

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS  
FACULTAD DE CIENCIAS PURAS Y NATURALES  
CARRERA DE INFORMÁTICA**



**TESIS DE GRADO**

**“LOCALIZACIÓN Y MONITOREO DE PERSONAS DENTRO DE LOS  
LÍMITES DEL PERÍMETRO URBANO CON COBERTURA, BASADA EN  
TECNOLOGÍA GPS/GSM”**

PARA OPTAR AL TÍTULO DE LICENCIATURA EN INFORMÁTICA  
MENCIÓN: INGENIERÍA DE SISTEMAS INFORMÁTICOS

**POSTULANTE:** JUAN JOSÉ MAMANI CONDORI

**TUTORA METODOLÓGICA:** M.Sc. FÁTIMA CONSUELO DOLZ DE MORENO

**ASESOR:** Lic. GERMAN HUANCA TICONA

**ASESOR ADJUNTO:** M.Sc. YOHONI CUENCA SARZURI

**LA PAZ – BOLIVIA**

**2014**



**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS  
FACULTAD DE CIENCIAS PURAS Y NATURALES  
CARRERA DE INFORMÁTICA**



**LA CARRERA DE INFORMÁTICA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS PURAS Y NATURALES PERTENECIENTE A LA UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS AUTORIZA EL USO DE LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO SI LOS PROPÓSITOS SON ESTRICTAMENTE ACADÉMICOS.**

**LICENCIA DE USO**

El usuario está autorizado a:

- a) visualizar el documento mediante el uso de un ordenador o dispositivo móvil.
- b) copiar, almacenar o imprimir si ha de ser de uso exclusivamente personal y privado.
- c) copiar textualmente parte(s) de su contenido mencionando la fuente y/o haciendo la referencia correspondiente respetando normas de redacción e investigación.

El usuario no puede publicar, distribuir o realizar emisión o exhibición alguna de este material, sin la autorización correspondiente.

**TODOS LOS DERECHOS RESERVADOS. EL USO NO AUTORIZADO DE LOS CONTENIDOS PUBLICADOS EN ESTE SITIO DERIVARA EN EL INICIO DE ACCIONES LEGALES CONTEMPLADOS EN LA LEY DE DERECHOS DE AUTOR.**

## **Dedicatoria**

Dedico este trabajo a quienes durante los años de estudio me apoyaron incondicionalmente, a mis padres Federico y Elisa que está en el cielo, alentándome siempre a seguir adelante y enseñarme a luchar por lo que uno anhela.

A mis hermanos Mary, José por su apoyo y paciencia durante todo el tiempo que me llevo realizar el trabajo.

## **Agradecimientos**

Agradecer a mi familia, quienes con su amor y su comprensión me impulsaron para que pueda culminar con mis estudios.

Agradecer a mi docente Tutora M.sc. Fátima Consuelo Dolz de Moreno por el asesoramiento y revisión durante el proceso de desarrollo hasta la culminación de esta tesis.

Agradecer a mis docentes asesores Lic. German Huanca Ticona y M.Sc. Yohoni Cuenca Sarzuri por su paciencia comprensión y haber contribuido con la revisión y observaciones en el desarrollo de esta tesis.

Agradecer a todos los docentes de la carrera de informática quienes aportaron con su conocimiento en mi persona.

Finalmente agradezco a todos mis amigos y amigas, quienes siempre me apoyaron moralmente para seguir adelante.

## RESUMEN

En los últimos años los teléfonos móviles han llegado a convertirse en un dispositivo esencial en nuestras vidas, los avances en la tecnología sobre todo en el área de los dispositivos móviles, facilita el desarrollo de sistemas informáticos en estos dispositivos, una de las necesidades humanas es el control, la localización y monitoreo de personas esto se logra gracias al desarrollo de áreas de conocimiento como son la informática y las telecomunicaciones.

Desde siempre la seguridad e integridad de las personas ha sido uno de los factores importantes para todos, tanto para la sociedad y sobre todo para la familia.

La presente tesis plantea y diseña un sistema para dispositivos móviles android que permite localizar y monitorear a personas que son vulnerables, en la sociedad existen personas que son vulnerables, las personas de la tercera edad, con discapacidad mental y niños que pueden llegar a extraviarse. Una persona extraviada genera preocupación en los familiares tanto cercanos como lejanos, pues al no saber en dónde se encuentra ni el estado en el que está.

Es por eso que se pensó en una idea que nos ayude a monitorear y localizar a las personas vulnerables, con la ayuda de dispositivos móviles android con capacidad de conexión a internet inalámbrico, que cuentan con GPS y GSM, con el GPS obtendremos la posición del usuario y cargaremos esa posición a una base de datos gracias a la conexión a internet GSM y si queremos saber dónde se encuentran otros usuarios solo descargaremos las posiciones de los usuarios para mostrarlos en un mapa de Google Maps.

## **ABSTRACT**

In recent years, mobile phones have grown to become an essential device in our lives, advances in technology especially in the area of mobile devices, facilitates the development of computer systems in these devices, one of the human needs is control, locating and monitoring people this is achieved by developing knowledge areas such as information technology and telecommunications.

Historically the security and integrity of the people has been one of the important factors for all, both for society and especially for the family.

This thesis proposes and designs a system for android mobile devices that can locate and monitor people who are vulnerable in society there are people who are vulnerable, those seniors with mental disabilities and children who may become lost. A missing person raises concerns in both near and distant relatives, as not knowing where you are or the state in which it is.

That's why we thought of an idea to help us monitor and locate vulnerable people, with the help of android mobile devices capable of wireless internet, featuring GPS and GSM, the GPS will get the position of user charge that position to a database through the internet GSM and if we want to know where others are just unload positions users to display on a map of Google Maps.

## Contenido

Capítulo I: Marco Introdutorio .....	1
1.1 Introducción .....	1
1.2. Antecedentes .....	1
1.2.1 A nivel Nacional: .....	2
1.2.2 A nivel Internacional:.....	2
1.3. Definición del problema .....	3
1.3.1 Problema General .....	3
1.3.2 Problema Específico.....	3
1.4. Hipótesis .....	3
1.4.1 Definición de Variables.....	3
1.5. Objetivo .....	4
1.5.1 Objetivo General .....	4
1.5.2 Objetivos Específicos.....	4
1.6. Justificación .....	4
1.6.1 Justificación practica .....	4
1.6.2 Justificación social .....	4
1.6.3 Justificación científica.....	5
1.6.4 Justificación económica .....	5
1.6.5 Justificación técnica .....	5
1.7. Aportes.....	5
1.8. Alcances.....	6

1.9. Metodologías Empleadas.....	6
1.9.1 Método científico .....	6
1.9.1.1 Planteamiento del problema.....	6
1.9.1.2 Especificación de la hipótesis .....	6
1.9.1.3 Análisis y verificación.....	6
1.9.1.4 Verificación de resultados.....	7
1.9.1.5 Conclusiones .....	7
1.9.2 Programación Orientada a Objetos .....	7
Capítulo II: Marco Teórico.....	9
2.1 Sistema de Posicionamiento Global GPS .....	9
2.1.1 Funcionamiento del GPS.....	9
2.1.1.1 Triangulación desde los satélites.....	9
2.1.1.2 Medición de las distancias a los satélites .....	12
2.1.1.3 Control perfecto del tiempo.....	14
2.1.1.4 Ubicación de los satélites en el espacio .....	16
2.2 Redes de Telecomunicaciones .....	18
2.2.1 Sistema Global para Comunicaciones Móviles (GSM) .....	18
2.2.1.1 Arquitectura GSM.....	19
2.3 Dispositivos Móviles .....	22
2.3.1 Tipos de dispositivos móviles .....	22
2.3.2 Sistemas Operativos para dispositivos móviles .....	23
2.4 Servicios de orientación o navegación.....	26
2.5 Model View Controller (MVC) .....	27

Capítulo III: Diseño Metodológico .....	30
3.1 Descripción de sistema .....	30
3.2 Panorama Model .....	33
3.2.1 Base de datos para la localización.....	34
3.3 Panorama Controller .....	36
3.3.1 Uso del GPS .....	36
3.3.2 Google Maps .....	37
3.3.3 Integración de Servicios .....	37
3.3.3.1 Conexión al Servidor.....	37
3.4 Panorama View .....	39
3.4.1 Detección de Localización .....	39
3.4.2 Despliegue de ubicaciones .....	40
3.5 Disponibilidad del Sistema .....	41
Capítulo IV. Evaluación de Resultados .....	45
4.1 Prueba de hipótesis .....	45
Capítulo V. Conclusiones .....	49
5.1 Conclusiones .....	49
5.2 Recomendaciones .....	50
5.2.1 Recomendaciones de uso .....	50
5.2.2 Recomendaciones de temas afines .....	50
Bibliografía.....	51

## ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS

FIGURA 2.1 Triangulación con un satélite.....	10
FIGURA 2.2 Triangulación con dos satélites.....	11
FIGURA 2.3 Triangulación con tres satélites .....	11
FIGURA 2.4 Código Pseudo.....	13
FIGURA 2.5 Control constante de la exacta altura del satèlite.....	17
FIGURA 2.6 Nueva posición corregida del satélite .....	18
FIGURA 2.7 Arquitectura de la Red de Telecomunicaciones GSM.....	22
FIGURA 3.1 Descripción general del Sistema.....	31
FIGURA 3.2 Arquitectura del Sistema.....	32
FIGURA 3.3 Diagrama de caso de uso Ingresar al Sistema.....	33
FIGURA 3.4 Diagrama de caso de uso Localización y Monitoreo.....	34
FIGURA 3.5 Esquema de base de datos .....	35
FIGURA 3.6 Servicio Web .....	38
FIGURA 3.7 Imagen recuperada de Google Maps .....	40
TABLA 3.8 Ubicaciones de personas .....	41
FIGURA 3.9 Localización de personas.....	42
FIGURA 3.10 Monitoreo de personas.....	43
TABLA 4.1 Cuadro de Contingencia.....	46
TABLA 4.2 Matriz de valores esperados .....	47

# **CAPÍTULO I**

## **MARCO INTRODUCTORIO**



# **Capítulo I: Marco Introductorio**

## **1.1 Introducción**

En los últimos años con la evolución de la tecnología, conlleva el desarrollo de sistemas informáticos mucho más complejos para satisfacer las necesidades humanas en efecto el control, la localización y monitoreo son procesos esenciales en nuestra sociedad actual gracias al desarrollo de áreas de conocimiento como son la informática y la telecomunicaciones.

Desde siempre la seguridad e integridad de las personas ha sido uno de los factores importantes para todos, tanto para la sociedad y sobre todo para la familia.

En la sociedad existen personas que son vulnerables, como ser personas ancianas, personas con discapacidad mental y niños que pueden llegar a extraviarse. Una persona extraviada genera preocupación en los familiares tanto cercanos como lejanos, pues al no saber en dónde se encuentra ni el estado en el que está.

En tal sentido, es necesario pensar en una idea que nos ayude a monitorear y localizar a las personas vulnerables aprovechando los avances tecnológicos que existen como ser los celulares inteligentes que se han convertido en un instrumento de uso diario para muchas personas, con capacidad de conexión a internet inalámbrico, que cuentan con GPS y GSM para el desarrollo de los servicios basados en la localización y monitoreo en un ambiente móvil.

En la presente tesis se realizara un prototipo que nos permita localizar y monitorear a personas vulnerables, utilizando un dispositivo móvil que tenga su sistema operativo android.

## **1.2. Antecedentes**

Algunos de los antecedentes sobre este trabajo se presentan a continuación, tanto a nivel nacional como internacional.

