p><b>c3</b> = azimut en grados (desde el norte verdadero, máximo 359,9) del 4º satélite</p> <p><b>c4</b> = intensidad de la señal en decibelios (máximo 99) del 4º satélite</p> <p><b>*ff</b> = checksum</p>
<p><b>Nota:</b> en una sentencia GSV puede ir información de <u>hasta 4 satélites</u>. Pueden ir hasta 3 sentencias GSV seguidas como máximo (4 satélites/sentencia * 3 sentencias = 12 satélites).</p>

Figura 7. Interpretación de trama GSV

Sentencia: <b>GLL</b>
Denominación: <b>Geographic position, Latitude and Longitude</b>
Formato: <b>SGPGLL,lll.ll,a,mmmm.mm,b,hhmmss.ss,A*ff</b>
<b>Interpretación:</b>
<p><b>lll.ll</b> = Latitud (grados y minutos)</p> <p><b>a</b> = tipo de Latitud (N = Norte, S = Sur)</p> <p><b>mmmmm.mm</b> = Longitud (grados y minutos)</p> <p><b>b</b> = tipo de Longitud (E = Este, W = Oeste)</p> <p><b>hhmmss.ss</b> = hora UTM a la que tuvo lugar la toma del dato (horas, minutos, segundos)</p> <p><b>A</b> = validez del dato (A = válido, V = no válido) 99)</p> <p><b>*ff</b> = checksum</p>
<p><b>Nota:</b> yo en mi receptor no he conseguido obtener ninguna sentencia GLL.</p>

Figura 8. Interpretación de trama GLL

#### **4.4. REDES DE COMUNICACIONES**

El presente capítulo explica las tecnologías relacionadas con redes de comunicaciones usadas para el proyecto.

##### **4.4.1. Servicios Web**

Es un sistema software diseñado para soportar la interoperabilidad máquina - máquina a través de una red. Este tiene una interfaz descrita en un formato que puede ser procesado por una máquina (específicamente WSDL). Otros sistemas interactúan con el servicio Web utilizando mensajes SOAP<sup>11</sup>.

Los Servicios Web surgieron ante una necesidad de estandarizar la comunicación entre distintas plataformas (PC, Mainframe, Mac, etc.) y lenguajes de programación (PHP, C#, Java, etc.)

Anteriormente se habían realizado intentos de crear estándares pero fracasaron o no tuvieron el suficiente éxito, algunos de ellos son DCOM y CORBA, por ser dependientes de la implementación del vendedor DCOM - Microsoft, y CORBA - ORB (a pesar que CORBA de múltiples vendedores pueden operar entre si, hay ciertas limitaciones para aplicaciones de niveles más altos en los cuales se necesite seguridad o administración de transacciones).

Otro gran problema es que se hacía uso de RPC<sup>12</sup> (Remote Procedure Call) para realizar la comunicación entre diferentes nodos. Esto, además de presentar ciertos problemas de seguridad, tiene la desventaja de que su implementación en un ambiente como es Internet es muy difícil debido a que

---

<sup>11</sup> Protocolo que define cómo dos objetos en diferentes procesos pueden comunicarse por medio de intercambio de datos XML.

<sup>12</sup> Protocolo que permite a un programa de ordenador ejecutar código en otra máquina remota.

los Firewalls en la actualidad bloquean por defecto este tipo de llamadas. Los servicios Web surgieron para finalmente poder lograr la tan esperada comunicación entre diferentes plataformas. En la actualidad muchos sistemas legacy están pasando a ser servicios Web.

Es por esto que en 1999 se comenzó a plantear un nuevo estándar, el cual terminaría utilizando XML, SOAP, WSDL, y UDDI.

Este proyecto usa una arquitectura cliente/servidor pensada de la siguiente forma:

- Una aplicación cliente que opera en un PDA escrita en C# sobre Windows Mobile 5.0.
- Una aplicación en el servidor escrita en PHP.

Como se puede observar tenemos dos plataformas distintas tanto en hardware como en software lo cual hizo imprescindible la creación de un servicio Web que sirva de interfaz ente el cliente y el servidor para que estos puedan comunicarse de manera rápida, sencilla y segura.

#### **4.4.1.1. Características de los servicios Web**

Para conocer cómo se realiza el intercambio de mensajes en el servicio Web desarrollado se debe hacer una descripción de los elementos fundamentales que lo componen. Estos son el XML, SOAP y WSDL..

#### **4.4.2. XML**

Es un subconjunto simplificado del SGML el cual fue diseñado principalmente para documentos Web. Permite al desarrollador crear sus propias “etiquetas”

o "tags" (Ej: <libro>), habilitando la definición, transmisión, validación, y la interpretación de datos entre aplicaciones y entre organizaciones.

Todo documento XML debe comenzar indicando que es un documento XML, la versión del mismo y su codificación. Es por eso que se utiliza el tag <?xml ... ?> . Todos los elementos a partir de aquí son definidos por el usuario.

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
```

#### 4.4.3. SOAP. Simple Object Access Protocol

Es un protocolo que permite la comunicación entre aplicaciones a través de mensajes por medio de Internet. Es independiente de la plataforma, y del lenguaje. Esta basado en XML y es la base principal de los servicios Web. El mensaje SOAP es un documento XML propiamente dicho, como se puede ver en la definición de los elementos que lo componen.

Elementos de un mensaje SOAP:

```
<?xml version="1.0"?>
```

Como podemos ver en esta línea SOAP es un documento XML, y como tal, debe comenzar con el tag <?xml....?> y la versión correspondiente.

```
<soap:Envelope
```

Aquí se indica que comienza el envelope (sobre) del mensaje

```
xmlns:soap =  
"http://www.w3.org/2001/12/soap-  
envelope"
```

```
xmlns:soap =  
"http://www.w3.org/2001/12/soap-  
envelope"
```

Un mensaje SOAP debe contener siempre un elemento envelope asociado con el namespace (espacio de nombres) <http://www.w3.org/2001/12/soap-envelope>

`Soap:encodingStyle="http://www.w3.org/2001/12/soap-encoding">`

En esta línea lo que se hace es indicar donde se encuentran definidos los tipos de datos utilizados en el documento.

`<soap:Header>`

Esta línea indica el comienzo del Header (encabezado). En esta sección se incluye información específica del mensaje, como puede ser la autenticación.

`</soap:Header>`

Como todo documento XML los tags que son abiertos deben ser cerrados, esta línea indica la finalización del Header (encabezado).

`<soap:Body>`

Aquí comienza el cuerpo del mensaje, en esta sección se incorpora toda la información necesaria para el nodo final. Por ejemplo, los parámetros para la ejecución, o la respuesta a una petición.

`<soap:Fault>`

Cualquier tipo de fallo que se produzca será notificado en esta sección. La cual esta contenida dentro del cuerpo del mensaje.

#### 4.4.4. WSDL

Es un protocolo basado en XML que describe los accesos al Web Service. Funciona como un manual de operación del Web service, ya que indica cuales son las interfaces que provee el Servicio Web y los tipos de datos necesarios para la utilización del mismo.

Elementos de un documento WSDL:

<code>&lt;?xml version="1.0"&gt;</code>	WSDL es un documento XML, es por esto que debe comenzar con el tag <code>&lt;?xml .. ?&gt;</code>
<code>&lt;definitions&gt;</code>	Comienzo del documento, este tag agrupa a todos los demás.
<code>&lt;types&gt;</code>	Se definen los tipos de datos utilizados en el Web Service.
<code>&lt;/types&gt;</code>	Fin de la definición de tipos.
<code>&lt;message&gt;</code>	Se definen los métodos y parámetros para realizar la operación. Cada message puede consistir en una o más partes (parámetros).
<code>&lt;/message&gt;</code>	Fin de la definición de los parámetros.
<code>&lt;portType&gt;</code>	Esta sección es la más importante, ya que se definen las operaciones que pueden ser realizadas, y los mensajes que involucran (por ejemplo el mensaje de petición y el de

respuesta).

`</portType>` Fin de la definición de las operaciones y mensajes.

`<binding>` Se definen el formato del mensaje y detalles del protocolo para cada portType.

`</binding>` Fin de la definición del formato del mensaje y detalles del protocolo para cada PortType.

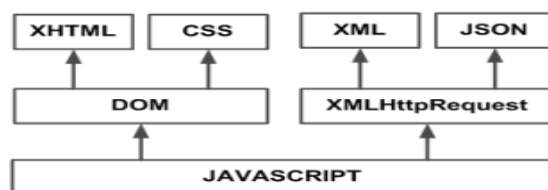
`</definitions>` Fin del documento WSDL

#### 4.4.5. AJAX

**AJAX**, acrónimo de *Asynchronous JavaScript And XML* (JavaScript asíncrono y XML), es una técnica de desarrollo Web para crear aplicaciones interactivas o **RIA** (Rich Internet Applications). *Ajax no es una tecnología en sí mismo. En realidad, se trata de la unión de varias tecnologías que se desarrollan de forma autónoma y que se unen de formas nuevas y sorprendentes.* Estas aplicaciones se ejecutan en el cliente, es decir, en el navegador de los usuarios y mantiene comunicación asíncrona con el servidor en segundo plano. De esta forma es posible realizar cambios sobre la misma página sin necesidad de recargarla. Esto significa aumentar la interactividad, velocidad y usabilidad en la misma.

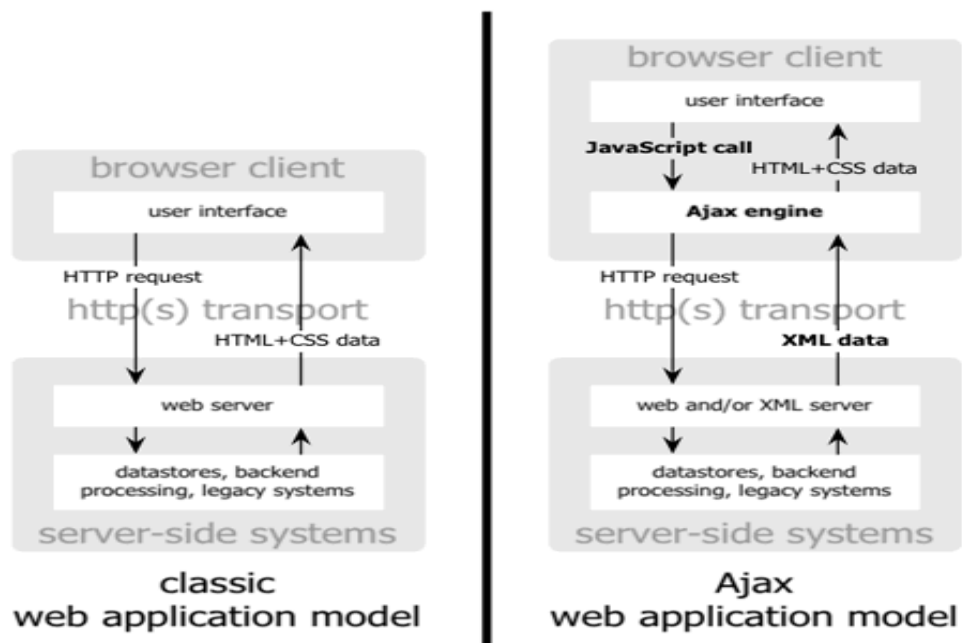
Las tecnologías que forman AJAX son:

- **XHTML** (o **HTML**) y hojas de estilos en cascada (**CSS**) para el diseño que acompaña a la información.
- Document Object Model (**DOM**) accedido con un lenguaje de scripting por parte del usuario, especialmente implementaciones ECMAScript como JavaScript y JScript, para mostrar e interactuar dinámicamente con la información presentada.
- El objeto **XMLHttpRequest** para intercambiar datos asincrónicamente con el servidor Web. En algunos frameworks y en algunas situaciones concretas, se usa un objeto **iframe** en lugar del **XMLHttpRequest** para realizar dichos intercambios.
- XML es el formato usado comúnmente para la transferencia de vuelta al servidor, aunque cualquier formato puede funcionar, incluyendo HTML preformateado, texto plano, JSON y hasta EBML.
- JavaScript, para unir todas las demás tecnologías.



**Figura 9. Tecnologías agrupadas bajo el concepto de AJAX**

En las aplicaciones Web tradicionales, las acciones del usuario en la página (hacer click en un botón, seleccionar un valor de una lista) desencadenan llamadas al servidor. Una vez procesada la petición del usuario, el servidor devuelve una nueva página HTML al navegador del usuario.

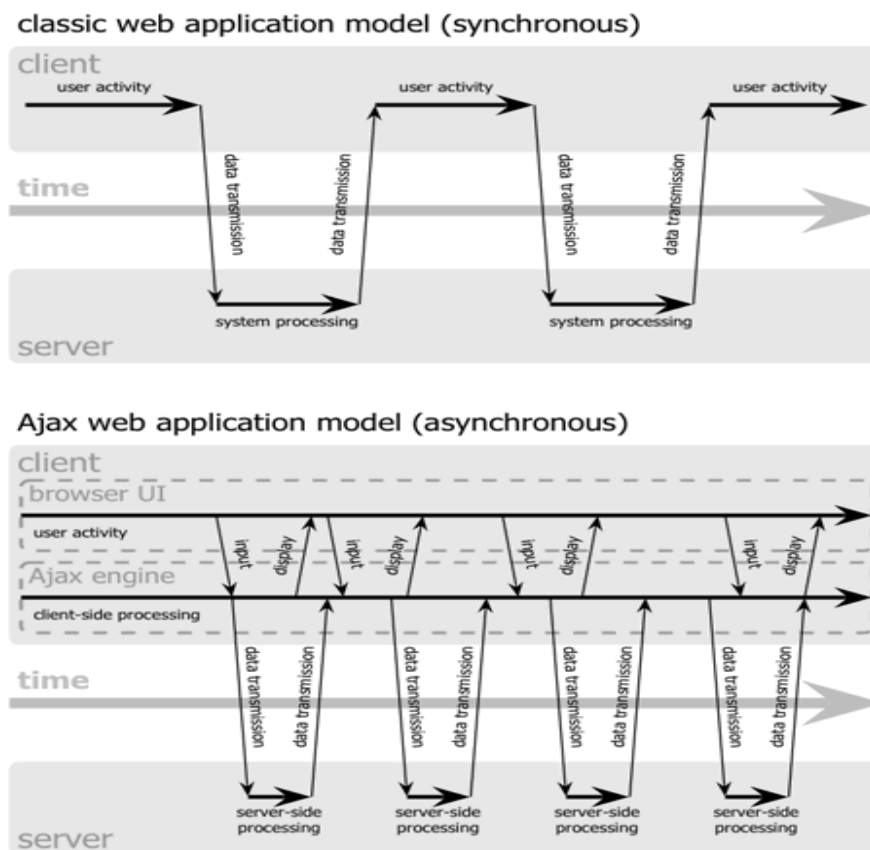