### **1.2.1 A nivel Nacional:**Carrera de Informática – Universidad Mayor de San Andrés

#### ***a) Monitoreo cardiaco con dispositivos móviles para la prevención de situaciones críticas de salud***

En 2011 se realizó la tesis de grado de Alejandro Coca, desarrolló dos herramientas de software: la primera, una aplicación móvil (software para teléfonos móviles), que permita el registro de los niveles de la frecuencia cardíaca de las personas enfermas del corazón en la memoria del mismo teléfono celular, esta tiene como objetivo el “control personal del paciente”, además, promover en el paciente un control y seguimiento propio.

Esta aplicación fue desarrollada en Plataforma Android, Entorno de Desarrollo, Eclipse y Lenguaje de Programación Java [COCA, 2011].

#### ***b) Sistema de ubicación o localización móvil basado en dispositivos móviles***

En 2012 se realizó la tesis de grado de Rolando Guarachi, sistema de ubicación o localización móvil basado en dispositivos móviles para la Universidad Mayor de San Andrés - UMSA capas de explotar los beneficios de los servicios basados en la localización en combinación con las tecnologías usadas para el desarrollo de aplicaciones móviles, tecnologías de localización y servicios web [Guarachi, 2012].

### **1.2.2 A nivel Internacional:**

#### ***a) Detección y rastreo de dispositivos de inspección y mantenimiento (DIM) por medio del sistema de posicionamiento global (GPS) para la red de ductos de PEMEX***

En 2007 se implementó un sistema de posicionamiento global (GPS) para el rastreo y detección de los diferentes tipos de dispositivos de inspección y mantenimiento denominados DIM (PIG), para con esto poder determinar su ubicación dentro de las redes de ductos de PEMEX [Ortiz, 2007].

#### ***b) Sistema de Localización de Dispositivos Móviles Basada en Wireless LAN***

Es un Sistema de Posicionamiento para cualquier entorno de interior (en casa, en la oficina, en universidades, en Centros Comerciales) que disponga de cobertura de red local inalámbrica

(WLAN). El sistema permitirá tanto localizarse como ser localizado. Es decir, una persona que disponga de este sistema podrá situarse dentro de un edificio en el que no conozca su situación, y, a su vez, permitir ser localizado dentro del mismo. Dicho sistema podrá ser ejecutado en cualquier sistema operativo, ya sea Microsoft Windows o Linux/Unix, debido a su portabilidad[Aurora, 2009].

### **1.3. Definición del problema**

#### **1.3.1 Problema General**

Extravió frecuente de personas en la ciudad de La Paz.

#### **1.3.2 Problema Específico**

Los problemas que se identifican son los siguientes:

- Niños extraviados por falta de control de sus padres.
- La inseguridad que existe en la ciudad
- Niños que andan solos en la calle
- Poco conocimiento sobre la tecnología GPS.
- No hay personas capacitadas para el manejo del GPS.
- Padres que sufren por la desaparición de su hijo.
- Personas enfermas no cuentan con un control de seguridad.

### **1.4. Hipótesis**

El desarrollo de un prototipo de monitoreo y localización para dispositivos móviles, facilita el acceso a la información de dispositivos de posición del usuario, logrando con esto un mayor control y una fácil ubicación en caso de extravió de las personas vulnerables.

#### **1.4.1 Definición de Variables**

Variables independientes: Localización para dispositivos móviles mediante GPS (Sistema de Posicionamiento Global).

Variables dependientes: La información de la posición del usuario mediante el sistema de ubicación y localización móvil basado en dispositivos móviles.

## **1.5. Objetivo**

### **1.5.1 Objetivo General**

Desarrollar un prototipo que nos permita monitorear y ubicar a las personas extraviadas a través del GPS utilizando la tecnología GSM y con una aplicación para android (software para teléfonos móviles).

### **1.5.2 Objetivos Específicos**

- Investigar constantemente sobre el tema GPS y GSM.
- Diseñar el prototipo para localizar y monitorear.
- Desarrollar el software de aplicación para celulares.
- Desarrollar la programación aplicando android.
- Realizar la conexión de una base de datos al celular.
- Probar el correcto funcionamiento del GPS al celular y el funcionamiento del monitoreo y localización.
- Obtener los resultados del prototipo.

## **1.6. Justificación**

### **1.6.1 Justificación practica**

Con la presente tesis de grado, se pretende disminuir el extravió de personas vulnerables, contribuir con un prototipo que nos permita localizar y dar monitoreo a estas personas con el fin de mejorar su calidad de vida e integrar la familia.

### **1.6.2 Justificación social**

- La presente tesis beneficiara de alguna forma a las personas sobre todo a niños y enfermos mentales.

- Proporcionará un prototipo que brindara un servicio móvil de fácil uso, ayudando a localizar y monitorear personas.
- Brinda información a los padres o encargados de la persona de donde se encuentra tal persona.
- En caso de extravió apoya a la ubicación de la persona.

### **1.6.3 Justificación científica**

El área de informática ha visto la innovación de desarrollo de localización y monitoreo, que presentan los dispositivos móviles con el diseño de un sistema que facilita la localización y monitoreo, brindando información actualizada y de referencia del lugar donde se encuentra las personas vulnerables, puesto que el comportamiento y la cultura de las nuevas generaciones están orientadas a los servicios basados en los servicios de localización para dispositivos móviles.

### **1.6.4 Justificación económica**

La propuesta planteada contemplara el uso de equipos GPS, dispositivos móviles existentes en el medio local. Con el prototipo se pretende minimizar el extravió de personas vulnerables.

### **1.6.5 Justificación técnica**

La explotación de las tecnologías asociadas a los servicios basados en localización, nos ayudan a determinar donde se encuentra alguna persona, utilizando un Smartphone que cuenta con GPS y red de datos GSM y tenga un sistema operativo android.

### **1.7. Aportes**

El usuario se beneficia con el desarrollo de un prototipo de localización y monitoreo móvil porque se puede realizar la consulta de donde se encuentra la persona.

El prototipo de localización y monitoreo móvil recolectara información de los puntos o lugares de interés del usuario estarán almacenada en una base de datos.

## **1.8. Alcances**

Se diseñara un prototipo de monitoreo y localización de personas, utilizando como medio de comunicación GPS/GSM.

Monitoreo y localización de personas mediante el uso de teléfonos móviles inteligentes con sistema Operativo Android.

El teléfono inteligente deberá contar con acceso a internet para poder guardar la información en la nube.

## **1.9. Metodologías Empleadas**

Para la presente tesis de grado se utilizara el método científico que permitir la realización de los siguientes puntos.

### **1.9.1 Método científico**

#### **1.9.1.1 Planteamiento del problema**

Implica hacer usos de técnicas de modelado que permitan facilitar el desarrollo. Por lo cual se realizara la recopilación de la información necesaria acerca del problema mediante consultas bibliográficas y sitios en internet relacionados con los temas de localización y monitoreo móvil.

#### **1.9.1.2 Especificación de la hipótesis**

Mediante el análisis y estudio de la información recopilada y tomando en cuenta las características del problema se realizara la formulación de la hipótesis.

#### **1.9.1.3 Análisis y verificación**

Basado en el análisis de la información se elaborara un prototipo con el cual se realizara el análisis y verificación del funcionamiento de la solución propuesta y comprobar la valides de los resultados.

#### **1.9.1.4 Verificación de resultados**

Mediante los casos de prueba con el prototipo se evaluarán los resultados tanto obtenidos como esperados, de esta manera comprobará que la hipótesis planteada se cumple.

#### **1.9.1.5 Conclusiones**

Finalmente se realizará un informe acerca de la localización, monitoreo y el desempeño obtenido con el prototipo desarrollado, proporcionando además las conclusiones a las que se llegaran, el estado de la hipótesis y las recomendaciones pertinentes acerca del prototipo de localización y monitoreo.

#### **1.9.2 Programación Orientada a Objetos**

Se ha visto por conveniente la utilización de la metodología y diseño orientado a objetos que nos permite la programación visual a fin de captar la mayor atención de los usuarios, proporcionándoles un ambiente amigable, comprensible y de fácil utilización.

Se utilizará la plataforma Java, orientado a proveer certificación de API's de desarrollo de software para dispositivos con recursos restringidos.

Una API o interfaz de programación de aplicaciones es el conjunto de funciones y procedimientos o métodos, en la programación orientada a objetos, que ofrece cierta biblioteca para ser utilizado por otro software como una capa de abstracción. Son utilizados generalmente en las bibliotecas [API, 2013].

# **CAPÍTULO II**

## **MARCO TEÓRICO**



## **Capítulo II: Marco Teórico**

### **2.1 Sistema de Posicionamiento Global GPS**

El sistema de Posicionamiento Global (GPS) es un sistema de localización, diseñado por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos con fines militares para proporcionar estimaciones precisas de posición, velocidad y tiempo, operativo desde 1995 utiliza conjuntamente una red de ordenadores y una constelación de satélites para determinar por triangulación, la altitud, longitud y latitud de cualquier objeto en la superficie terrestre.

La navegación por satélite es un sistema de radio localización desde el espacio con una o más constelaciones de satélites que aumenta según las necesidades de apoyo a la operación prevista y con los que se suministra información tridimensional las 24 horas del día acerca de la posición, velocidad y hora a usuarios debidamente equipados en cualquier parte de la superficie, o cerca de la superficie, de la tierra (y a veces lejos de ella). Los sistemas de navegación por satélite suministran a los usuarios información suficientemente precisa y completa para emplearla en aplicaciones de navegación de importancia crítica. El GPS es el primer elemento básico de los sistemas de navegación por satélite que está a disposición de muchos usuarios civiles.

El sistema GPS (Global Positioning System) es un sistema de posicionamiento que permite calcular las coordenadas de cualquier punto de superficie terrestre a partir de la recepción de señales emitidas desde una constelación de satélites en órbita, esta constelación está compuesta por 24 satélites en orbitas alrededor de la tierra, para poder así localizar mediante unas coordenadas únicas cualquier equipo radiorreceptor terrestre sin importar su posición en cualquier parte del planeta e incluso fuera de ella [Guatvnilk, 1999].

#### **2.1.1 Funcionamiento del GPS**

##### **2.1.1.1 Triangulación desde los satélites**

Aunque pueda parecer improbable, la idea general detrás del GPS es utilizar los satélites en el espacio como puntos de referencia para ubicaciones aquí en la tierra.

Esto se logra mediante una muy, pero muy exacta, medición de nuestra distancia hacia al menos tres satélites, lo que nos permite "triangular" nuestra posición en cualquier parte de la tierra.

Olvidémonos por un instante sobre cómo mide nuestro GPS dicha distancia. Lo veremos luego. Consideremos primero como la medición de esas distancias nos permite ubicarnos en cualquier punto de la tierra.

**La idea geoméricamente es:** Supongamos que medimos nuestra distancia al primer satélite y resulta ser de 11.000 millas (20.000 Km)

Sabiendo que estamos a 11.000 millas de un satélite determinado, no podemos por lo tanto estar en cualquier punto del universo sino que esto limita nuestra posición a la superficie de una esfera que tiene como centro dicho satélite y cuyo radio es de 11.000 millas.



Figura 2.1  
Triangulación con un satélite  
Fuente: [Guatvnilk, 1999]

A continuación medimos nuestra distancia a un segundo satélite y descubrimos que estamos a 12.000 millas del mismo.

Esto dice que no estamos solamente en la primera esfera, correspondiente al primer satélite, sino también sobre otra esfera que se encuentra a 12.000 millas del segundo satélite. En otras palabras, estamos en algún lugar de la circunferencia que resulta de la intersección de las dos esferas.