**Figura 10. La imagen de la izquierda muestra el modelo tradicional de una aplicación Web. En la derecha se muestra el modelo de Ajax.**

Esta técnica tradicional para crear aplicaciones Web funciona correctamente, pero no crea una buena sensación al usuario. Al realizar peticiones continuas al servidor, el usuario debe esperar a que se recargue la página con los cambios solicitados. Si la aplicación debe realizar peticiones continuas, la aplicación Web se convierte en algo más molesto que útil. AJAX permite mejorar completamente la interacción del usuario con la aplicación, evitando las recargas constantes de la página, ya que el intercambio de información con el servidor se produce en un segundo plano. Las aplicaciones

construidas con AJAX eliminan la recarga constante de páginas mediante la creación de un elemento intermedio entre el usuario y el servidor. La nueva capa intermedia de AJAX mejora la respuesta de la aplicación, ya que el usuario nunca se encuentra con una ventana del navegador vacía esperando la respuesta del servidor.

El siguiente esquema muestra la diferencia más importante entre una aplicación Web tradicional y una aplicación Web creada con AJAX.



**Figura 11.** La imagen superior muestra la iteración síncrona propia de las aplicaciones Web tradicionales. La imagen inferior muestra la comunicación asíncrona de las aplicaciones creadas con AJAX.

Las peticiones HTTP al servidor se transforman en peticiones JavaScript que se realizan al elemento encargado de AJAX. Las peticiones más simples no requieren intervención del servidor, por lo que la respuesta es inmediata. Si la interacción del servidor requiere la respuesta del servidor, la petición se realiza de forma asíncrona mediante AJAX. En este caso, la interacción del usuario tampoco se ve interrumpida por recargas de página o largas esperas por la respuesta del servidor.

Desde su primera definición, se han creado cientos de aplicaciones basadas en AJAX que en la mayoría de casos pueden sustituir completamente a otras técnicas como Flash y en el caso de las aplicaciones más avanzadas, pueden sustituir a complejas aplicaciones de escritorio.

#### **4.5. Computación Móvil e Inalámbrica**

##### **4.5.1. Microsoft® .NET Compact Framework 2.0**

Microsoft .NET Compact Framework es un componente integral de los dispositivos Windows Mobile y Windows Embedded CE que permite generar y ejecutar aplicaciones administradas y utilizar servicios Web. .NET Compact Framework incluye un Common Language Runtime (CLR) optimizado y un subconjunto de la biblioteca de clases de .NET Framework, que admite características como Windows Communication Foundation (WCF) y formularios Windows Forms. También contiene clases que están diseñadas exclusivamente para .NET Compact Framework.

Para utilizarlo, es necesario el Visual Studio .NET y el SDE (Smart Device Extensions), ya que el SDE es el que permite crear en VS .NET proyectos para los Pocket PC, tanto para VB .NET como para C#. .NET Compact Framework está diseñado para ofrecer un rendimiento óptimo bajo las restricciones de los limitados recursos de los dispositivos.

.NET Compact Framework hereda la arquitectura de CLR y la ejecución de código administrado de la versión completa de .NET Framework, admite la programación en Visual Basic y Visual C#. Actualmente, no admite el desarrollo en C++.

#### 4.5.1.1. Arquitectura de .NET Compact Framework

.NET Compact Framework hereda la arquitectura .NET Framework completa de Common Language Runtime para ejecutar código administrado. Proporciona interoperabilidad con el sistema operativo Windows CE de un dispositivo para tener acceso a funciones nativas e integrar los componentes nativos favoritos en una aplicación.

Puede ejecutar aplicaciones nativas y administradas de manera simultánea. El host del dominio de aplicación, que también es una aplicación nativa, inicia una instancia del Common Language Runtime para ejecutar el código administrado. En la ilustración siguiente se resume la arquitectura de .NET Compact Framework

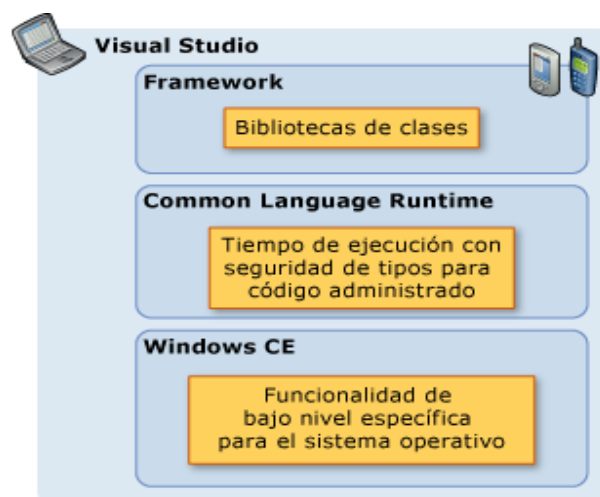


Figura 12. Arquitectura de .NET Compact Framework.

#### **4.5.1.2. Windows CE**

.NET Compact Framework utiliza el sistema operativo Windows CE para la funcionalidad central y para diversas características específicas de dispositivos. Varios tipos y ensamblados, como los de los formularios Windows Forms, gráficos, dibujos y servicios Web, se han recompilado para que se ejecuten eficazmente en los dispositivos, en lugar de copiarse de .NET Framework completo.

.NET Compact Framework ofrece la siguiente interoperabilidad con Windows CE:

- Compatibilidad con seguridad nativa.
- Integración completa con programas de instalación nativos.
- Interoperabilidad con código nativo mediante la interoperabilidad COM y la invocación de plataformas.

#### **4.5.1.3. Common Language Runtime**

También el Common Language Runtime (CLR) de .NET Compact Framework se ha vuelto a generar para permitir que los recursos restringidos se ejecuten en memoria limitada y lograr un uso eficaz de la energía.

Entre Windows CE y el Common Language Runtime existe una capa de adaptación de plataforma, que no aparece en la ilustración, para asignar las interfaces de servicios y dispositivos necesarias para CLR y Framework a los servicios e interfaces de Windows CE.