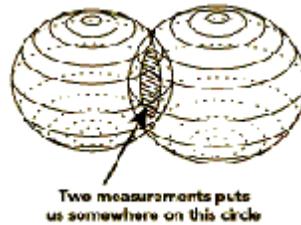


Figura 2.2  
Triangulación con dos satélites  
Fuente: [Guatvnilk, 1999]

Si ahora medimos nuestra distancia a un tercer satélite y descubrimos que estamos a 13.000 millas del mismo, esto limita nuestra posición aún más, a los dos puntos en los cuales la esfera de 13.000 millas corta la circunferencia que resulta de la intersección de las dos primeras esferas.



Figura 2.3  
Triangulación con tres satélites  
Fuente: [Guatvnilk, 1999]

Midiendo nuestra distancia a tres satélites limitamos nuestro posicionamiento a solo dos puntos posibles.

Para decidir cuál de ellos es nuestra posición verdadera, podríamos efectuar una nueva medición a un cuarto satélite. Pero normalmente uno de los dos puntos posibles resulta ser muy improbable por su ubicación demasiado lejana de la superficie terrestre y puede ser descartado sin necesidad de mediciones posteriores.

Una cuarta medición, de todos modos es muy conveniente por otra razón que veremos más adelante [Guatvnilk, 1999].

### 2.1.1.2 Medición de las distancias a los satélites

Sabemos ahora que nuestra posición se calcula a partir de la medición de la distancia hasta por lo menos tres satélites. Pero, ¿cómo podemos medir la distancia hacia algo que está flotando en algún lugar en el espacio? Lo hacemos midiendo el tiempo que tarda una señal emitida por el satélite en llegar hasta nuestro receptor de GPS.

**La idea Matemáticamente es:** Toda la idea bulle alrededor de aquellos problemas sobre la velocidad que resolvíamos en la secundaria, Recordemos que "Si un auto viaja a 60 kilómetros por hora durante dos horas, ¿qué distancia recorrió?"

$$\text{Velocidad (60 km/h) x Tiempo (2 horas) = Distancia (120 km)}$$

En el caso del GPS estamos midiendo una señal de radio, que sabemos que viaja a la velocidad de la luz, alrededor de 300.000 km por segundo.

Nos queda el problema de medir el tiempo de viaje de la señal (Que, obviamente, viene muy rápido).

**Sincronicemos nuestros relojes:** El problema de la medición de ese tiempo es complicado. Los tiempos son extremadamente cortos. Si el satélite estuviera justo sobre nuestras cabezas, a unos 20.000 km de altura, el tiempo total de viaje de la señal hacia nosotros sería de algo más de 0.06 segundos. Estamos necesitando relojes muy precisos. Ya veremos cómo lo resolvemos.

Pero, aun admitiendo que tenemos relojes con la suficiente precisión, ¿cómo medimos el tiempo de viaje de la señal?

Supongamos que nuestro GPS, por un lado, y el satélite, por otro, generan una señal auditiva en el mismo instante exacto. Supongamos también que nosotros, parados al lado de nuestro

receptor de GPS, podamos oír ambas señales (Obviamente es imposible "oír" esas señales porque el sonido no se propaga en el vacío).

Oiríamos dos versiones de la señal. Una de ellas inmediatamente, la generada por nuestro receptor GPS y la otra con cierto atraso, la proveniente del satélite, porque tuvo que recorrer alrededor de 20.000 km para llegar hasta nosotros. Podemos decir que ambas señales no están sincronizadas [Guatvnilk, 1999].

Si se quiere saber cuál es la magnitud de la demora de la señal proveniente del satélite podemos retardar la emisión de la señal de nuestro GPS hasta lograr la perfecta sincronización con la señal que viene del satélite.

El tiempo de retardo necesario para sincronizar ambas señales es igual al tiempo de viaje de la señal proveniente del satélite. Supongamos que sea de 0.06 segundos. Conociendo este tiempo, lo multiplicamos por la velocidad de la luz y ya obtenemos la distancia hasta el satélite.

Tiempo de retardo (0.06 seg) x Vel. de la luz (300.000 km/seg) = Dist. (18.000 km)

Así es, básicamente, cómo funciona el GPS.

La señal emitida por nuestro GPS y por el satélite es algo llamado "Código Pseudo Aleatorio" (PseudoRandomCode). La palabra "Aleatorio" significa algo generado por el azar.

Este Código Pseudo Aleatorio es una parte fundamental del GPS. Físicamente solo se trata de una secuencia o código digital muy complicado. O sea una señal que contiene una sucesión muy complicada de pulsos "on" y "off", como se pueden ver.



Figura 2.4  
Código Pseudo  
Fuente: [Guatvnilk, 1999]

La señal es tan complicada que casi parece un ruido eléctrico generado por el azar. De allí su denominación de "Pseudo-Aleatorio".

Hay varias y muy buenas razones para tal complejidad. La complejidad del código ayuda a asegurarnos que el receptor de GPS no se sintonice accidentalmente con alguna otra señal. Siendo el modelo tan complejo es altamente improbable que una señal cualquiera pueda tener exactamente la misma secuencia.

Dado que cada uno de los satélites tiene su propio y único Código Pseudo Aleatorio, esta complejidad también garantiza que el receptor no se confunda accidentalmente de satélite. De esa manera, también es posible que todos los satélites transmitan en la misma frecuencia sin interferirse mutuamente. Esto también complica a cualquiera que intente interferir el sistema desde el exterior al mismo. El Código Pseudo Aleatorio le da la posibilidad al Departamento de Defensa de EEUU de controlar el acceso al sistema GPS.

Pero hay otra razón para la complejidad del Código Pseudo Aleatorio, una razón que es crucial para conseguir un sistema GPS económico.

El código permite el uso de la "teoría de la información" para amplificar las señales de GPS. Por esa razón las débiles señales emitidas por los satélites pueden ser captadas por los receptores de GPS sin el uso de grandes antenas.

Cuando comenzamos a explicar el mecanismo de emisión de las señales por el GPS y el satélite, asumimos que ambos comenzaban la emisión de la señal exactamente al mismo tiempo. ¿Pero cómo podemos asegurarnos que todo esté perfectamente sincronizado?

### **2.1.1.3 Control perfecto del tiempo**

Si la medición del tiempo de viaje de una señal de radio es clave para el GPS, los relojes que empleamos deben ser exactísimos, dado que si miden con un desvío de un milésimo de segundo, a la velocidad de la luz, ello se traduce en un error de 300 km.

Por el lado de los satélites, el timing es casi perfecto porque llevan a bordo relojes atómicos de increíble precisión.

¿Pero qué pasa con nuestros receptores GPS, aquí en la tierra?

Recordar que ambos, el satélite y el receptor GPS, deben ser capaces de sincronizar sus Códigos Pseudo Aleatorios para que el sistema funcione.

Si nuestros receptores GPS tuvieran que alojar relojes atómicos (Cuyo costo está por encima de los 50 a 100.000 U\$\$) la tecnología resultaría demasiado costosa y nadie podría acceder a ellos.

Por suerte los diseñadores del sistema GPS encontraron una brillante solución que nos permite resolver el problema con relojes mucho menos precisos en nuestros GPS. Esta solución es uno de los elementos clave del sistema GPS y, como beneficio adicional, significa que cada receptor de GPS es en esencia un reloj atómico por su precisión.

El secreto para obtener un timing tan perfecto es efectuar una medición satelital adicional.

Resulta que si tres mediciones perfectas pueden posicionar un punto en un espacio tridimensional, cuatro mediciones imperfectas pueden lograr lo mismo.

**Una medición adicional remedia el desfase del timing:** Si todo fuera perfecto (es decir que los relojes de nuestros receptores GPS lo fueran), entonces todos los rangos (distancias) a los satélites se interceptarían en un único punto (que indica nuestra posición). Pero con relojes imperfectos, una cuarta medición, efectuada como control cruzado, NO interceptará con los tres primeros.

De esa manera la computadora de nuestro GPS detectará la discrepancia y atribuirá la diferencia a una sincronización imperfecta con la hora universal.

Dado que cualquier discrepancia con la hora universal afectará a las cuatro mediciones, el receptor buscará un factor de corrección único que siendo aplicado a sus mediciones de tiempo hará que los rangos coincidan en un solo punto.

Dicha corrección permitirá al reloj del receptor ajustarse nuevamente a la hora universal y de esa manera tenemos un reloj atómico en la palma de nuestra mano.

Una vez que el receptor de GPS aplica dicha corrección al resto de sus mediciones, obtenemos un posicionamiento preciso.

Una consecuencia de este principio es que cualquier GPS decente debe ser capaz de sintonizar al menos cuatro satélites de manera simultánea. En la práctica, casi todos los GPS en venta actualmente, acceden a más de 6, y hasta a 12, satélites simultáneamente.

Ahora bien, con el Código Pseudo Aleatorio como un pulso confiable para asegurar la medición correcta del tiempo de la señal y la medición adicional como elemento de sincronización con la hora universal, tenemos todo lo necesario para medir nuestra distancia a un satélite en el espacio.

Pero, para que la triangulación funcione necesitamos conocer no sólo la distancia sino que debemos conocer dónde están los satélites con toda exactitud [Guatvnilk, 1999].

#### **2.1.1.4 Ubicación de los satélites en el espacio**

Hasta el momento hemos estado asumiendo que conocemos dónde están los satélites en sus órbitas y de esa manera podemos utilizarlos como puntos de referencia.

¿Pero, cómo podemos saber dónde están exactamente? Todos ellos están flotando a unos 20.000 km de altura en el espacio.

**Un satélite a gran altura se mantiene estable:** La altura de 20.000 km es en realidad un gran beneficio para este caso, porque algo que está a esa altura está bien despejado de la atmósfera. Eso significa que orbitará de manera regular y predecible mediante ecuaciones matemáticas sencillas.

La Fuerza Aérea de los EEUU colocó cada satélite de GPS en una órbita muy precisa, de acuerdo al Plan Maestro de GPS.

En tierra, todos los receptores de GPS tienen un almanaque programado en sus computadoras que les informan donde está cada satélite en el espacio, en cada momento [Guatvnilk, 1999].

### a) Control Constante agrega precisión

Las órbitas básicas son muy exactas pero con el fin de mantenerlas así, los satélites de GPS son monitoreados de manera constante por el Departamento de Defensa.



Figura 2.5  
Control constante de la exacta altura del satélite  
Fuente: [Guatvnilk, 1999]

Ellos utilizan radares muy precisos para controlar constantemente la exacta altura, posición y velocidad de cada satélite.

Los errores que ellos controlan son los llamados errores de efemérides, o sea evolución orbital de los satélites. Estos errores se generan por influencias gravitacionales del sol y de la luna y por la presión de la radiación solar sobre los satélites.

Estos errores son generalmente muy sutiles pero si queremos una gran exactitud debemos tenerlos en cuenta.

### b) Corrigiendo el mensaje

Una vez que el Departamento de Defensa ha medido la posición exacta de un satélite, vuelven a enviar dicha información al propio satélite. De esa manera el satélite incluye su nueva posición corregida en la información que transmite a través de sus señales a los GPS.

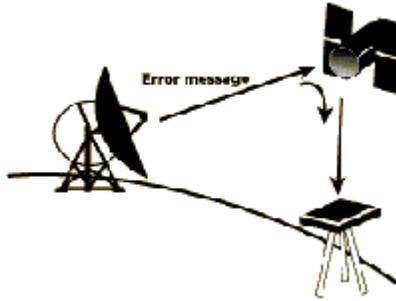


Figura 2.6  
Nueva posición corregida del satélite  
Fuente: [Guatvnilk, 1999]

Esto significa que la señal que recibe un receptor de GPS no es solamente un Código Pseudo Aleatorio con fines de timing. También contiene un mensaje de navegación con información sobre la órbita exacta del satélite

Con un timing perfecto y la posición exacta del satélite podríamos pensar que estamos en condiciones de efectuar cálculos perfectos de posicionamiento. Sin embargo debemos resolver otros problemas.