#### **4.5.1.4. Visual Studio**

Desarrollar aplicaciones para dispositivos inteligentes con Microsoft Visual Studio 2005 es tan sencillo como desarrollar aplicaciones para escritorio. El desarrollo de dispositivos inteligentes en Visual Studio incluye un conjunto de emuladores y tipos de proyecto que cubren el desarrollo para Pocket PC, Smartphone y Windows CE incrustado.

#### **Requisitos del sistema**

- **Sistemas operativos compatibles:** Windows CE .NET; Windows Mobile 2003 software for Pocket PCs
- **Sistemas operativos del dispositivo admitidos:** Windows Mobile para Pocket PC 2003, Windows Mobile 5.0 para PocketPC y Smartphone, Windows CE .NET 5.0 y superior.

## **5. Metodología XP**

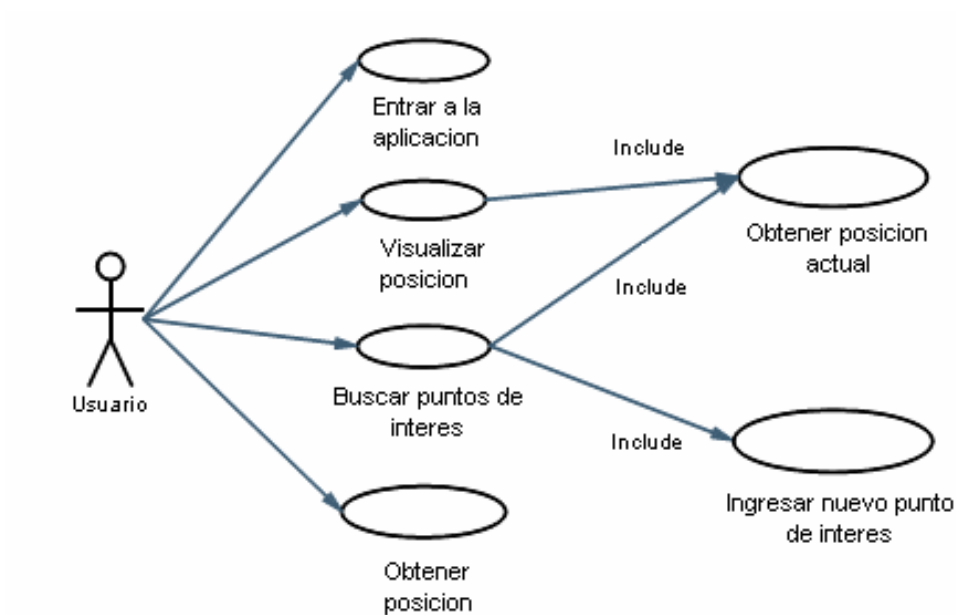
### **5.1. FASE DE EXPLORACIÓN**

#### **5.1.1. Historias de usuario**

- El usuario puede agregar nuevos puntos de interés.
- El usuario puede ver su posición y puntos de interés cercanos en un mapa.

- La aplicación en la PDA captura la posición y la envía al servidor.
- La aplicación en el servidor se conecta con un sistema de información geográfica para mostrar la posición del usuario y puntos de interés cercanos en un mapa.
- La aplicación en el servidor recibe información geo-referenciada de la PDA y la guarda en una base de datos.

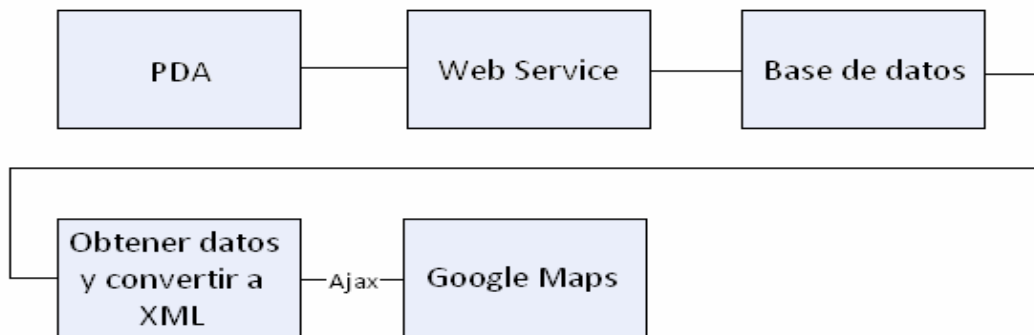
### 5.1.2. Casos de Uso



<b>Nombre</b>	<b>Descripción</b>
Entrar a la aplicación	El usuario ingresará en su dispositivo a la aplicación.
Visualizar posición actual	El usuario podrá ubicarse en el mapa, ver en que punto esta situado en cualquier instante que este lo prefiera.
Obtener posición actual	El usuario obtiene la posición actual automáticamente. Para una precisión adecuada en la localización se usa el dispositivo GPS Bluetooth que facilita la conexión con la aplicación en una manera más eficaz que el GPS integrado de la PDA.
Buscar puntos de interés	Cuando el usuario seleccione esta opción el dispositivo deberá mostrar la imagen de la zona correspondiente a la posición dada y sus respectivos puntos de interés cercanos previamente establecidos.
Ingresar nuevo punto de interés	El usuario puede agregar nuevos puntos de interés a medida que se desplace por el mapa, estos puntos se guardan en la base de datos para así poder consultarlos en otra ocasión si el usuario así lo desee.
Obtener información de puntos de interés	Cuando el usuario seleccione un determinado punto de interés, se visualizara la información relacionada con ese punto en cuestión.

### 5.1.3. Arquitectura del Software

La arquitectura del software debe ser cliente/servidor. En términos generales, el software se comportará de la siguiente manera: el cliente (PDA) realizará peticiones a un aplicación alojada en un Servidor Web enviándole su localización, y este servidor a su vez le devolverá una respuesta, específicamente un mapa embebido de Google Maps.

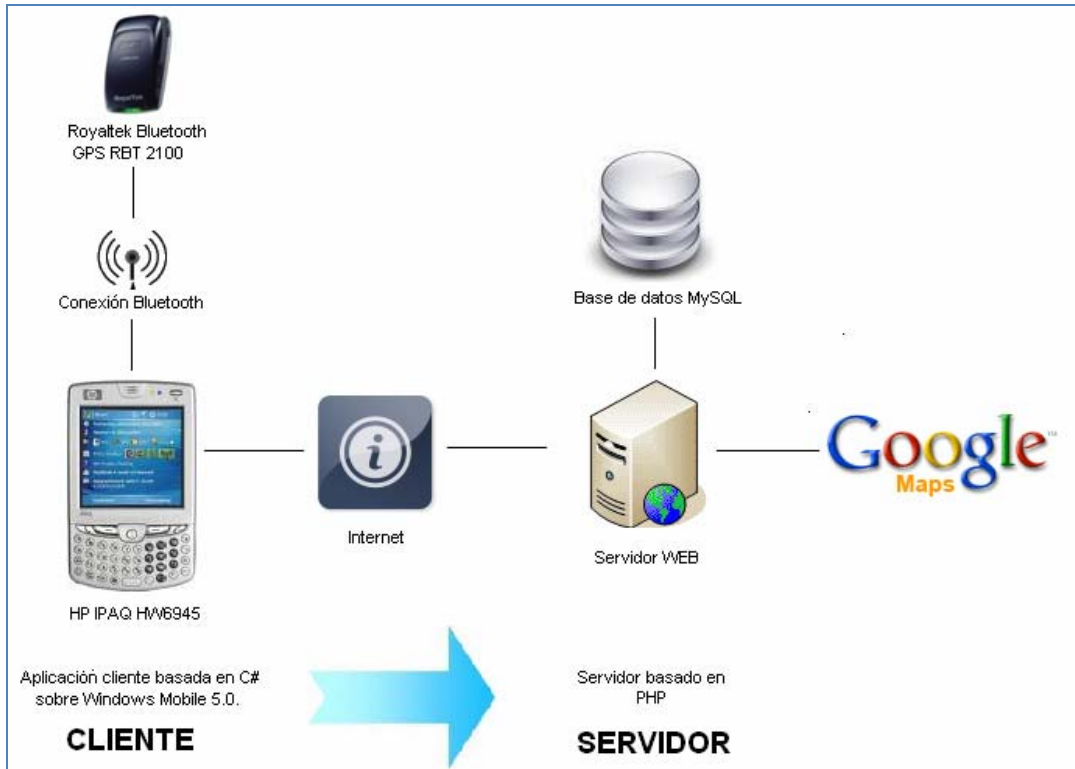


**Figura 13. Flujo de datos del software**

Así, el primer paso en el flujo de información de la PDA al Servidor Web, será la obtención de la localización geográfica. Para esto, la PDA HP IPAQ HW6945 se acoplará al GPS Bluetooth Royaltek RBT 2100. Una vez acoplada al GPS este empezará a enviarle tramas NMEA a la PDA. Para poder leer estas tramas, almacenarlas en una variable e interpretarlas, la PDA usará una aplicación basada en .NET Mobile, más específicamente en C#. Esta aplicación debe leer del puerto serial asignado al GPS bluetooth las tramas, después almacenar la trama leída en un vector de tipo String para finalmente interpretarla y expresar la localización en términos de latitud/longitud.

El segundo paso consiste en enviar esta localización al Servidor Web desde la aplicación en la PDA, para que este la procese de manera adecuada. Para realizar esta tarea, se debe crear un Web Service alojado en el servidor, usando código PHP, que reciba las variables latitud y longitud. El Web Service hará uso de la librería “NuSoap” que facilita la creación de este tipo de servicios. La función principal del servicio será insertar la localización recibida en una base de datos MySQL para tener esta información almacenada de forma permanente.

Una vez almacenada la localización en la base de datos MySQL se debe enviar a un GIS (Sistema de Información geográfica) para poder retornar un mapa a la PDA. Es en este punto es donde se debe convertir la información a XML. Este proceso lo ejecutará el servidor por medio de un archivo PHP que después de obtener la información de localización de la base de datos, arma una sarta XML con funciones primitivas de PHP y la almacena en una variable. La ventaja de empaquetar la información con XML es que la página Web que finalmente enviará la información al GIS, puede estar hecha en cualquier lenguaje (PHP, asp.net, etc). Para efectos de este proyecto esta página usará el lenguaje PHP y procesará la información por medio de JavaScript. Después de procesar la información con JavaScript nos comunicaremos con Google Maps, que aunque no es un GIS propiamente sino un sistema de mapeo Web actuará como tal. Para enviar esta información usaremos una función AJAX que recibirá como parámetros la información empaquetada en XML en el paso anterior y se comunicará de manera asincrónica permanente con el API de Google Maps.