## 2.2 Redes de Telecomunicaciones

Las redes de telecomunicaciones más importantes son: Sistema Global para Comunicaciones Móviles (GSM) y Sistema General de Radio por Paquetes (GPRS).

### 2.2.1 Sistema Global para Comunicaciones Móviles (GSM)

La red GSM (Global Systemfor Mobile Communications), es la tecnología de segunda generación digital, desarrollado originalmente para Europa, pero, que ahora tiene más del 71 por ciento del mercado mundial. Inicialmente, desarrollado para funcionar en la banda de 900MHz y modificado posteriormente por las bandas 850, 1800 y 1900MHz.

GSM representaba inicialmente GroupeSpeciale Mobile, el comité de la CEPT inicio el proceso de normalización GSM (GSM World, 2011). Originalmente fue desarrollada en 1984 como una norma para un sistema de telefonía móvil que podría ser utilizado en toda Europa. GSM es ahora un estándar internacional para servicios móviles. Ofrece gran movilidad. Los

suscriptores pueden recorrer todo el mundo y acceder a cualquier red GSM. GSM es una red celular digital. En el momento el estándar que se ha desarrollado ofrece una capacidad mucho mayor que los sistemas analógicos. También, permite una asignación más óptima del espectro radioeléctrico, que por lo tanto permite un mayor número de suscriptores. GSM ofrece una serie de servicios que incluyen comunicaciones de voz, servicio de mensajes cortos (SMS), fax, correo de voz y otros servicios complementarios, como el desvío de llamadas y el identificador de llamadas. En la actualidad existen varias bandas en uso en GSM 450 MHz, 850 MHz, 900 MHz, 1800 MHz y 1900 MHz son las comunes [GSM ForDummies, 2008].

El GSM tiene la estructura básica de los sistemas celulares y ofrece las mismas funcionalidades básicas de los demás sistemas celulares asociadas a la movilidad como roaming (capacidad para trabajar y comunicar de una cobertura a otra) y handover (Sistema utilizado en comunicaciones móviles celulares con el objetivo de transferir el servicio de una estación base a otra cuando la calidad del enlace es insuficiente. Este mecanismo garantiza la realización del servicio cuando un móvil se traslada a lo largo de su zona de cobertura) entre celdas o células [Tude, 2010].

### **2.2.1.1 Arquitectura GSM**

La arquitectura de la red GSM, está compuesto de siete componentes.

#### **a) Estación Móvil**

La estación Móvil (en inglés: Mobile Station MS) es una: “Terminal utilizado por el suscriptor cuando es cargado con una tarjeta inteligente conocida como SIMCard o Modulo de Identidad del Suscriptor (en inglés: SubscriberIdentity Modules). Sin el SIMCard, la Estación Móvil no está asociada a un usuario y no puede hacer ni recibir llamadas. Una vez contratado el servicio junto a una operadora, el usuario pasa a disponer de un SIMCard que al ser insertado en cualquier terminal GSM hace con que este pase a asumir la identidad del propietario del SIMCard. En Brasil ha sido llamado por operadoras, por ejemplo, OiChip y TIMChip. El SIMCard almacena entre otras informaciones un número de 15 dígitos que identifica únicamente una EstaciónMóvil denominado IMSI o Identidad Internacional del Suscriptor Móvil (en inglés:

International Mobile SubscriberIdentity). Y el terminal es caracterizado por un número, también de 15 dígitos, atribuido por el fabricante, denominado IMEI o Identidad Internacional del Equipamiento Móvil” [Tude, 2010].

#### **b) Base del Sistema Estacional**

La Base del Sistema Estacional (en inglés: Base StationSystemBSS) es un: “Sistema encargado de la comunicación con las estaciones móviles en una determinada área. Está formado por varias Base TransceiverStation (BTS) o Estación Base de TelefoníaMóvil, también, llamada Estación Radio Base (ERBs), que constituyen una celda o célula, y un Base StationController (BSC), que controla estas BTSs” [Tude, 2010].

#### **c) Central de Conmutación y Control**

La Central de Conmutación y Control (en inglés: Mobile ServicesSwitching Center MSC) es una “Central responsable por las funciones de conmutación y señalización para las estaciones móviles localizadas en un área geográfica designada como el área del MSC. La diferencia principal entre un MSC y una central de conmutación fija es que la MSC tiene que llevar en consideración la movilidad de los suscriptores (locales o visitantes), incluso el handover de la comunicación cuando estos suscriptores se mueven de una celular o celda para otra. El MSC encargado de routear llamadas para otros MSCs, es llamado de Gateway MSC” [Tude, 2010].

#### **d) Registro de Suscriptores Locales**

El registro de Suscriptores Locales (en inglés: Home LocationRegisterHLR) es la “Base de Datos que contienen informaciones sobre los suscriptores de un sistema móvil celular” [Tude, 2010].

#### **e) Registro de Suscriptores Visitantes**

El registro de Suscriptores Visitantes (en inglés: VisitorLocationRegisterVLR) es la “Base de Datos que contiene la información sobre los suscriptores en visita (roaming) a un sistema celular” [Tude, 2010].

**f) Centro de Autenticación**

El Centro de Autenticación (en inglés: Authentication Center AUC) es “Responsable por la autenticación de los suscriptores en el uso del sistema. El Centro de Autenticación está asociado a un HLR y almacena una llave de identidad para cada suscriptor móvil registrado en aquel HLR posibilitando la autenticación del IMSI del suscriptor. Es también, responsable por generar la llave para criptografiar la comunicación entre MSC y BTS” [Tude, 2010].

**g) Registro de Identidad del Equipamiento**

El Registro de Identidad del Equipamiento (en inglés: EquipmentIdentityRegisterEIR) es la “Base de datos que almacena los IMEIs o Identidad Internacional de Equipo Móvil de los terminales móviles de un sistema GSM” [Tude, 2010].

**h) Centro de Operaciones y Manutención**

El Centro de Operaciones y Manutención (en inglés: OperationalMaintenance Center - OMC ) es la “Entidad funcional a través de la cual la operadora monitorea y controla el sistema” [Tude, 2010].

La arquitectura de referencia de un sistema GSM, esta presentada en la Figura 2.7

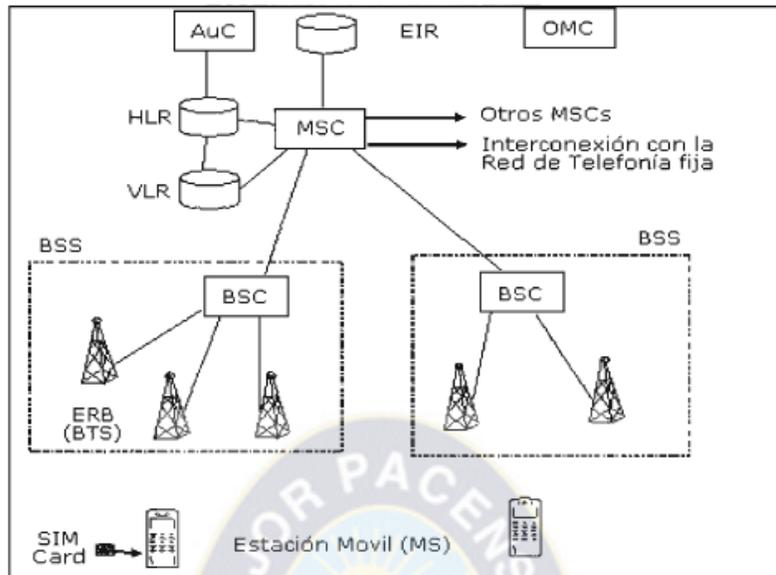


Figura 2.7  
Arquitectura de la Red de Telecomunicaciones GSM  
Fuente: [TELECO, Inteligencia en Telecomunicaciones, Brasil]

## 2.3 Dispositivos Móviles

Un dispositivo móvil se puede definir como un aparato de pequeño tamaño con capacidades de procesamiento, con conexión permanente o intermitente a una red, con memoria limitada, que ha sido diseñada específicamente para una función, pero que puede llevar a cabo otras funciones más generales. De acuerdo con esta definición existen multitud de dispositivos móviles, desde los reproductores de audio portátiles hasta los navegadores GPS, pasando por los teléfonos móviles, los PDA's o los Tablet PC's. En este trabajo nos centraremos fundamentalmente en los teléfonos móviles por ser los tipos de dispositivos más utilizados y conocidos en la actualidad por los que ofrecen mayor variedad de aplicaciones multimedia y los que más posibilidades de evolución presenta en este sentido [Mar, 2006].

### 2.3.1 Tipos de dispositivos móviles

Dado el variado número de niveles de funcionalidad asociado con dispositivos móviles era necesario hacer una clasificación de los mismos, por ello en el 2005, DuPont Global MobilityInnovationTeam propusieron los siguientes estándares para la definición de dispositivos móviles.

- **Dispositivo Móvil de Datos Limitados** (Limited Data Mobile Device): teléfonos móviles clásicos. Se caracterizan por tener una pantalla pequeña de tipo texto. Ofrecen servicios de datos generalmente limitados s SMS y acceso WAP.
- **Dispositivo Móvil de Datos Básicos**(Basic Data Mobile Device): se caracterizan por tener una pantalla de mediano tamaño, menú o navegación basado en iconos y ofrece acceso a emails, lista de direcciones, SMS, y en algunos cacsos , un navegador web básico. Un típico ejemplo de este tipo de dispositivos son los teléfonos inteligentes (smarphones)'
- **Dispositivo Móvil de Datos Mejorados** (Enhanced Data Mobile Device): se caracterizan por tener pantallas de medianas a grandes (por encima de los 240x120 pixeles), navegación de tipo stylus, y que ofrecen las mismas características que el dispositivo móvil de datos, mas aplicaciones nativas como aplicaciones Microsoft Office Mobile (Word, Excel, PowerPoint) y aplicaciones corporativas usuales, en versión móvil, como Sap, portales intranet, etc. Este tipo de dispositivos incluyan los SO como Windows Mobile[Baz, 2009].

### 2.3.2 Sistemas Operativos para dispositivos móviles

Partiendo de la definición de sistema operativo: Capa compleja entre el hardware y el usuario, concebible también como una máquina virtual, que facilita al usuario o al programador las herramientas e interfaz adecuadas para realizar sus tareas informáticas, abstrayéndole de los complicados procesos necesarios para llevarlas a cabo.

Podemos deducir que el uso de uno u otro S.O. determinaran las capacidades multimedia de los dispositivos y la forma de estas de interactuar con el usuario.

Existen multitud de opciones, si bien las más extendidas son Symbian, BlackBerry OS, Windows Phone, iOS y el sistema móvil de Google, Android.

Las características básicas de cada uno son las siguientes.

### **a) Symbian OS**

Symbian OS posee un núcleo de tiempo real.

Es un sistema operativo con un microkernel y capacidad multithreading.

Soporta las arquitecturas de los últimos CPU e incluso soporta hardware single-chip o de un solo chip.

Cuenta con un sistema de archivos de alta performance que soporta las últimas memorias NOR, NAND, SD y MMC.

Las versiones 9.3 al 9.5 soportan paginación bajo demanda, una característica de la que se enorgullece mucho la compañía. La paginación bajo demanda permite un mejor aprovechamiento de la memoria RAM de los dispositivos ya que solo se carga en memoria la “pagina” que se va a ejecutar [Cortes R, 2012].

### **b) Windows Phone**

Windows Phone, anteriormente llamado Windows Mobile es un S.O. móvil compacto desarrollado por Microsoft, se basa en el núcleo del sistema operativo Windows CE y cuenta con un conjunto de aplicaciones básicas, actualmente va por la versión 8. Está diseñado para ser similar a las versiones de escritorio de Windows estéticamente y existe una gran oferta de software de terceros disponible para Windows Mobile. [Mar, 2006].

El hardware ahora dará un mayor énfasis a la utilización de procesadores centrales multinúcleo, de dos, cuatro o más unidades, lo que debiera optimizar el rendimiento de los móviles que tengan estos chips en su interior. Además, se asegura el buen funcionamiento de resoluciones de pantalla WVGA (800×480), WXGA (1280×768) y HD 720p (1280×720). Finalmente, se asegura el soporte para tarjetas de memoria removibles microSD. [Warkz, 2012]

### **c) Blackberry OS**

Blackberry OS desarrollado por la empresa canadiense RIM (Research In Motion) para sus dispositivos. El sistema permite multitarea y tiene soporte para diferentes métodos

exclusivos de RIM particularmente me refiero a sus trackwheel, trackball,touchpad y pantallas táctiles [Mar, 2006].

Permitir la utilización del teclado QWERTY completo, facilitando así el tipeo de textos, Blackberry OS brinda la posibilidad de tener acceso a las cuentas de correo electrónico y navegación por Internet en tiempo real.

Entre otras características principales de este sistema operativo. cabe destacar que permite la sincronización con herramientas tales como Novell GroupWise, Microsoft Exchange Server y Lotus Notes. [SO móvil, 2012].

#### **d) iOS**

iOS de los iPhones, anteriormente denominado iPhone OS creado por Apple originalmente para el iPhone, siendo después usado en el iPod Touch e iPad. Es un derivado de Mac OS X, se lanzó en el año 2007, aumento el interés con el iPod Touch e iPad que son dispositivos con las capacidades multimedia del iPhone pero sin la capacidad de hacer llamadas telefónicas, en si su principal revolución es una combinación casi perfecta entre hardware y software, el manejo de la pantalla multitáctil que no podía ser superada por la competencia hasta el lanzamiento del celular Galaxy S I y II por parte de Samsung [Mar, 2006].

Su interfaz gráfica está diseñada para el touchscreen.Su interfaz está constituida básicamente de sliders, interruptores y botones, con una respuesta inmediata y fluida. Soporta acelerómetros internos al dispositivo [IOS, 2012].

#### **e) Android**

El sistema operativo Android es sin duda el líder del mercado móvil en S.O, está basado en Linux diseñado originalmente para dispositivos móviles como los teléfonos inteligentes pero después tuvo modificación para ser usado en tablets como es el caso del GalaxyTab de Samsung , actualmente se encuentra en desarrollo para usarse en netbooks y PCs, el desarrollador de este S.O. es Google, fue anunciado en el 2007 y liberado en el 2008;

además de la creación de la Open Handset Alliance, compuesto por 78 compañías de hardware, software y telecomunicaciones dedicadas al desarrollo de estándares abiertos para celulares, esto le ha ayudado mucho a Google a masificar el S.O, hasta el punto de ser usado por empresas como HTC, LG, Samsung, Motorola entre otros [Mar, 2006].

Google Android permite la utilización de gráficos 2D y 3D, posee soporte multimedia para imágenes, audio y video, como así también para pantallas táctiles, además de ofrecer una serie de herramientas de código abierto, como por ejemplo su navegador web integrado basado en WebKit [SO móvil, 2012].

## 2.4 Servicios de orientación o navegación

Los ejemplos más importantes de sistemas que usan Servicios de orientación o navegación son Google Maps, Ovi Maps de Nokia.

- **Google Maps**, la herramienta cartográfica de Google ofrece mapas en 3D de calles y carreteras, mapas satelitales, vista dual y vista con el relieve del terreno. Google Maps está disponible vía web, en aplicaciones de escritorio como Google Earth y también para dispositivos. Ofrece varios servicios como:  
Encontrar empresas junto con su información de contacto y como llegar a ellas dando una dirección o su nombre.  
Street View, esta opción permite ver imágenes de las calles de una ciudad y poder navegar como si estuviera en ahí.  
Calcula rutas para caminar, trasladarse en auto. Transporte público o bicicleta determinando distancia y el tiempo del recorrido, además de mostrar sitios de interés en la ruta y tráfico.  
Incorpora otras búsquedas relacionadas con la ubicación actual del mapa como videos, fotografía y artículos de Wikipedia.
- **Ovi Maps de Nokia**, es un servicio similar a Google Maps que también muestra mapas satelitales con los siguientes servicios.  
Cálculo y despliegue de rutas.

Sincronizar sus lugares favoritos desde un dispositivo móvil compatible con los favoritos de una cuenta de Ovi[Map, 2011].

## 2.5 Model View Controller (MVC)

Es un patrón de arquitectura de software que separa los datos y la lógica de negocio de una aplicación de la interfaz de usuario y el módulo encargado de gestionar los eventos y las comunicaciones. Para ello MVC propone la construcción de tres componentes distintos que son el modelo, la vista y el controlador, es decir, por un lado define componentes para la representación de la información, y por otro lado para la interacción del usuario. Este patrón de arquitectura de software se basa en las ideas de reutilización de código y la separación de conceptos, características que buscan facilitar la tarea de desarrollo de aplicaciones y su posterior mantenimiento.

- **Model:** Es la representación de la información con la cual el sistema opera, por lo tanto gestiona todos los accesos a dicha información, tanto consultas como actualizaciones, implementando también los privilegios de acceso que se hayan descrito en las especificaciones de la aplicación (lógica de negocio). Envía a la *view* aquella parte de la información que en cada momento se le solicita para que sea mostrada (típicamente a un usuario). Las peticiones de acceso o manipulación de información llegan al *model* a través del *controller*.
- **Controller:** Responde a eventos (usualmente acciones del usuario) e invoca peticiones al *model* cuando se hace alguna solicitud sobre la información (por ejemplo, editar un documento o un registro en una base de datos). También puede enviar comandos a su *view* asociada si se solicita un cambio en la forma en que se presenta el *model* (por ejemplo, desplazamiento o scroll por un documento o por los diferentes registros de una base de datos), por tanto se podría decir que el *controller* hace de intermediario entre la *view* y el *model*.

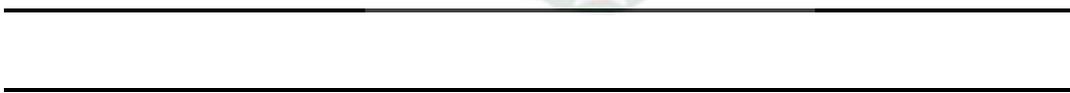
- **View:** Presenta el *model* (información y *lógica de negocio*) en un formato adecuado para interactuar (usualmente la interfaz de usuario) por tanto requiere de dicho *model* la información que debe representar como salida.





## **CAPÍTULO III**

# **DISEÑO METODOLÓGICO**



## Capítulo III: Diseño Metodológico

### 3.1 Descripción de sistema

El sistema está diseñado para funcionar en áreas geográficas en la cual exista cobertura GSM ya que se necesita para la conexión a internet, es por eso que se recomienda el uso dentro de los límites del perímetro urbano.

El sistema está disponible para todos los dispositivos que cuentan con android 4.0 (Ice CreamSandwich) o superior, además deberán tener GPS y una conexión de datos 2G (GSM) como mínimo.

Para la ubicación de una persona esta deberá contar con un dispositivo móvil con GPS y una conexión de datos GSM, el sistema obtiene la localización del usuario usando el GPS del teléfono. Esta información se envía a través de Internet usando el paquete de datos GSM hacia el servidor.

La persona que quiere ubicar a otras deberá tener un dispositivo con GSM para la conexión a internet. Esta persona descargara los datos de la persona que quiere localizar desde el servidor para poder verlos en un mapa. El flujo de datos se puede ver en la Figura 3.1

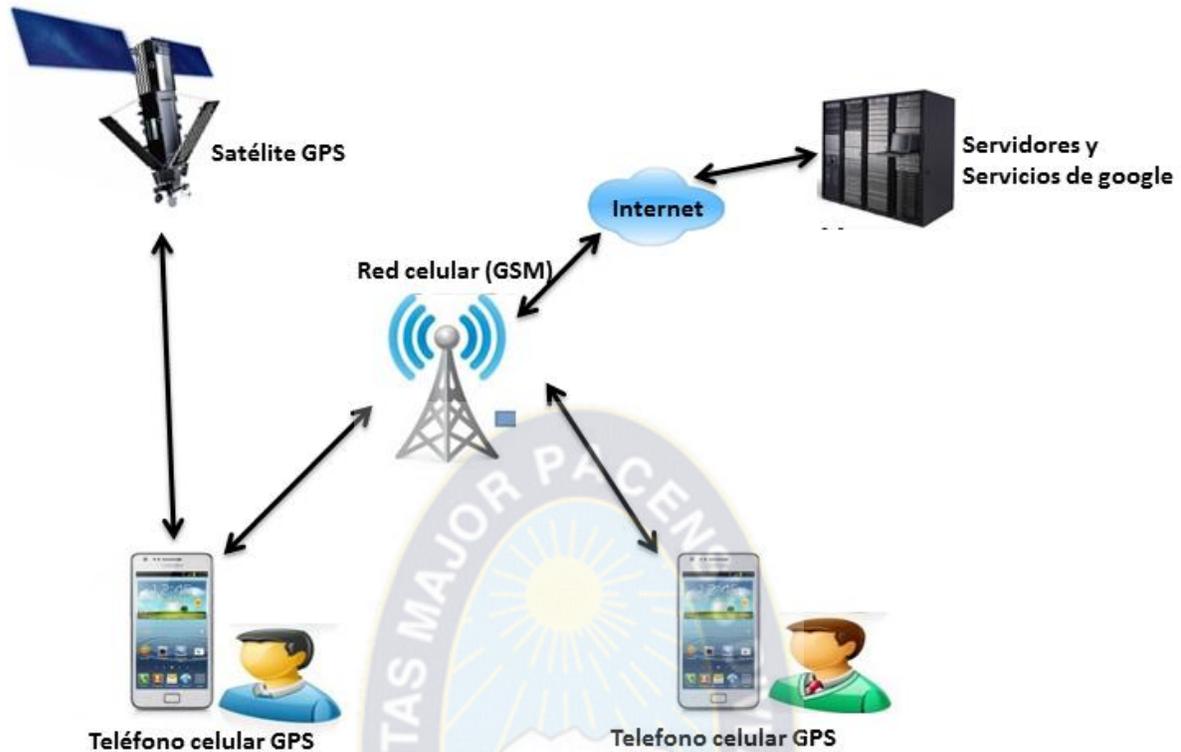


Figura 3.1  
 Descripción general del Sistema  
 Fuente: Elaboración Propia

El sistema es capaz de mostrar la siguiente información:

- Los puntos de ubicación de las personas sobre Google Maps.
- Ubicaciones anteriores de las personas sobre Google Maps.

En las secciones posteriores se presentara la arquitectura del sistema y se detallara como funciona cada uno de sus componentes.

El sistema tiene una arquitectura a 3-tercios siguiendo el patrón de diseño (Model – View - Controller), en donde 2 tercios de la aplicación se encuentran en el servidor (el servicio web y la base de datos) y el otro tercio representa al cliente ligero.

En la figura 3.2 puede verse la distribución de dichos tercios.