**Figura 14. Arquitectura del Software**

#### 5.1.4. Metáfora del Sistema

El usuario desea ver restaurantes cercanos a su posición actual. Para esto enciende su PDA y acopla el GPS Bluetooth a la misma. Ejecuta la aplicación y escoge el puerto serie del cual la PDA se conecta con el GPS. Este paso será opcional, o solo se deberá ejecutar una vez ya que el sistema debe tener escogido por defecto el COM6 que es el que generalmente tienen configurado las PDA para conectarse por bluetooth a dispositivos externos.

Luego, el usuario irá a un menú desplegable donde encontrará todas las funciones del sistema. Estas son:

- Ver posición actual en mapa.
- Ver sitios de interés cercanos.
- Agregar nuevos puntos de interés.

Después de hacer click en “Ver sitios de interés cercanos”, el usuario entrará a una interfaz donde debe seleccionar la categoría de puntos de interés que desea observar. Un ejemplo de estas categorías puede ser:

- Restaurantes
- Estaciones de gasolina
- Hospitales
- Centros comerciales
- Droguerías

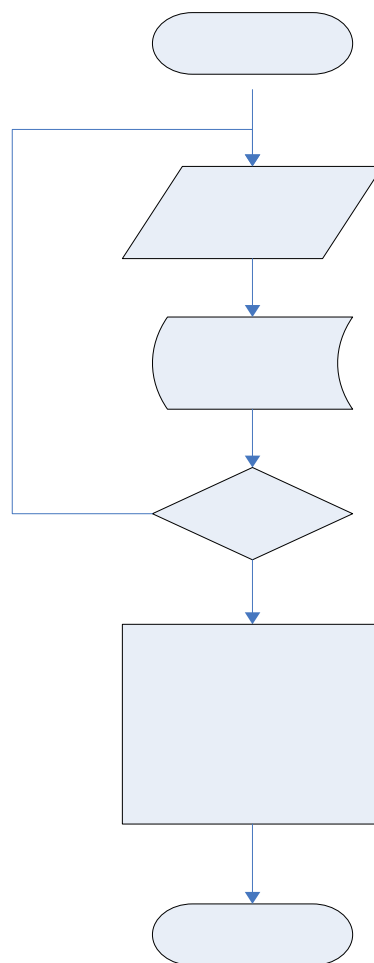
Estas categorías se mostrarán como botones de radio ya que es una selección con única respuesta. Una vez seleccionada la categoría deseada, se enviará la información por medio de un botón “Enviar” en la parte inferior de la interfaz que será el encargado de obtener la posición actual del usuario y guardar la categoría escogida en una variable para poder enviarla según la arquitectura del sistema descrita en el punto anterior.

## **5.2. FASE DE PLANEACIÓN**

### **5.2.1. Obtener posición actual del usuario**

- Encender y acoplar GPS.
- Iniciar aplicación y ejecutar el evento que implementa la clase encargada de leer del puerto serie del dispositivo.

- Leer trama NMEA del GPS en el puerto COM que tenga asignado y guardar esta trama en una variable tipo Char.
- Interpretar la trama NMEA contenida en la variable para así extraer las variables latitud, longitud, dirección, velocidad y hora.

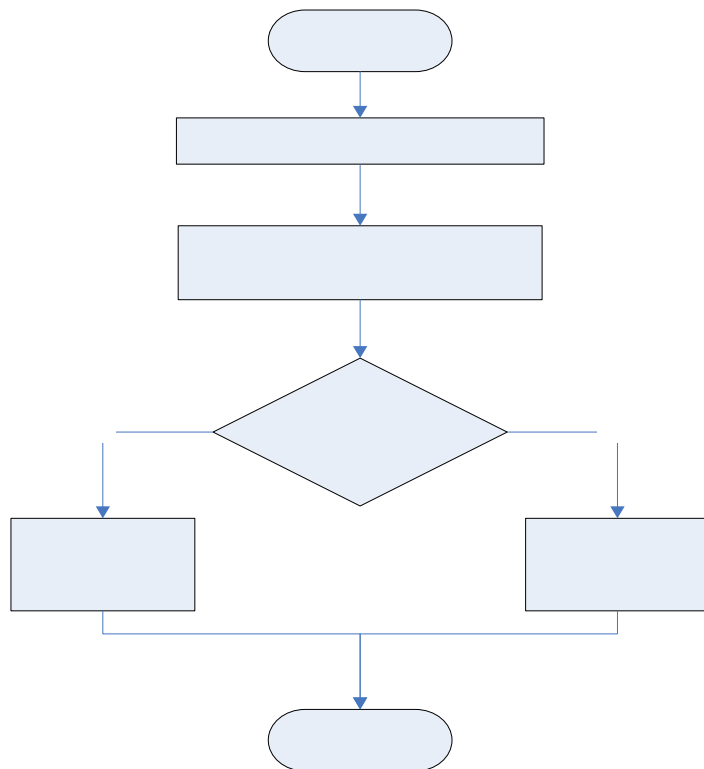


**Figura 15. Diagrama lógico - Obtener posición actual de usuario**

### 5.2.2. Enviar datos al servidor

#### *Tareas Cliente*

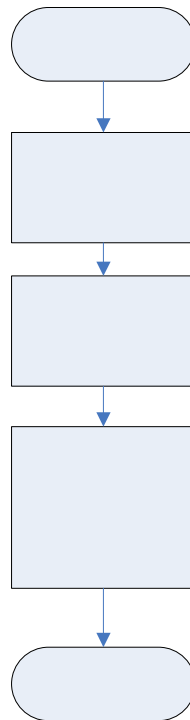
- Apuntar al servicio Web en nuestro proyecto usando el asistente para agregar referencias Web de la plataforma Microsoft .NET.
- Recibir los datos de localización (latitud, longitud) como parámetros en una función propia del servicio Web.
- Si la referencia Web no está disponible o el servidor esta temporalmente fuera de servicio, retornar un mensaje de error.



**Figura 16. Diagrama lógico – Enviar datos al servidor(Cliente)**

### *Tareas Servidor*

- Incluir la librería Nusoap.php en la definición del servicio Web. Esta librería facilita la definición del documento WSDL y el funcionamiento general del servicio.
- Definir las variables y métodos que usará el servicio Web usando NuSoap, la cual crea automáticamente un documento WSDL.
- Implementar el método encargado de recibir los datos de localización



**Figura 17. Diagrama lógico – Enviar datos al servidor(Servidor)**

### 5.2.3. Insertar datos de posición en la base de datos

- Abrir el archivo de configuración del servidor de base de datos y ajustar las variables: host, usuario, contraseña y nombre de la bd.
- Incluir el archivo de configuración en el archivo "servicioweb.php", encargado de recibir e insertar la información a la base de datos.
- Finalmente, para insertar, usar las funciones `$sql = "INSERT INTO 'basededatos' y luego mysql_query($sql,$conn).`

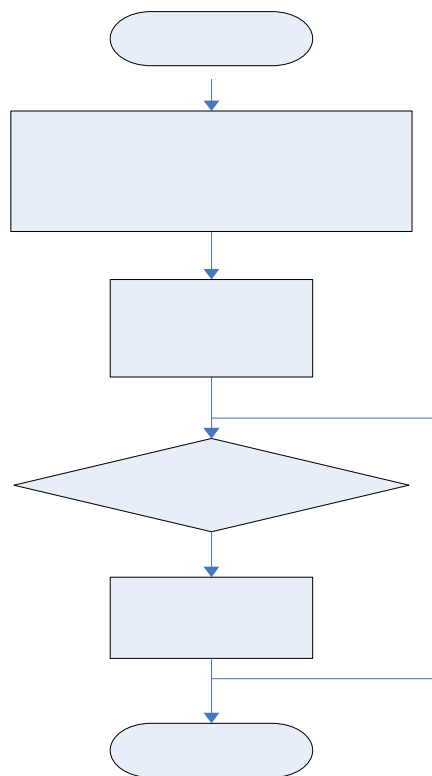
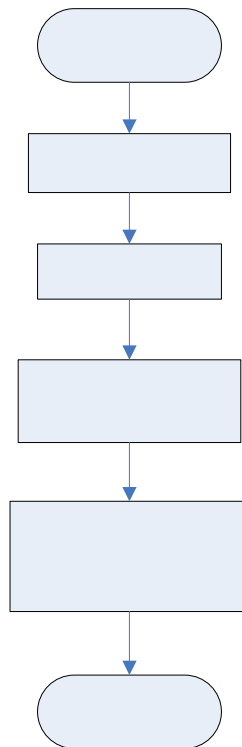


Figura 18. Insertar datos en la BD

#### 5.2.4. Enviar datos al Sistema de Información geográfica

- Convertir los datos referentes a la posición actual del usuario y los sitios de interés a ubicar, a XML. Esto se hace en un archivo .php.
- Crear un archivo .js (JavaScript) procese la sarta XML para que los datos puedan ser interpretados por el API de Google Maps.
- Crear una pagina Web .html que haciendo uso de los dos archivos mencionados arriba, envíe finalmente la información de localización al servidor de Google Maps



**Figura 19. Enviar datos al Sistema de Información geográfica**

### 5.3. FASE DE REALIZACION

#### 5.3.1. PRIMERA ITERACION: APLICACIÓN DE SOFTWARE EN EL SERVIDOR

ConvertirXML.php

Este archivo extrae las posiciones alojadas en la bandeja de salida de la base de datos (tabla gpslocations) ya sea solo de la posición del usuario o de esta junto con los sitios de interés. Una vez capturados estos datos, se crea un XML en donde se guardan estos campos para poder manipularlos desde el archivo javascript maps.js

```
$xml = "<gps>";
    while($row = mysql_fetch_array($result, MYSQL_ASSOC))
    {
        $xml .= "<locations latitude=\"" . $row['latitude'] . "\"";
        $xml .= " longitude=\"" . $row['longitude'] . "\"";
        $xml .= " nombre=\"" . $row['nombre'] . "\"";
        $xml .= " direccion=\"" . $row['direccion'] . "\"";
        $xml .= " telefono=\"" . $row['telefono'] . "\"";
        $xml .= " url=\"" . $row['url'] . "\"/>";
    }

$xml .= "</gps>";
header('Content-Type: text/xml');
echo $xml;
```

## Maps.js

Este documento JavaScript contiene una función invocada desde la página mostrarmapa.html la cual usa funciones propias de Google Maps. El siguiente método GBrowserIsCompatible() devuelve verdadero si el navegador utilizado es compatible con Google Maps, si se cumple esta condición, se crea una lista de las localizaciones guardadas en el xml con la siguiente instrucción `var xml = GXml.parse(data);` Para mostrar los datos obtenidos en el xml que ha sido creado, primero se accede al objeto a través de su id usando el método `getElementById()`. Una vez creado el objeto, se procede a crear un mapa, un control del zoom, dirección y un control del tipo de mapa donde agrega los distintos tipos de vista del mapa (Mapa, Satélite, Híbrido). Hecho esto se genera el mapa con la posición actual de usuario de forma que esta queda centrada en el mapa.

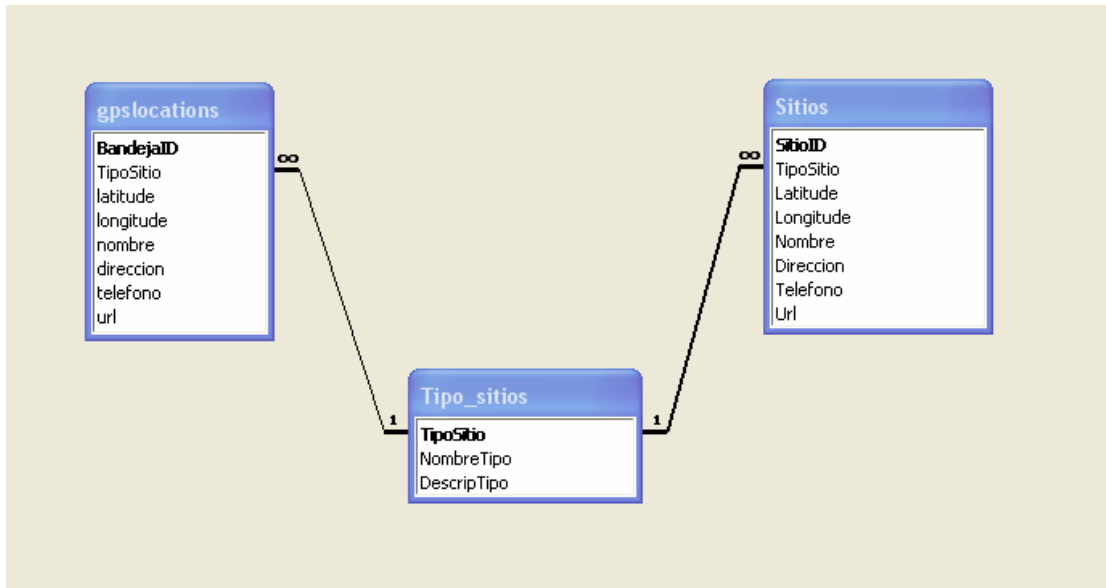
Se crean los puntos de interés con su respectiva información en una ventana usando el método `openInfoWindowHtml` la cual se activará al hacer clic sobre el punto a consultar.

## Mostrarmapa.html

En primer lugar, debemos obtener una KEY para que Google facilite la API. Se ingresa a la página:

<http://code.google.com/apis/maps/index.html> en la sección "Sign up for a Google Maps API key". Para poder tener una key se debe acceder a la cuenta de Google. Tras esto, en la función load implementada en código JavaScript, mediante la instrucción `GDownloadUrl ('convertirXML.php', loadGPSLocations);`, ya que del método GDownloadUrl se puede obtener la información de un fichero determinado, en este caso

### 5.3.1.1. DISEÑO DE LA BASE DE DATOS



**Figura 20. Diagrama E-R de la base de datos**

Sitios: Guarda la información sobre los diferentes tipos de sitios de interés.

Tipo\_sitios: Guarda la información sobre las categorías de tipos de sitios de interés.

Gpslocations: Es la bandeja de salida del sistema. En tiempo de ejecución, esta es la tabla que finalmente enviaremos siempre a Google Maps.

### 5.3.2. SEGUNDA ITERACIÓN: APLICACIÓN DE SOFTWARE EN EL CLIENTE

El objetivo de esta iteración es lograr que la PDA lea una trama NMEA del GPS bluetooth y extraiga de ella la latitud y la longitud. Una vez que esta información esté almacenada en variables podemos proceder a enviarlas al servidor.

### 5.3.2.1. Creación de la solución para dispositivo móvil usando Visual Studio 2005

Visual Studio 2005 brinda la posibilidad de crear aplicaciones para distintos tipos de plataformas. Haciendo uso de esta herramienta podemos crear aplicaciones que corren en Windows Mobile que es el sistema operativo usado por la PDA HP IPAQ HW6945.

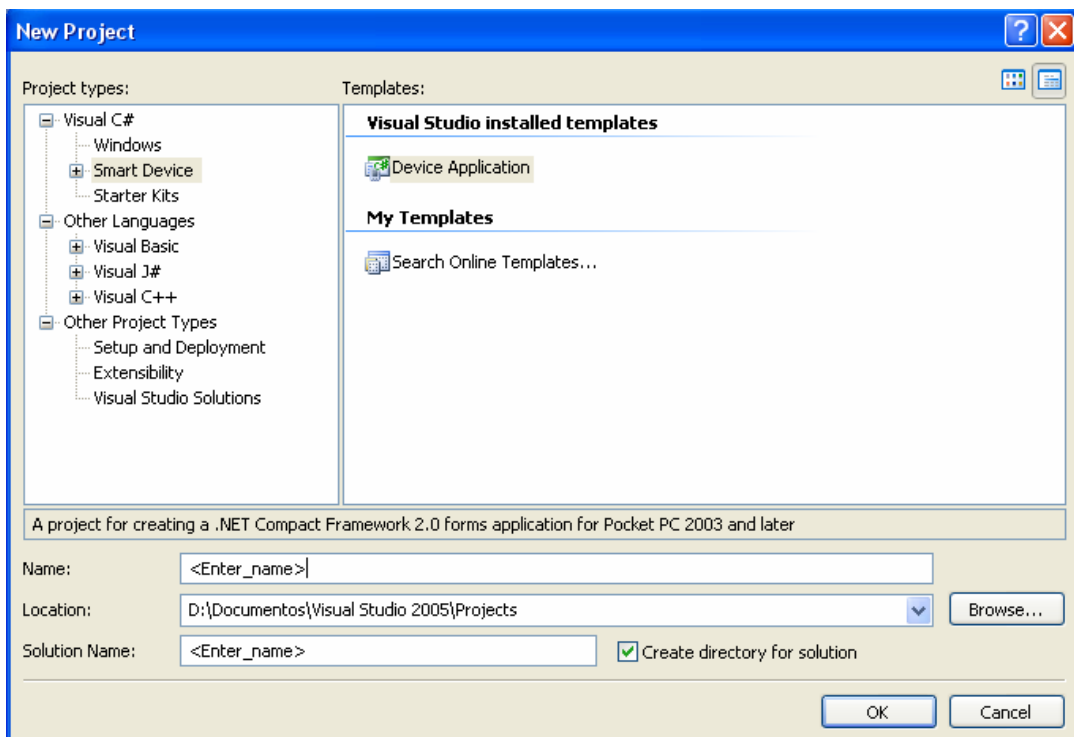
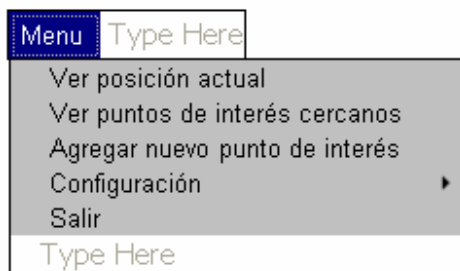


Figura 21. Asistente de Visual Studio para creacion de nueva solucion

### 5.3.2.2 Creación de Interfaces

Tomando como fundamento los casos de uso especificados en la fase de exploración se crearon las siguientes interfaces para así cumplir con los requerimientos del sistema.

- Menú principal:



El menú principal está compuesto por las siguientes opciones:

- Ver posición actual

Permite al usuario observar su posición geográfica actual en un mapa. Esta opción no necesita ninguna interfase adicional, ya que el servidor solo hace uso de la posición extraída del GPS.

- Ver puntos de interés cercanos

Esta opción necesita una interfaz adicional, ya que aparte de la posición actual del usuario, el servidor necesita saber que categoría de puntos de

interés el usuario desea observar. Para efectos de este proyecto usamos tres categorías: bancos, restaurantes y clínicas.

Seleccionar categoría:

▼

- Agregar nuevo punto de interés

Si se quiere agregar un nuevo punto de interés a cualquiera de las categorías mencionadas en el apartado anterior, se necesita saber de nuevo la categoría y adicionalmente los datos propios del punto de interés.

Seleccionar categoría:

▼

Nombre:

Dirección:

Teléfono:

Página web:

### 5.3.2.3. Programación de la aplicación

Debido a que el cliente está desarrollado con la herramienta Microsoft Visual Studio 2005, específicamente usando código C#, su programación es orientada a objetos. Así, la aplicación se compone de tres clases principales:

#### *Form1.cs*

Es la clase principal del sistema. Esta clase es auto generada por Visual Studio al momento de crear un formulario, en este caso Form1, el cual contiene las interfaces planteadas en el punto anterior. Esta clase es la encargada de interactuar con las otras dos clases del sistema en el momento que la aplicación lo necesita. Al mismo tiempo tiene la función de llamar al Web service una vez que tiene almacenada en variables locales la posición extraída del GPS.

#### *Reader.cs*

Es la clase encargada de abrir y cerrar el puerto serie de la PDA para poder leer del GPS bluetooth las tramas NMEA y poder interpretarlas. Esta clase tiene una característica particular en relación con las demás ya que implementa un hilo para su ejecución. Las variables tipo "Thread" o hilos en español son de gran utilidad cuando necesitamos que un proceso se ejecute en un ciclo infinito según un tiempo de espera. Este hilo se controla por medio de métodos sencillos como Start para iniciarlo y Stop para pararlo. La razón para el uso de un hilo en esta clase es que el GPS envía datos a la PDA de manera asincrónica, por lo cual necesitamos que nuestra aplicación este siempre pendiente de cuando llegan, y la única forma de lograr esto es con un hilo de ejecución.

*Interprete.cs*

Esta clase es la encargada de almacenar los datos leídos por Reader.cs y almacenar la latitud y longitud en variables para su envío al servidor. Se debe tener en cuenta que el formato de estas variables en el GPS no es el mismo que el usado por Google Maps, por eso debemos interpretarlas en esta clase haciendo la conversión correspondiente.

### **5.3.3. TERCERA ITERACIÓN: IMPLEMENTACION DEL SERVICIO WEB**

ServicioWeb.php

Al definir el servicio Web, en el archivo ServicioWeb.php se llama una función denominada “procesarDatos”, la cual recibe una lista de parámetros obtenidos de la aplicación del dispositivo móvil, en esta lista esta contenida una variable llamada opción, que puede tomar cualquiera de los siguientes valores:

- Ver mi posición. Para poder hacer este proceso, usando instrucciones SQL, la bandeja de salida se deja en blanco, en esta tabla se carga la posición obtenida del GPS representada por las variables latitud y longitud. De este modo cuando el usuario desea ver el mapa, hace referencia a la bandeja de salida y allí podrá ver su posición actual.
- Ver Puntos de interés cercanos. Usando instrucciones SQL, se deja en blanco la bandeja de salida, luego se carga en esta mi posición obtenida del GPS y los sitios de interés que el usuario haya seleccionado seleccionados desde la aplicación, así mismo cuando muestre el mapa, se cargarán todas las posiciones que estén alojadas en esta bandeja.

- Ingresar nuevo sitio. Simplemente se ejecuta una instrucción SQL donde se inserta en la tabla la información referente al nuevo sitio según el tipo de sitio y la información suministrada por el usuario en la aplicación de la pda.