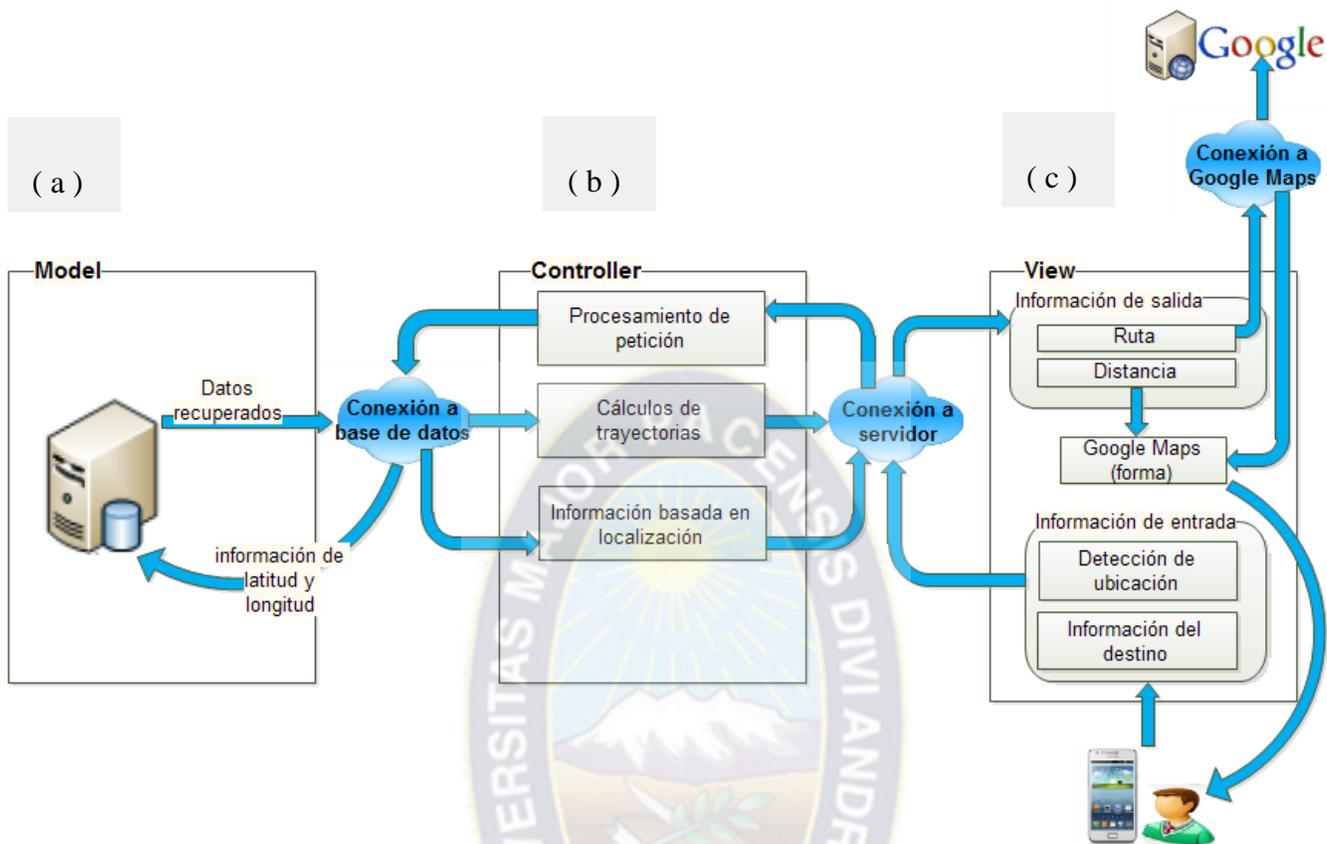


Figura 3.2  
Arquitectura del Sistema  
Fuente: Elaboración Propia

La Figura 3.2.a representa el tercio *Model*. Esta parte contiene todos los datos que serán usados por los servicios web. Aquí se encuentran la base de datos:

- La base de datos del sistema contiene información sobre personas a ubicar (nombre, latitud, longitud, etc.).

La Figura 3.2.b representa el tercio *Controller*, aquí se encuentra los servicios web que el cliente consumirá. Este tercio procesa la petición del cliente y recupera la información necesaria para los servicios web.

- Carga la ubicación del cliente.
- Recupera ubicaciones pasadas del cliente.

La Figura 3.2.c presenta el tercer *View*, que representa al cliente, el cual está encargado de obtener la información (la localización del usuario) y de presentar los resultados que se obtuvieron del lado del servidor, es decir de los servicios web que está consumiendo.

Después, los resultados se mostrarán al cliente para que él pueda darles uso. Para ambos casos de monitoreo y localización se conectará a Google Maps, para mostrar una imagen con las ubicaciones.

### 3.2 Panorama Model

La propuesta de este sistema se basa en facilitar el acceso a la información de la posición de los usuarios.

El registro de las posiciones de cada usuario se realizará de manera automática una vez ingresado al sistema, se cargará su posición cada 30 segundos o cada que exista un cambio de posición.

**Usuario**, representa a todas las personas a localizar, que accederán al sistema para interactuar con él.

A continuación se muestra los procesos y los actores que intervienen en el sistema.



Figura 3.3 Diagrama de caso de uso  
Ingresar al Sistema  
Fuente: Elaboración Propia

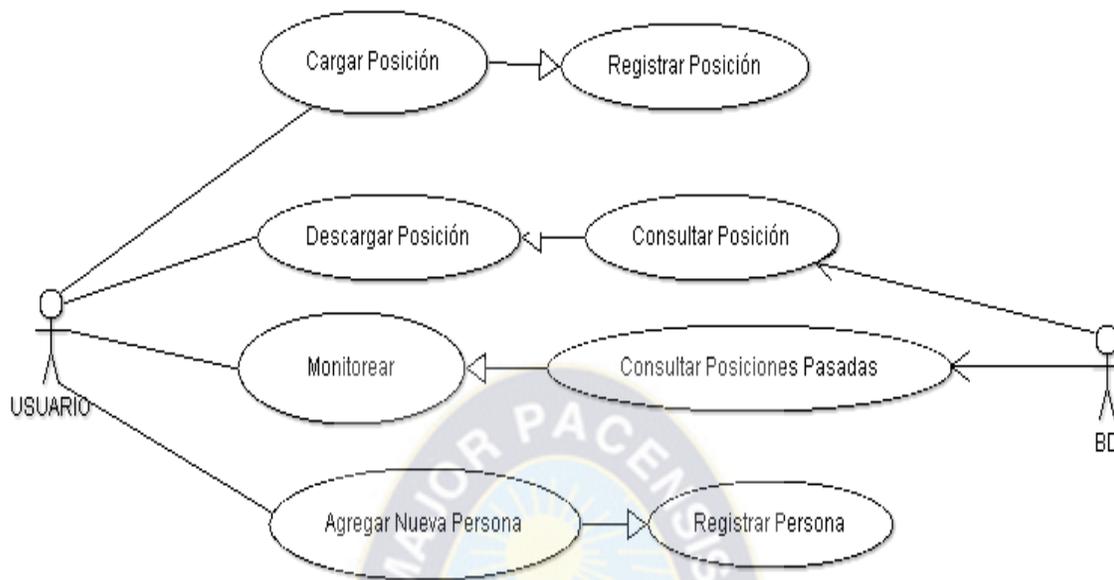


Figura 3.4 Diagrama de caso de uso  
Localización y Monitoreo  
Fuente: Elaboración Propia

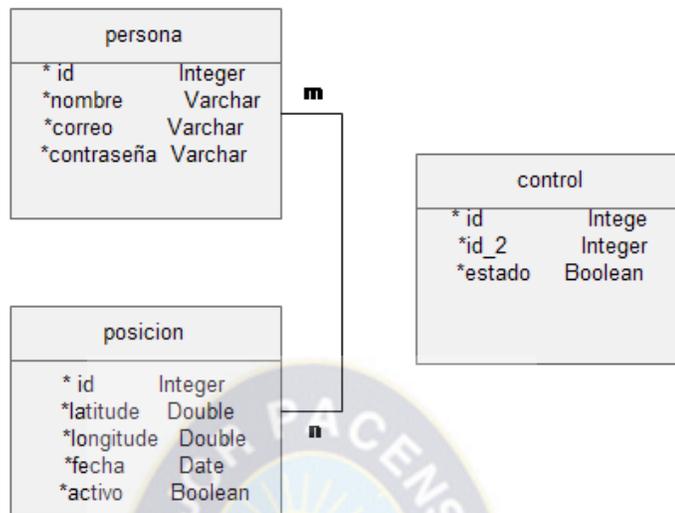
### 3.2.1 Base de datos para la localización

La base de datos fue construida para guardar los datos de las personas a ubicar y los datos de quien va a ubicar a estas personas.

- controlar: Es la tabla donde se almacenaran los datos de quien va a controlar y ubicar a personas, está definida con un id\_per, id\_perc.
- persona: Es la tabla donde se almacena los datos del usuario, está definida con un id\_per, nombre, correo, contraseña.
- posicion: Es la tabla donde se almacena los datos del usuario, está definida con un id, sus coordenadas (una latitud y una longitud) y la fecha de cada ubicación.

En la Figura 3.5 se pueden observar los esquemas utilizados para modelar la base de datos de control y persona.

a) Diagrama UML



b) Esquema Relacional para MySQL

```

CREATEDATABASE localizar;
uselocalizar;

CREATE TABLE persona(
    idint(4) NOT NULL ,
    nombrevarchar(100) NOT NULL,
    correovarchar(100) NOT NULL,
    contrasenavarchar(100) NOT NULL,
    PRIMARY KEY (id)
);
CREATE TABLE posicion(
    idint(4) NOT NULL,
    latitude double DEFAULT NULL,
    longitude double DEFAULT NULL,
    fecha date NOT NULL,
    activo Boolean
);
CREATE TABLE control(
    idint(4) NOT NULL,
    id_2int(4) NOT NULL,
    estado Boolean
);
  
```

Figura 3.5 Esquema de base de datos  
Fuente: Elaboración Propia

## 3.3 Panorama Controller

### 3.3.1 Uso del GPS

Para obtener la ubicación de las personas se hace uso del GPS del dispositivo móvil con sistema operativo Android.

Para la programación de la aplicación Android se maneja Java ya que Google lo ha usado por defecto.

Android ofrece una serie de clases adecuadas para la recuperación de la localización. El sistema usa las siguientes clases para determinar la localización del usuario [Developer, 2003].

- **LocationManager**

Esta clase proporciona acceso a los servicios de localización del sistema. Estos servicios permiten a las aplicaciones obtener actualizaciones periódicas de la ubicación geográfica del dispositivo.

- **LocationProvider**

Una superclase abstracta para los proveedores de localización. Un proveedor de ubicación proporciona informes periódicos sobre la situación del dispositivo.

Cada proveedor tiene una serie de criterios en las que puede ser utilizado; en este caso usaremos el GPS, requiere el uso de hardware GPS y la visibilidad a un número de satélites.

- **getLastKnownLocation**

Devuelve una ubicación del proveedor (LocationProvider), los datos de la última ubicación conocida desde el proveedor de datos.

- **requestLocationUpdates**

Devuelve actualizaciones de ubicación utilizando criterios.

Los requestLocationUpdates registran la actividad para actualizar ubicaciones y estado.

- **LocationListener**

Se utiliza para recibir notificaciones de LocationManager cuando la ubicación ha cambiado. Estos métodos se llaman si el LocationListener ha sido registrado con el servicio de gestor de ubicación utilizando el método siguiente.

requestLocationUpdates (String, long, float, LocationListener).

### 3.3.2 Google Maps

Las herramientas Google Maps son más apropiadas para el despliegue de mapas y el servicio que Google Maps se ofrece en línea.

Se consideró Google Maps como herramienta de construcción por la facilidad de uso, Google Maps ofrece.

- **MAP\_TYPE\_HYBRID**  
Son mapas de satélite con una capa transparente de las principales calles.
- **MAP\_TYPE\_NORMAL**  
Son los mapas básicos.
- **MAP\_TYPE\_SATELLITE**  
Son los mapas de satélite sin etiquetas.
- **MAP\_TYPE\_TERRAIN**  
Son mapas del terreno.
- **Marker**  
Marcadores con los que se marca una ubicación y se le da información de la persona.

### 3.3.3 Integración de Servicios

Una vez descritas las herramientas a utilizar, estas deben ser unidas de tal forma que se pueda desarrollar un Sistema de Localización y Monitoreo, usando el GPS del dispositivo móvil se debe recuperar la ubicación actual, enviarlos a la base de datos y si se quiere recuperar ubicaciones de otros usuarios se realiza la descarga de la ubicación.

#### 3.3.3.1 Conexión al Servidor

Android no puede conectarse directamente a una base de datos MySQL, lo que se hizo para la conexión fue, que android mande un http request (peticiones HTTP), hay varios métodos que se utilizan en HTTP, los más comunes son GET y POST, mandamos la petición por el método POST y el script (PHP) se conectara a la base de datos para realizar las consultas.

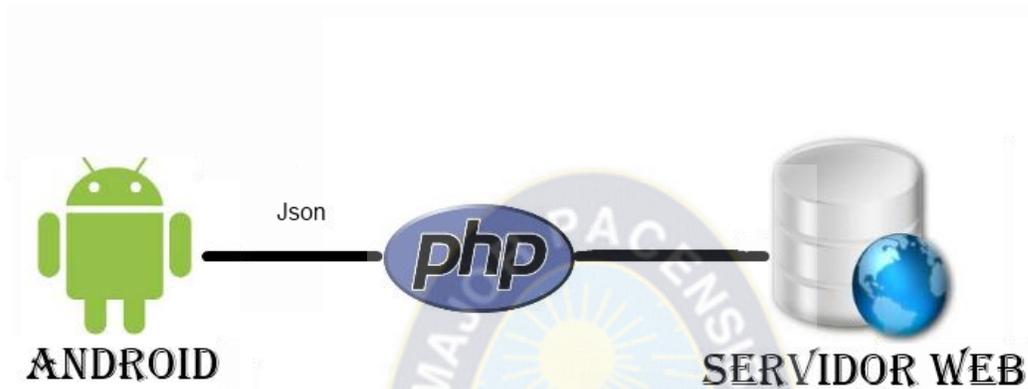


Figura 3.6 Servicio Web  
Fuente: Elaboración Propia

El sistema requirió del desarrollo de unos servicios web que cargue y descargue posiciones del usuario, para lo cual se usó:

- **AsyncTask**  
Esta clase permite realizar operaciones en segundo plano y publicar los resultados sobre el hilo de interfaz de usuario sin tener que manipular los hilos.
- **HttpClient**  
Esta clase encapsula una mezcla heterogénea de objetos necesarios para ejecutar las peticiones HTTP durante la gestión de la conexión y otras características.
- **HttpPost**  
El método POST se utiliza para solicitar que el servidor de origen acepte la entidad adjunta en la solicitud.

Usando estas clases cargaremos y descargaremos las posiciones del usuario para poder dibujarlas en un mapa y mostrarlo.

### 3.4 Panorama View

#### 3.4.1 Detección de Localización

Para desplegar las ubicaciones de un usuario se utilizara Google Maps. Este API permite recuperar una imagen con ciertos parámetros. Estos parámetros pueden ser utilizados para marcar posiciones en un mapa de cualquiera de los cuatro tipos que ofrece Google Maps.

Se presentan los parámetros principales que se pueden usar en la API.

- **Zoom**  
Define el nivel de acercamiento del mapa.
- **setMapType**  
Define el tipo de mapa que se va a generar (*normal, hybrid, satellite y terrain*).
- **addMarker**  
Define uno o más marcadores para añadirlos en la imagen en ubicaciones específicas.
- **Key**  
Clave del API de Google Maps. Esta es una clave gratuita que debe ser solicitada a Google Maps para poder hacer uso del API.

El resultado que se obtendría al usar algunos parámetros como los marcadores y tipos de mapas que generan una imagen como se presente en la figura 3.7



Figura 3.7 Imagen recuperada de Google Maps  
Fuente: Elaboración con API de Google

### 3.4.2 Despliegue de ubicaciones

Para realizar el monitoreo de una persona se descargarán los datos en una tabla con la siguiente información:

- **Nombre**
- **Fecha**
- **Hora**
- **Latitud**
- **Longitud**

El resultado que se obtendrá al monitorear a una persona se verá como la tabla 3.8.

Nombre: Yarmi Condori				
#	Fecha	Hora	Latitud	Longitud
1	2014-10-23	20:45:00	-16.47517872	-68.12749199
2	2014-10-23	20:44:25	-16.47515686	-68.12751819
3	2014-10-23	20:43:42	-16.47517872	-68.12749199
4	2014-10-23	20:43:10	-16.47515686	-68.12751819
5	2014-10-23	20:42:30	-16.47515686	-68.12751819
6	2014-10-23	20:41:56	-16.47515686	-68.12751819
7	2014-10-23	20:40:59	-16.47522897	-68.12747964
8	2014-10-23	20:40:28	-16.47522897	-68.12747964
9	2014-10-23	20:39:57	-16.47515686	-68.12751819
10	2014-10-23	20:39:11	-16.47515686	-68.12751819
11	2014-10-23	20:38:16	-16.47515686	-68.12751819
12	2014-10-23	20:37:43	-16.47522897	-68.12747964
13	2014-10-23	20:37:12	-16.47515686	-68.12751819
14	2014-10-23	20:36:35	-16.47515686	-68.12751819
15	2014-10-23	20:35:44	-16.47522897	-68.12747964
16	2014-10-23	20:35:13	-16.47515686	-68.12751819

Tabla 3.8 Ubicaciones de personas  
Fuente: Elaboración Propia

Una vez obtenida la tabla, podremos ir a cualquier ubicación con solo hacer un clic.

### 3.5 Disponibilidad del Sistema

El sistema es una aplicación desarrollada para versiones de android 4.0 (Ice CreamSandwich) o superior.

El sistema solo puede ser usado con dispositivo móvil android que cuente con GPS y una conexión a internet como mínimo una red 2G.

Para obtener la aplicación para android se lo puede descargar de este link <http://localizarmonitorear.site11.com/localizar/localizadorGps.apk>

La instalación de este paquete se hace por medio de un archivo 'apk' que se copia al dispositivo móvil y este se instala al accederlo. La aplicación consta de dos partes: localización y monitoreo de personas.

- **Localización de personas**

El usuario puede precisar el lugar donde se encuentra y el lugar de otras personas en un mapa de Google Maps. En la figura 3.9 puede apreciarse como se ve el mapa dentro del sistema, en él se muestran los marcadores (ícono de color rojo) en la posición de otros usuarios, mientras que la posición del usuario se muestra con un punto celeste.

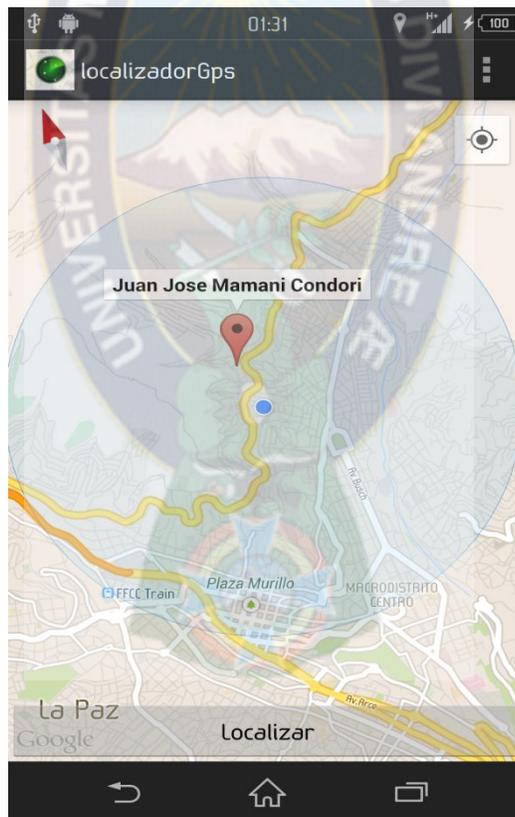


Figura 3.9 Localización de personas  
Fuente: Elaboración con API de Google

Este mapa tiene la peculiaridad de usar los gestos naturales de la interfaz de entrada del dispositivo móvil touch para recorrer, alejar y agrandar objetos.

Esta aplicación tiene la capacidad de capturar la latitud y longitud del usuario que serán procesados y se consumirá el servicio web para cargar a la base de datos *posicion* la ubicación actual del usuario.

- **Monitoreo de personas**

En esta opción, se despliega una lista de ubicaciones de la persona que se está monitoreado, al seleccionar una fila de la tabla de ubicaciones nos mostrara un mapa con un marcador con la posición de la persona monitoreada. En la figura 3.10 puede observarse la ejecución de la aplicación cuando se selecciona una fila de la tabla de ubicaciones.

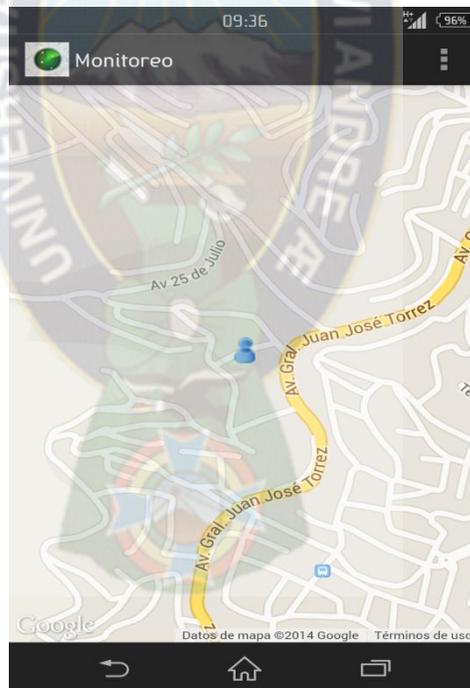


Figura 3.10 Monitoreo de personas  
Fuente: Elaboración con API de Google

# **CAPÍTULO IV**

# **EVALUACIÓN DE RESULTADOS**



## Capítulo IV. Evaluación de Resultados

### 4.1 Prueba de hipótesis

Recordando la hipótesis:

H<sub>0</sub>: El desarrollo de un prototipo de monitoreo y localización para dispositivos móviles, facilita el acceso a la información de dispositivos de posición del usuario, logrando con esto un mayor control y una fácil ubicación en caso de extravió de las personas vulnerables.

Para demostrar la hipótesis primero se procedió a verificar si las variables son dependientes o independientes, es decir, que si estos fueran dependientes significaría que tienen relación entre los resultados obtenidos, por el contrario si fueran independientes se podría afirmar que no existe relación entre los resultados.

Formulamos las siguientes hipótesis H<sub>0</sub> y H<sub>1</sub>:

H<sub>0</sub>: El desarrollo de un prototipo de monitoreo y localización para dispositivos móviles, facilita el acceso a la información de dispositivos de posición del usuario, logrando con esto un mayor control y una fácil ubicación en caso de extravió de las personas vulnerables.

H<sub>1</sub>: El desarrollo de un prototipo de monitoreo y localización para dispositivos móviles, facilita el acceso a la información de dispositivos de posición del usuario, logrando con esto un mayor control y una fácil ubicación en caso de extravió de las personas vulnerables.

Entonces se toma de la población estudiantil una muestra aleatoria de 50 estudiantes que proporcionan la siguiente tabla:

	Si facilita	No facilita	Indeciso	Total
Menos de 20	3	2	2	7
20-35	9	6	7	22
35-50	8	7	6	21
Total	20	15	15	50

Tabla 4.1 Cuadro de Contingencia  
Fuente: Elaboración Propia

Contrastar a un nivel de confianza de 99.5 % de confiabilidad.

La población de estudio son los estudiantes de la UMSA si existe dependencia entre el número de estudiantes y la opinión del sistema.