```
// Se define el servicio Web usando la librería nusoap
require_once("lib/nusoap.php");
```

```
//Se define la variable namespace la cual contiene la ruta donde se
//encuentra alojado el servicio Web en el servidor
```

```
$namespace= "http://www.coimpresoresdeloriente.com/GpsTracker";
```

```
// Se crea un nuevo servidor SOAP
```

```
$server = new soap_server();
```

```
// Se configura el WSDL
```

```
$server->configureWSDL("SimpleService");
```

```
// Establecer el namespace
```

```
$server->wsdl->schemaTargetNamespace = $namespace;
```

```
// Registrar el método Web
```

```
$server->register(
```

```
    // Nombre del método:
```

```
    'ProcesarDatos',
```

```
    // Lista de parámetros:
```

```
array('lat'=>'xsd:double','lng'=>'xsd:double','nombre'=>'xsd:string','direccion'=
>'xsd:string','telefono'=>'xsd:string','url'=>'xsd:string','opcion'=>'xsd:int','catpunto'=>'xsd:int'),
```

```
    // Valor de retorno:
```

```

        array('return'=>'xsd:string'),
        // namespace:
        $namespace,
        // soapaction: (false por defecto)
        false,
        // estilo: rpc o documento
        'rpc',
        // uso: codificado o literal
        'encoded',
        // descripción: descripción del método
        'Recibir y procesar datos de localización GPS de la PDA');

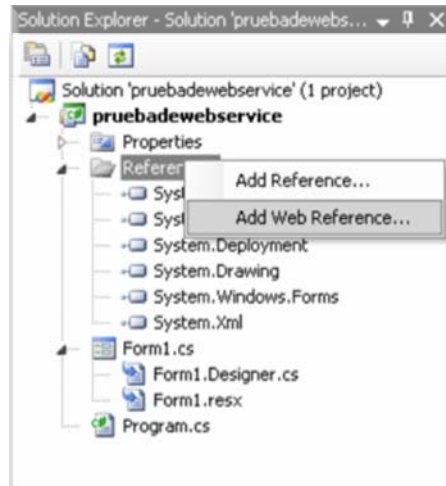
// Obtener nuestros datos si el servicio está siendo consumido o sino dejar
en blanco
$POST_DATA = isset($GLOBALS['HTTP_RAW_POST_DATA'])
    ? $GLOBALS['HTTP_RAW_POST_DATA'] : "";