Se trata de un test no paramétrico donde las hipótesis nula y alternativa son:

$H_0$ : El desarrollo de un prototipo de monitoreo y localización para dispositivos móviles, facilita el acceso a la información de dispositivos de posición del usuario, logrando con esto un mayor control y una fácil ubicación en caso de extravió de las personas vulnerables.

$H_1$ : El desarrollo de un prototipo de monitoreo y localización para dispositivos móviles, facilita el acceso a la información de dispositivos de posición del usuario, logrando con esto un mayor control y una fácil ubicación en caso de extravió de las personas vulnerables.

El nivel de confianza es  $1 - \alpha = 0,95$ . Luego  $\alpha = 0,05$  y el tamaño de muestra  $n=50$ .

Calculamos los valores esperados  $E_{ij}(xy)$  bajo la hipótesis nula aplicando la fórmula:

$$E_{ij}(xy) = \frac{\sum_{i=1}^n x_i \sum_{j=1}^m y_j}{n}$$

Donde n es el tamaño de muestra, 50.

Por ejemplo  $E_{11} = 140/50 = 2,8$   $E_{12} = 105/50 = 2,1 \dots$

La tabla de los esperados seria:

	Si facilita	No facilita	Indeciso	Total
Menos de 20	2,8	2,1	2,1	7
20-35	8,8	6,6	6,6	22
35-50	8,4	6,3	6,3	21
Total	20	15	15	50

Tabla 4.2 Matriz de valores esperados  
Fuente: Elaboración propia

El valor del estadístico experimental  $\chi^2_c$  vale:

$$\chi^2_c = \frac{(3-2,8)^2}{2,8} + \dots + \frac{(6-6,3)^2}{6,3}$$

$$\chi^2_c = 0,31$$

El valor del punto crítico es el valor de una chi-cuadrado con  $(3-1)*(3-1)=4$  grados de libertad y  $1 - \alpha = 0,95$  que mirando en la tabla de valores críticos para la distribución de chi-cuadrado nos da  $\chi^2_{0,95}(4) = 9,488 = \chi^2_t$ .

La región crítica: rechazamos  $H_0$  si  $\chi^2_c > \chi^2_t$

Como  $\chi^2_c = 0,31$  es menor que 9,48 se acepta  $H_0$ .

Entonces se puede aceptar  $H_0$ , el sistema si facilita el acceso a la información de posición del usuario.

# **CAPÍTULO V**

## **CONCLUSIONES**



## Capítulo V. Conclusiones

### 5.1 Conclusiones

Se logró cumplir el objetivo general de desarrollar un sistema que nos permita monitorear y ubicar a las personas extraviadas a través del GPS utilizando la tecnología GSM, para dispositivos móviles.

La implementación del sistema y los servicios web que lo conforman, lograron determinar la localización y monitoreo del usuario con el GPS en los teléfonos celulares con sistema operativo Android.

Con las herramientas que utilizamos no solo se puede localizar y monitorear a una persona en la ciudad de La Paz, si no gracias a que está construido sobre la plataforma de Google Maps, la cual abarca todo el globo terráqueo con mapas digitales actualizados, es posible generalizarlo a cualquier zona del mundo.

El sistema de localización y monitoreo móvil apoyado en los servicios basados en localización, mejoro la información de los mapas mediante la plataforma de Google Maps, el cual muestra el mapa con las posiciones de los demás usuarios a localizar. También se facilitó las posiciones pasadas de los usuarios.

El sistema ha demostrado que usando los API's Google Maps pueden producir un Servicio potencialmente evolutivo, no solo en La Paz, Bolivia si no en todo el mundo. Es un servicio que podrá adaptar a nuevas tecnologías de localización más precisas y que no tengan problemas de cobertura, en el cual se pueden construir sistemas de cualquier tipo para resolver los problemas localización.

## 5.2 Recomendaciones

### 5.2.1 Recomendaciones de uso

- Antes de usar el sistema debe registrarse, al momento de ingresar en el sistema se recomienda ingresar correctamente los datos de inicio de sesión.
- Antes de ingresar al sistema se recomienda activar el GPS y después el uso de datos.
- Solo se puede localizar a personas que están registradas en el sistema.

### 5.2.2 Recomendaciones de temas afines

- **Falta de cobertura.** En trabajos futuros se recomienda usar señal satelital para poder evitar la falta de cobertura.
- **Localización imprecisa en inmuebles.** Se recomienda usar una mezcla de tecnologías que ayude a mejorar la precisión de la posición del usuario.
- **Incrementar la disponibilidad del sistema para un número mayor de tipos de dispositivos móviles.** Un trabajo futuro podría desarrollar un sistema que englobe a todos los Smartphone.
- **Mostrar recorrido virtual de la ruta.** Un trabajo futuro podría mostrar un recorrido virtual por una ruta hacia un usuario a localizar como lo hace Google Street View, que ofrece un recorrido virtual sobre las calles de las ciudades del mundo.

## Bibliografía

[API, 2013] Google Inc., API de Google Maps, Google Code

<<http://code.google.com>>

[Consulta, 4 de octubre 2013]

[Aurora, 2009] Aurora Agudo

Sistema de Localización de Dispositivos Móviles Basada en Wireless LAN.

Proyecto del Departamento de Ingeniería Telemática, Universidad Carlos III de Madrid.

[Baz, 2009] Bas Alonso, Arturo; Ferreria Artime, Irene; AlvarezRodriguez, Maria;

GarciaBaniello, Rosana, Dispositivos Moviles, EPSIG

Ingenieria de Telecomunicacion Universidad de Oviedo

[COCA, 2011] Alejandro Mauricio Coca Rojas

Monitoreo cardiaco con dispositivos móviles para la prevención de situaciones críticas de salud.

Tesis Carrera de Informática U.M.S.A. 2012 (Pág. 22 - 27)

[Cortes R, 2012] Sistemas Operativos

<<http://symbianosrosa.blogspot.com/2012/09/symbian-os.html>>

[Consulta, 8 de septiembre 2014]

[Developer, 2003] Developers Android

< <http://developer.android.com/reference/packages.html> >

[Consulta, 20 octubre]

[Elliott y Christopher] Elliott D. Kaplan y Christopher J. Hegarty “Understanding GPS, principles and Applications Second Edition”

[Gps, 2010] GPS para personas

<<http://www.globalavl.com/es/localizador-de-personas-gps-localizador-persona-localizador-gps-para-personas.html>>

[Consulta, 28 junio de 2013]

[GSM For Dummies,2008] GSM ForDummies

<<http://www.gsmfordummies.com/intro/intro.shtml>>

[Consulta, 29 de agosto de 2013]

[GSM World, 2011] GSM World

<<http://www.gsma.com/gsm/>>

[Consulta, 19 agosto 2013]

[Guarachi, 2012] Rolando Guarachi Carvajal  
Sistema de ubicación o localización móvil basados en dispositivos móviles  
Tesis Carrera de Informática U.M.S.A. 2012 (Pág. 2 - 4)

[Guatvnilk, 1999] Como funciona el GPS  
<<http://www.elgps.com/documentos/comofuncionagps/comofuncionagps.html>>  
[Consulta, 30 julio de 2013]

[IOS, 2012] Sistema Operativo IOS  
<<http://es.slideshare.net/TenshiDam/sistema-operativo-ios>>  
[Consulta, 8 de septiembre 2014]

[Localizar, 2010] localización en tiempo real  
<<http://www.globalavl.com/es/plataforma-de-localizacion-en-tiempo-real.html>>  
[Consulta, 28 junio de 2013]

[Map, 2011] Nokia Corp., Maps de Ovi, 2011  
<<http://maps.ovi.com>>  
[Consulta, 16 de agosto de 2013]

[Mar, 2006] Martinez Gens, Luis Eduardo, Tecnologías de localización y Posicionamiento para servicios basados en localización (LBS)  
<<http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=1983412>>  
[Consulta, 10 de septiembre de 2013]

[Melki, 2013] Melki Reyes, Sistemas Operativos para celulares  
<<http://iphoneandord.com/los-5-mejores-sistemas-operativos-para-celulares/>>  
[Consulta, 4 de septiembre de 2013]

[Ortiz, 2007] Mario Ortiz Castelán  
Detección y rastreo de dispositivos de inspección y mantenimiento (DIM) por medio del sistema de posicionamiento global (GPS) para la red de ductos de PEMEX.  
Tesis Instituto de ciencias básicas e ingeniería, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.

[Perez, 2006] PerezAguila, Ricardo. México.  
Algoritmo de dijkstra, Introducción a las matemáticas para el Análisis y Diseño de Algoritmos.  
[Consulta, 6 de septiembre de 2013]

[SO móvil, 2012] Sistemas Operativos para Móviles II  
<<http://www.informatica-hoy.com.ar/soluciones-moviles/Sistemas-Operativos-para-Moviles-II.php>>  
[Consulta, 8 de septiembre 2014]

[Tude, 2010] Teleco Inteligencia en Telecomunicaciones  
<[http://teleco.com.br/tutorialgsm/pagina\\_1.asp](http://teleco.com.br/tutorialgsm/pagina_1.asp)>  
[Consulta, 2 de septiembre de 2013]

[Warkz, 2012] Conoce las características principales del nuevo Windows Phone 8  
<<http://www.warkz.com/2012/06/conoce-las-caracteristicas-principales.html>>  
[Consulta, 8 de septiembre 2014]



# ANEXOS



## ANEXO A CÓDIGO FUENTE DEL PROTOTIPO, DESCARGA DE LAS POSICIONES

```
class asyncloginMarket extends AsyncTask<String, String, String> {  
    String id;  
  
    protected void onPreExecute() {  
        progressDialog = new ProgressDialog(Maps.this);  
    }  
  
    protected String doInBackground(String... params) {  
        id = params[0];  
        // enviamos y recibimos y analizamos los datos en segundo  
        plano.  
        if (loginstatusMarket(id) == true) {  
            return "ok";  
        } else {  
            return "err";  
        }  
    }  
  
    protected void onPostExecute(String result) {  
        Log.e("onPostExecute=", "" + result);  
  
        if (result.equals("ok")) {  
            for (int i = 0; i < cantJson; i++) {  
                map.addMarker(new MarkerOptions().position(  
                    new LatLng(Double.parseDouble(market[i][1]),  
                    Double.parseDouble(market[i][2]))).title(market[i][0]));  
            }  
  
            Toast toast1 = Toast.makeText(getApplicationContext(),  
                "cantJson : " + cantJson,  
                Toast.LENGTH_SHORT);  
            toast1.show();  
  
        } else {  
            err_login();  
        }  
    }  
}
```

```

public boolean loginstatusMarket(String id) {
    int logstatus = -1;

    /*
     * Creamos un ArrayList del tipo nombre valor para agregar los datos
     * recibidos por los parametros anteriores y enviarlo mediante POST
     */
    ArrayList<NameValuePair> postparameters2send =
new ArrayList<NameValuePair>();

    postparameters2send.add(new BasicNameValuePair("id_per", id));

    JSONArray jdata = post.getServerdata(postparameters2send, urlpos);

    SystemClock.sleep(950);

    // si lo que obtuvimos no es null
    if (jdata != null) {
        JSONObject json_data; // creamos un objeto JSON
        JSONObject json;
        System.out.println("tamaño del JSON: "+jdata.length());

        cantJson=jdata.length();
        for (int i = 0; i < cantJson;i++) {
            try {

                json_data = jdata.getJSONObject(i); // leemos el
                primer segmento
                dato = json_data.getString("fecha");

                market[i][0]=json_data.getString("id");
                market[i][1]=json_data.getString("latitud");
                market[i][2]=json_data.getString("longitud");

            } catch (JSONException e) {
                e.printStackTrace();
            }
        }
    }
    return true;
}
}

```