// Pasar los datos (o nada) al servicio SOAP
$server->service($POST_DATA);
exit();

```

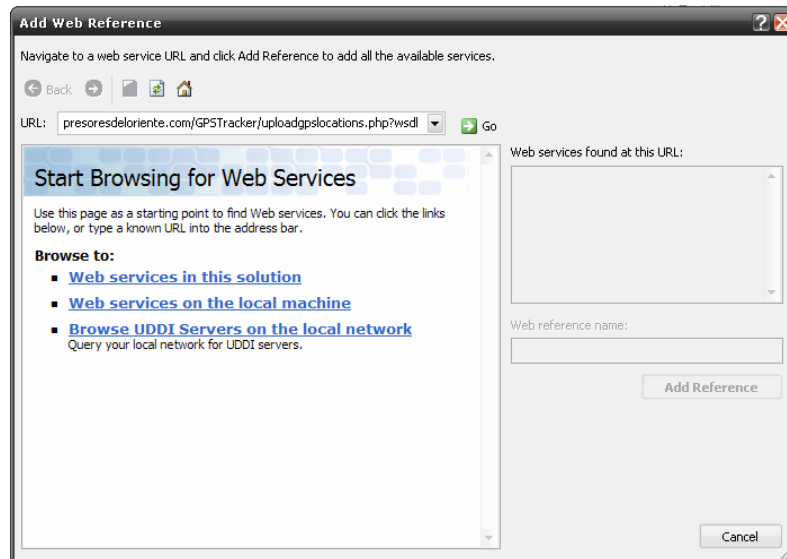
#### Creación del Servicio Web desde el proyecto en .net

1. Para crear el servicio Web, primero agregamos una referencia Web al proyecto de c#, en el Explorador de soluciones, pulsar con el botón secundario del ratón sobre el elemento indicado con *References*, del menú mostrado seleccionar la opción *Agregar referencia Web*.



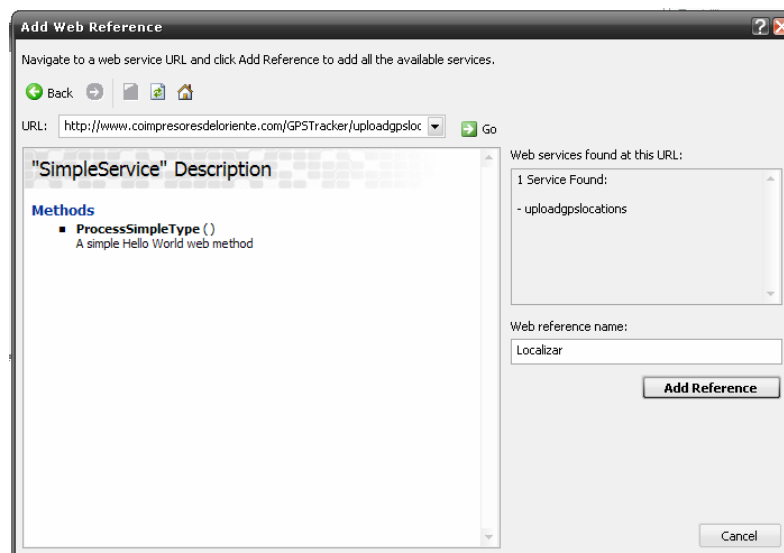
**Figura 22. Creación de nueva referencia Web en c#**

2. Al hacer click, se mostrará una ventana en la cual se escribe la dirección del servicio Web que se encuentra en el servidor, para esto se debe tener conexión a Internet, al terminar de escribir la ruta, se escribe “?wsdl”, ya que los servicios deben de especificarse, para que una aplicación sepa de forma automática qué formato usar para comunicarse con un servicio. Para ello se usa principalmente WSDL (Lenguaje de Descripción de Servicios Web), permite que un servicio y un cliente establezcan un acuerdo en lo que se refiere a los detalles de transporte de mensajes y su contenido, a través de un documento procesable por dispositivos. WSDL especifica la sintaxis y los mecanismos de intercambio de mensajes.



**Figura 23. Asistente para agregar nueva referencia Web**

3. Una vez hecho el paso anterior, si el proceso fue exitoso en la ventana aparecerá el método que se definió en el archivo .php del comienzo con su respectiva descripción.



**Figura 24. Referencia Web creada con éxito**

4. Una vez que creada la referencia al servicio Web se puede acceder a la clase incluida en el servicio. Se puede usar esa clase como cualquier otra de .NET, se crea una instancia(localiza) de dicha clase (SimpleService) y se llama la función con sus respectivas variables:

```
Localizar.SimpleService localiza = new Localizar.SimpleService();  
localiza.ProcesarDatos(latitud, longitud,);
```

## CONCLUSIONES

La concurrida dinámica de las telecomunicaciones en el mundo, y específicamente de la telefonía celular, presenta una gran variedad de oportunidades para el desarrollo de servicios basados en localización. Existe una amplia gama de tecnologías de desarrollo, de técnicas de posicionamiento y de sistemas de información geográfica. En este contexto, la localización de dispositivos móviles mediante GPS, en unión con los servicios Web y Google Maps, se presentan como la opción más adecuada para ofrecerlos, dada las facilidades técnicas que ofrecen.

Es indiscutible que al concebir un proyecto de integración de aplicaciones que involucra una diversidad de plataformas tan vasta como la del mundo móvil, los Servicios Web son la alternativa más eficiente de lograr una implementación práctica de un sistema de este tipo. El uso de servicios Web para la implementación de servicios basados en localización y la arquitectura en general planteada en este proyecto presentan ventajas significativas para el usuario final, los operadores y los desarrolladores.

En primer lugar, al usuario le brinda una interacción sencilla, así como bajo costo de procesamiento y uso de memoria del dispositivo móvil. También le permite escoger entre una gran variedad de dispositivos y aún así disfrutar de estos servicios, ya que las únicas características necesarias para ejecutarlos son una pantalla a color capaz de mostrar los mapas y conectividad bluetooth.

Por otro lado, a los operadores, dada la modularidad del sistema, les facilita la escalabilidad y expansión de su portafolio de servicios disponibles, así como una completa interoperabilidad e independencia de plataformas.

Para el desarrollador, se presenta como una gran ventaja la programación modular del sistema. Esta arquitectura permite programar cada parte del sistema general como un componente independiente, y después unir todo por medio de un servicio Web desligándose completamente de problemas de compatibilidad entre versiones o plataformas.

Por otro lado, escoger Google Maps como servidor de mapas le da una gran ventaja debido a su API, el cual le brinda una extensa cantidad de funciones para manipular los mapas, con tan solo tener un conocimiento previo básico de JavaScript.

La realización de la investigación y la generación a partir de ella de una herramienta software, sustenta el carácter interdisciplinario del ingeniero de sistemas. En este caso específico nos brinda la oportunidad de adquirir un conocimiento básico de disciplinas como la geografía, cartografía, ingeniería electrónica y de telecomunicaciones.

## BIBLIOGRAFIA

- KUPPER, Axel. Location Based Services: Fundamentals and Operations. Chichester, Inglaterra. John Wiley & Sons. 2005.
- MUÑOZ, M y GARCIA, C. 'A new model for services and application convergence in B3G/4G networks', IEEE Wireless Communications. 2004.
- SCHILLER, Jochen y VOISARD, Agnes. Location-based Services. San Francisco, Estados Unidos. Morgan Kaufmann. 2005.
- PAPAOGLOU, Michael. Web Services: Principles and Technology. New Jersey, Estados Unidos. Prentice Hall. 2007.
- <http://www.lbszone.com>
- [http://sanityfree.org/125/php\\_webservices\\_and\\_csharp\\_dotnet\\_soap\\_clients.html](http://sanityfree.org/125/php_webservices_and_csharp_dotnet_soap_clients.html)
- <http://www.agilemodeling.com/essays/agileModelingXPLifecycle.htm>
- <http://www.desarrolloweb.com/articulos/1884.php>
- <http://msdn2.microsoft.com/es-es/default.aspx>
- <http://www.todopocketpc.com>